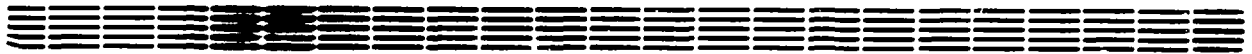


**We regret that some of the pages in the microfiche copy of this report may not be up to the proper legibility standards, even though the best possible copy was used for preparing the master fiche**

Препринт ЕФМ-ІЗІ(67)-90

ԵՐԵՎԱՆԻ ՖԻԶԻԿԱԿԱՆ ԻՆՏԻՏՈՒՏ  
ЕРЕВАНСКИЙ ФИЗИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ  
YEREVAN PHYSICS INSTITUTE



И.А.КЕРОЛЯН, А.А.ОГАНЕСЯН, Ж.В.ПЕТРОСЯН

МОНТЕ-КАРЛО РАСЧЕТ ЭКСПЕРИМЕНТА ПО ИЗМЕРЕНИЮ  
 $P_x$  ,  $P_y$  ,  $P_z$  - СОСТАВЛЯЮЩИХ ВЕКТОРА ПОЛЯРИЗАЦИИ  
ПРОТОНОВ В РЕАКЦИИ  $\gamma p \rightarrow p \pi^0$

Ի.Ա.ՔԵՐՈՒՑՅԱՆ, Ա.Ա.ՀՈՎՀԱՆՆԻՍՅԱՆ, Ժ.Վ.ԳԵՏՏՐՈՍՅԱՆ

$\gamma p \rightarrow p\pi^0$  ԳՈՐԾԸՆՔԱՑՈՒՄ ԳՐՈՏՈՆՆԵՐԻ ԲԵՎԵՌԱՑՄԱՆ ՎԵԿՏՈՐԻ  
 $P_x, P_y, P_z$  ԲԱՂԱԴՐԻՉՆԵՐԻ ՉԱՓՄԱՆ ՓՈՐՁԻ ՄՈՆՏԵ-ԿԱՌԼՈ  
ՀԱՇՎԱՐԿԸ

Մոնտե-Կարլո եղանակով կատարված է  $\pi^0$ - մեզոնի վ.կ.հ.-ում  $\theta_{\pi^0} = 60^\circ$  անկյան դեպքում  $\gamma p \rightarrow p\pi^0$  ռեակցիայի հետևարվածի պրոտոնների բևեռացման վեկտորի  $P_x, P_y, P_z$  բաղադրիչների չափման փորձի հաշվարկը: Ստացված են վազքի սպեկտրաչափում կանգնած և բևեռաչափում ցրված պրոտոնների էներգետիկ բաշխումները:

Երևանի ֆիզիկայի ինստիտուտ

Երևան 1990

Препринт ЕФИ-1281(67)-90

УДК 519.283:539.12:539.125.4.185

И.А.КЕРОЛЯН, А.А.ОГАНЕСЯН, Ж.В.ПЕТРОСЯН

МОНТЕ-КАРЛО РАСЧЕТ ЭКСПЕРИМЕНТА ПО ИЗМЕРЕНИЮ  
 $P_x, P_y, P_z$  - СОСТАВЛЯЮЩИХ ВЕКТОРА ПОЛЯРИЗАЦИИ  
ПРОТОНОВ В РЕАКЦИИ  $\gamma p \rightarrow p\pi^0$

Проведен расчет по методу Монте-Карло эксперимента по измерению  $P_x, P_y, P_z$  - составляющих вектора поляризации протонов отдачи в реакции  $\gamma p \rightarrow p\pi^0$  при угле  $\pi^0$ - мезона в с.ц.м.  $\theta_{\pi^0}^* = 60^\circ$ . Получены энергетические спектры протонов при их установке в пробном спектрометре и рассеянии в поляриметре.

