

THE ANGULAR DISTRIBUTION OF QUASI-CHERENKOV (PARAMETRIC) RADIATION TAKING INTO ACCOUNT THE MOSAIC STRUCTURE OF THE CRYSTAL

M. A. AGINYAN, C. YANG, A. S. ARUYUNYAN

An analysis and numerical calculation of angular distribution of quasi-Cherenkov radiation in ideal and mosaic crystals were carried out. The results of calculations were compared with experimental data.

Изв. АН Армянской ССР, Физика, т. 23, вып. 5, 244—251 (1988)

УДК 539.172.3:535.51:539.126.345

ИССЛЕДОВАНИЕ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ И УГЛОВОЙ ЗАВИСИМОСТИ ПОЛЯРИЗАЦИИ ПРОТОНОВ В РЕАКЦИИ ФОТОРОЖДЕНИЯ π^0 -МЕЗОНОВ НА ВОДОРОДЕ НА ЛИНЕЙНО-ПОЛЯРИЗОВАННОМ ПУЧКЕ ФОТОНОВ В РЕЗОНАНСНОЙ ОБЛАСТИ

Р. О. АВАКЯН, А. С. БАГДАСАРЯН, Г. А. ВАРТАПЕТЯН, Ю. А. ГАРИБЯН,
В. С. ЕГАНОВ, И. А. КЕРОПЯН, Г. О. МАРУКЯН, А. А. ОГАНЕСЯН,
Ж. В. ПЕТРОСЯН

Ереванский физический институт

(Поступила в редакцию 27 июля 1987 г.)

Исследованы угловые и энергетические зависимости P_y -составляющей вектора поляризации протонов в реакции $\gamma p \rightarrow p \pi^0$ в области энергий фотонов $E_\gamma = 0,73 - 1,5$ ГэВ и углов рождения π^0 -мезонов $\theta_{\pi^0}^* = 60 - 80^\circ$ в с. ц. м. Проведено сравнение экспериментальных данных с результатами различных феноменологических анализов.

В настоящей работе приводятся угловые и энергетические зависимости составляющей вектора поляризации протонов отдачи, направленной перпендикулярно плоскости реакции $\gamma p \rightarrow p \pi^0$ (P_y -составляющей) в области энергий фотонов $E_\gamma = 0,73 - 1,50$ ГэВ и углов рождения π^0 -мезонов $\theta_{\pi^0}^* = 60 - 80^\circ$ в с. ц. м.

Измерения P_y -составляющей вектора поляризации протонов проводились совместно с P_{xz} -составляющей в дважды-поляризационном эксперименте (поляризованный пучок — поляризация протонов отдачи).

Эксперимент был поставлен на пучке линейно-поляризованных фотонов, полученном на Ереванском электронном синхротроне с помощью когерентного тормозного излучения электронов с энергией 4,5 ГэВ на кристалле алмаза, когда вектор поляризации фотонов составлял с плоскостью реакции угол 45° .

Описание экспериментальных установок, а также методика измерений приведены в работах [1, 2]. Для измерения поляризации протонов использовался светосильный и универсальный поляриметр. Величина P_y -со-

ставляющей вектора поляризации протонов определялась путем анализа случаев рассеяния протонов «влево-вправо» в углеродных пластинках поляриметра. Определение поляризации протонов проводилось методом максимального правдоподобия.

Таблица 1

$$\bar{\theta}_{\pi^0}^* = 60^\circ$$

E_γ , ГэВ	$\theta_{\pi^0}^*$, град	$P_y \pm \sigma(P_y)$
0,8—0,9	64	0,025 \pm 0,50
0,9—1,0	63	0,32 \pm 0,22
1,0—1,1	61,5	0,17 \pm 0,12
1,1—1,2	60	0,29 \pm 0,09
1,2—1,3	58,5	0,53 \pm 0,085
1,3—1,4	56,5	0,78 \pm 0,12
1,4—1,5	55	0,87 \pm 0,21

Таблица 2

$$\bar{\theta}_{\pi^0}^* = 70^\circ$$

E_γ , ГэВ	$\theta_{\pi^0}^*$, град	$P_y \pm \sigma(P_y)$
0,760—0,845	73,3	-0,216 \pm 0,064
0,845—0,910	71,2	-0,213 \pm 0,053
0,910—0,975	69,9	-0,198 \pm 0,041
0,975—1,040	68,5	-0,188 \pm 0,054
1,040—1,105	66,5	-0,256 \pm 0,066
1,105—1,170	65,0	-0,250 \pm 0,104

Таблица 3

$$\bar{\theta}_{\pi^0}^* = 80^\circ$$

E_γ , ГэВ	$\theta_{\pi^0}^*$, град	$P_y \pm \sigma(P_y)$
0,730—0,786	83,6	-0,232 \pm 0,110
0,786—0,842	81,2	-0,264 \pm 0,100
0,842—0,898	79,8	-0,317 \pm 0,098
0,898—0,954	79,2	-0,348 \pm 0,106
0,954—1,010	77,7	-0,070 \pm 0,119
1,010—1,066	75,1	-0,058 \pm 0,189

Данные по энергетической зависимости P_y -составляющей вектора поляризации протонов для углов рождения π^0 -мезонов $\bar{\theta}_{\pi^0}^* = 60^\circ$ и 70° в с. ц. м., измеренные нами ранее, приведены в работах [3, 4], а данные для $\bar{\theta}_{\pi^0}^* = 80^\circ$ в с. ц. м. представлены в настоящей работе впервые.

Результаты измерений P_y для углов рождения π^0 -мезонов 60° , 70° , 80° в с. ц. м. представлены соответственно на рис. 1—3 и в табл. 1—3.

В приведенные ошибки $\sigma(P_y)$ включены как статистические ошибки, так и ошибки в определении величины $P_c \cdot \cos \Phi_{pp'}$, где P_c — анализирующая способность углерода, а $\Phi_{pp'}$ — азимутальный угол рассеяния протонов в углероде.