Ереванский физический институт

Ереван 1990

I.A. KEROPIAN, A.A. OGANESSIAN, ZH. V. PETROSSIAN

A MONTE-CARLO CALCULATION OF AN EXPERIMENT ON MEASUREMENT OF THE  $P_x$ ,  $P_y$ ,  $P_z$  COMPONENTS OF THE PROTON POLARIZATION VECTOR IN THE REACTION  $\gamma p \rightarrow p \pi^0$

A Monte-Carlo calculation of an experiment on measurement of the  $P_x$ ,  $P_y$ ,  $P_z$  components of the recoil proton polarization vector in the reaction  $\gamma p \rightarrow p \pi^0$  at the  $\pi^0$ -meson cms angle  $\theta_{\pi^0}^* = 60^\circ$  is carried out. The proton energy spectra are obtained at their stopping in the range spectrometer and scattering in the polarimeter.

Yerevan Physics Institute

Yerevan 1990

В настоящей работе описывается схема расчета методом Монте-Карло эксперимента по измерению  $P_x$ ,  $P_y$ ,  $P_z$  - составляющих вектора поляризации протонов в реакции фоторождения нейтрального пиона  $\gamma p \rightarrow p \pi^0$  в энергетической области  $E_\gamma = 675 - 1175$  МэВ под углом  $\theta_{\pi^0}^* = 60^\circ$  в с.ц.м. на линейно поляризованном пучке фотонов, когда вектор поляризации фотонного пучка направлен под углом  $45^\circ$  к плоскости реакции. Приводятся результаты расчета.

Кинематические условия эксперимента приведены в табл. I.

Таблица I

$\bar{E}_\gamma$ , МэВ	$\bar{T}_p$ , МэВ	$\bar{P}_p$ , МэВ/с	$\bar{\theta}_{\gamma p}$ , град.	$\bar{\theta}_{\text{пов}}$ , град.	$N$ , кЭ
1,025	172,5	595,6	55	13	5,3

Измерение  $P_x$  и  $P_z$  - составляющих вектора поляризации протонов основано на явлении прецессии спина протона в магнитном поле. Этим и обусловлено введение в протонное плечо установки отклоняющего магнита.

Экспериментальная установка для измерения реакции  $\gamma p \rightarrow p \pi^0$  представлена на рис. I. Протоны регистрировались пробным спек

тросметром  $R_1 - R_5$ , а  $\gamma$  - кванты от распада  $\pi^0$  - мезонов - спектрометром полного поглощения (СПП). Многопроволочные пропорциональные камеры (МПК), находящиеся в протонном плече установки, предназначены для измерения углов протона до и после рассеяния в углеродной пластинке рассеивателя С. Подробное описание и характеристики экспериментальной установки представлены в работе [1].

Монте-Карло расчет эксперимента проводился дважды: предварительно - для выделения магнитного тракта для протонов с импульсом  $\bar{P} \pm \Delta P$  и определения размеров сцинтилляционных счетчиков  $C_1$  и  $C_2$ , определения областей кинематических величин исследуемой реакции и выбора энергии, соответствующей максимуму в распределении числа фотонов тормозного спектра; вторично - для получения энергетических спектров протонов, остановившихся в счетчиках пробного спектрометра и рассеянных в углеродной пластине поляриметра. Энергия протона при остановке в пробном спектрометре совместно с измеренным в МПК I - 4 углом вылета протона из мишени необходимы для восстановления кинематики реакции: энергии начального  $\gamma$  - кванта  $E_\gamma$  и угла пиона в с.ц.м.  $\theta_\pi^*$ . Энергия протона при рассеянии вместе с его углом рассеяния используется для определения анализирующей способности углерода.

Монте-Карло расчет учитывал энергетическую зависимость интенсивности тормозного спектра и дифференциальное сечение реакции  $\gamma p \rightarrow p \pi^0$ .

Моделирование эксперимента приводилось по следующей схеме.

Равномерно разыгрываются энергия первичного  $\gamma$  - кванта,

горизонтальный и вертикальный углы протона в области, охватываемой экспериментальной установкой. Равномерно разыгрывается точка взаимодействия в области пересечения  $\gamma$  - кванта с веществом мишени. Проводится кинематический расчет события, определяется кинетическая энергия протона  $T_p$ , проверяется условие  $T_{min} \leq T_p \leq T_{max}$ , где  $T_{min}$  и  $T_{max}$  - граничные значения энергии протона для данного эксперимента.  $T_{min}$  определяется толщиной счетчиков  $C_1$  и  $C_2$ , углеродного рассеивателя и медного поглотителя, а  $T_{max}$  - толщиной всего вещества вплоть до  $\bar{C}$ . Если указанное условие выполняется, вычисляются кинематические величины  $\pi^0$  - мезона: его энергия и угол в л.с.к. Затем моделируется распад  $\pi^0$  - мезона  $\pi^0 \rightarrow \gamma_1 + \gamma_2$ . Равномерно разыгрывается азимутальный угол  $\gamma$  - кванта от распада  $\pi^0$  - мезона в области  $[0, 2\pi]$  и косинус полярного угла  $\theta_{\pi\gamma}^*$  в области  $[-1, 1]$  в системе покоя  $\pi^0$  - мезона. Вычисляются углы  $\theta_{\gamma\gamma}$ ,  $\theta_{\gamma\gamma}^*$ ,  $\varphi_{\gamma\gamma}$ , в л.с.к. Проверяется попадание  $\gamma_1$  - кванта на входное окно СПШ. Если  $\gamma_1$  - квант не регистрируется, то совершается переход к  $\gamma_2$  - кванту, вычисляются относящиеся к нему кинематические величины и проверяется его попадание на входное окно детектора. Если один из  $\gamma$  - квантов от распада  $\pi^0$  - мезона регистрируется в СПШ, фиксируется энергия распадного  $\gamma$  - кванта и совершается переход к протону.

Такая последовательность расчета пионного и протонного трактов при моделировании процесса объясняется тем, что расчет протонного тракта, включающего такие времяёмкие процедуры, как проведение траектории протонов через магнитное поле и определение динамики рассеяния протонов при его прохождении через рассеива-

тель поляриметра, с точки зрения экономии счетного времени на ЭМ целесообразно проводить после сведения до минимума возможных критериев отбраковки события.

Транспортировка протона с определенным импульсом  $P_p^i$  через магнитное поле осуществляется методом матричных преобразований. Правомочность применения этого метода к данному магниту была обсуждена в работе [2]. Протонное плечо установки располагалось по осевой траектории протона с импульсом  $\bar{P}_p = 595,6$  МаВ/с под углом поворота  $13^\circ$ .

После транспортировки протона через магнитное поле определяются его углы и координаты в криволинейной системе координат относительно осевой траектории. Проверяется попадание протона в ориентационные счетчики  $C_1$  и  $C_2$ . Разыгрывается длина свободного пробега в углероде. По величине свободного пробега рассчитывается кинетическая энергия протона в конце свободного пробега, "методом фиктивных столкновений" разыгрывается рС-рассеяние. Координаты точки рС-взаимодействия и углы протона ( $\Theta_{\chi p}^i$ ,  $\varphi_{\chi p}^i$ ) поправляются с учетом многократного рассеяния протона в углероде. По парциальным сечениям  $b_e(T_i)$  разыгрывается тип рС-рассеяния. При квазиупругом, неупругом и глубоко неупругом взаимодействии разыгрывается равномерно терпящая протонной энергия. Разыгрывается полярный угол рассеяния в области  $\Delta\Theta_{pp'} = 5^\circ - 20^\circ$  и азимутальный угол рассеяния в области  $\Delta\varphi_{pp'} = 0 - 2\pi$  по парциальным дифференциальным сечениям каналов рС-взаимодействия [3]. Фиксируется энергия протона при рассеянии в углеродной пластинке поляриметра. Определяется место остановки протона в пробном спектрометре.

В результате Монте-Карло расчета получены следующие распределения: по начальной энергии  $\gamma$  - квантов, по углу протона в л.с.к., по кинетической энергии  $T_p$ , по углу  $\pi^0$  - мезона в с.ц.м., энергии распадного  $\gamma$  - кванта, по углу поворота  $\theta$  по энергии протона при остановке в пробном спектрометре по счетчикам и энергии протона при рассеянии. Для всех перечисленных распределений вычислены средние значения и дисперсии.

На рис.2 приведено угловое распределение протонов отдачи. Средний угол регистрируемых протонов равен  $54,9^\circ$ , угловой охват установки  $\pm 3^\circ$ .

Распределение по кинетической энергии протона дано на рис.3.

На рис.4 дано распределение углов рождения  $\pi^0$  - мезонов в с.ц.м. Средний угол рождения  $\theta_{\pi^0}^* = 60^\circ$ , а угловая область -  $54,6^\circ - 65,6^\circ$ .

На рис.5 представлен энергетический спектр начальных  $\gamma$  - квантов, регистрируемых экспериментальной установкой.

На рис.6 представлен энергетический спектр регистрируемых фотонов от распада  $\pi^0$  - мезонов. Область энергии фотонов охватывает интервал 300 - 900 МэВ.

Распределение по углу поворота протонов в магнитном поле представлено на рис.7. Угловая область охватывает диапазон  $12^\circ - 14^\circ$  со средним значением  $13^\circ$ , что подтверждает правильность определения осевой траектории импульсного тракта.

На рис.8 приведены энергетические распределения протонов, остановившихся в пробном спектрометре. Во всех энергетических спектрах наблюдается асимметрия ("хвосты") со стороны больших энергий, обусловленная неупругим рассеянием протонов с поте-

рей энергии до 50 МэВ в углеродной пластине.

На рис.9 иллюстрируются энергетические спектры рассеянных в углеродной пластине протонов. Во всех этих спектрах также имеются "хвосты", аналогичные наблюдаемым в распределениях оставшихся протонов на рис.8.

В табл.2 приведены средние значения энергий протонов при их остановке в счетчиках пробегового спектрометра  $\bar{T}_p$  и рассеянных в углеродной пластине  $\bar{T}_{pp}$  со своими среднеквадратичными ошибками  $\sigma(T_p)$  и  $\sigma(T_{pp})$ .

TABLE 1

	$\bar{M}_n$ , Mol	$\bar{M}_w / \bar{M}_n$ (Tpp), Mol
R <sub>1</sub>	101,3 ± 2,6	115,5 ± 12,6
R <sub>2</sub>	102,7 ± 3,1	127,6 ± 11,9
R <sub>3</sub>	175,7 ± 3,0	135,4 ± 10,6
R <sub>4</sub>	166,0 ± 2,7	151,6 ± 10,9
R <sub>5</sub>	195,3 ± 2,6	157,3 ± 6,1

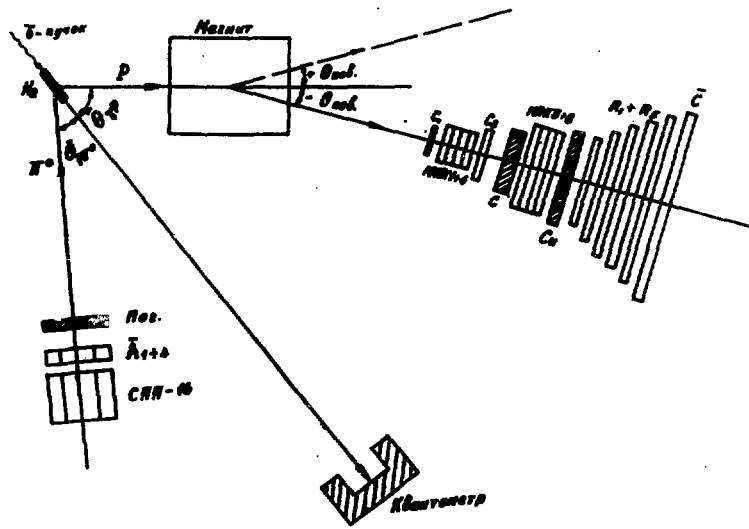


Рис. I

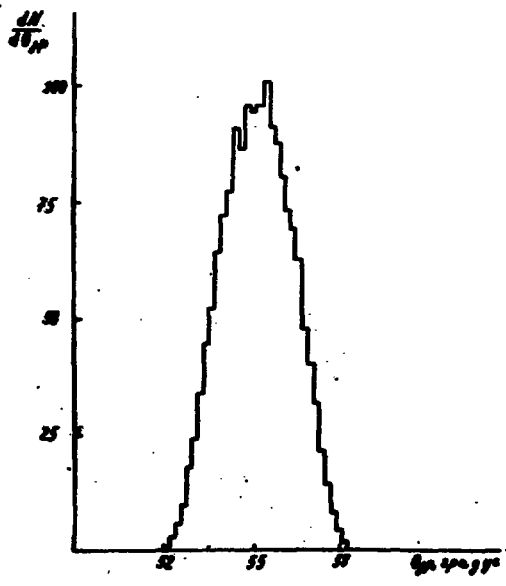


Рис. 2

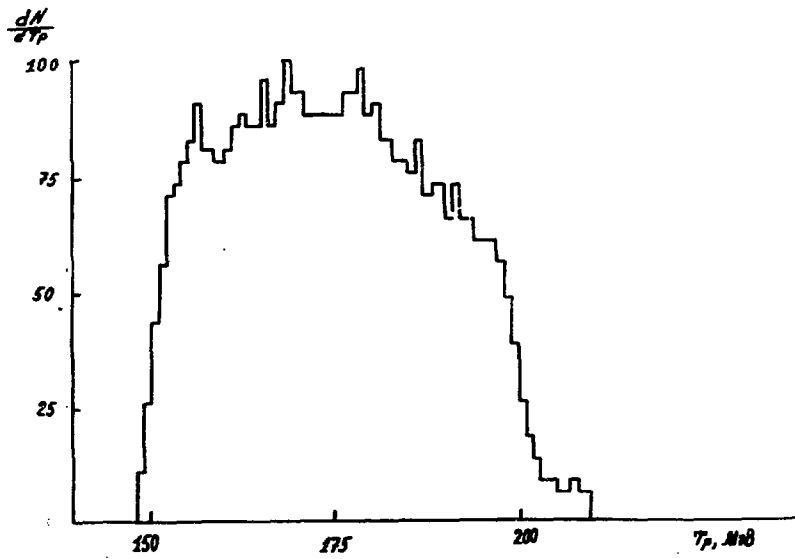


Рис.3

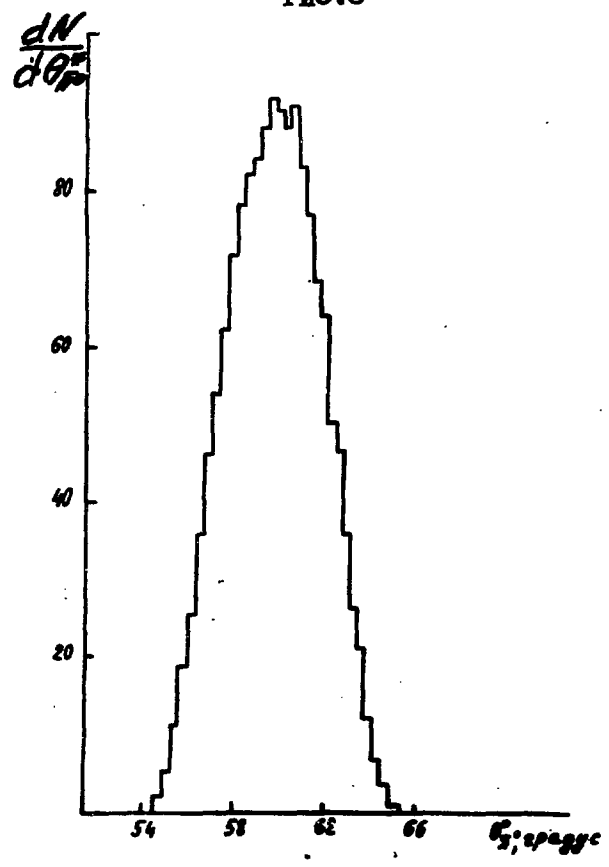


Рис.4

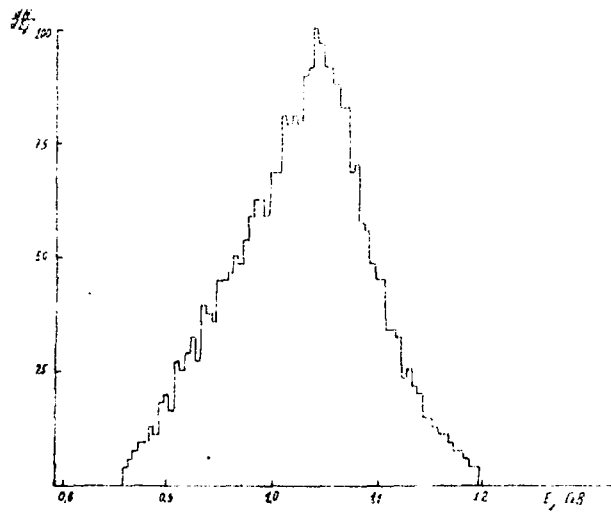
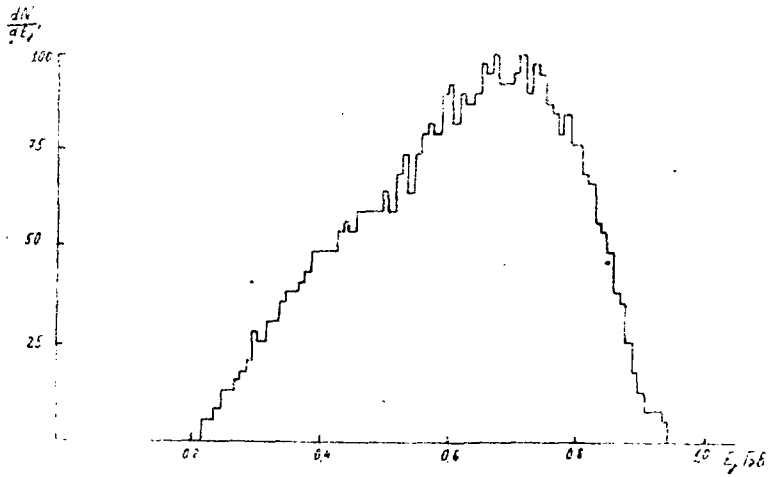


FIG. 5



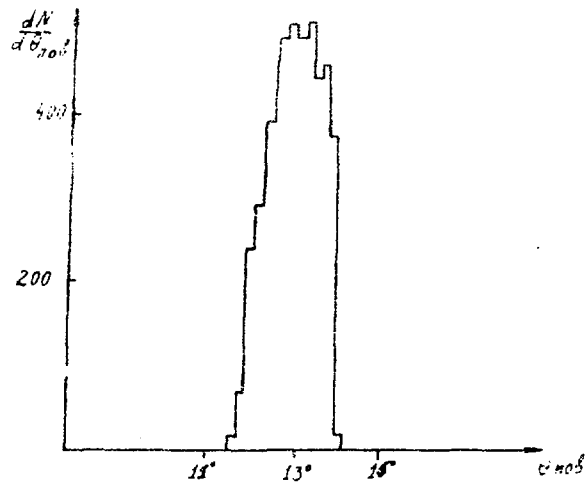


Рис. 7

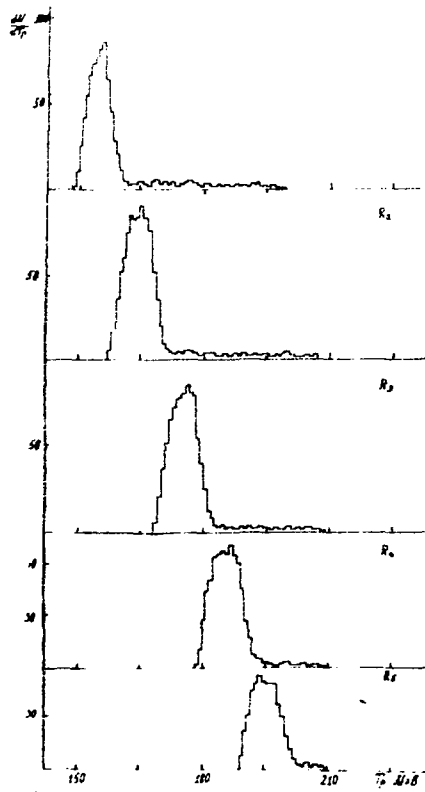


Рис. 8

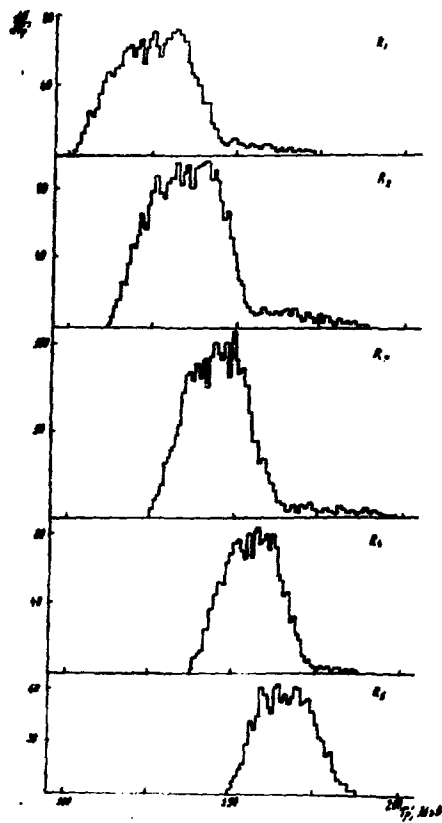


Рис.9

## ПОДПИСИ К РИСУНКАМ

- Рис.1 Экспериментальная установка для измерения реакции  
 $\gamma p \rightarrow p \pi^0$
- Рис.2 Угловое распределение протонов отдачи.
- Рис.3 Распределение по кинетической энергии протонов, регистрируемых установкой.
- Рис.4 Спектр углов вылета  $\pi^0$ - мезона в с.ц.м.
- Рис.5 Энергетический спектр начальных  $\gamma$  - квантов.
- Рис.6 Энергетический спектр регистрируемых фотонов от распада  $\pi^0$ - мезона.
- Рис.7 Распределение по углу поворота протона в магнитном поле.
- Рис.8 Энергетические спектры остановившихся в пробном спектрометре протонов.
- Рис.9 Энергетические спектры рассеявшихся в углеродной пластине протонов.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Абрамян Л.О., Аветисян А.Э., Агабабян К.Ш. и др. Препринт ЕФИ-1262(68)-90, Ереван, 1990.
2. Агабабян К.Ш., Айвазян Р.Б., Арестакесян Г.А. и др. Препринт ЕФИ-1223(9)-90, Ереван, 1990.
3. Peterson V.Z. Preprint UCRL, UCRL- 10622, California, 1963

Рукопись поступила 5 мая 1990 г.

И.А.КЕРОЛЯН, А.А.ОГАНЕСЯН, Ж.В.ПЕТРОСЯН

МОНТЕ-КАРЛО РАСЧЕТ ЭКСПЕРИМЕНТА ПО ИЗМЕРЕНИЮ  $P_x$ ,  $P_y$ ,  $P_z$  -  
СОСТАВЛЯЮЩИХ ВЕКТОРА ПОЛЯРИЗАЦИИ ПРОТОНОВ В РЕАКЦИИ  $\gamma p \rightarrow p\pi^0$

Редактор Л.П.Мукаян

Технический редактор А.С.Абрамян

---

Подписано в печать 24/ХП-90г.

Формат 60x84/16

Офсетная печать. Уч. изд. л. 0,5

Тираж 299 экз. Ц. 8 к.

Зак. тип. № 322

Индекс 3649

---

Отпечатано в Ереванском физическом институте

Ереван 36, ул. Братьев Алиханян, 2

**The address for requests:  
Information Department  
Yerevan Physics Institute  
Alikhanian Brothers 2,  
Yrevan, 375036  
Armenia, USSR**

**ИНДЕКС 3649**



**ЕРЕВАНСКИЙ ФИЗИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ**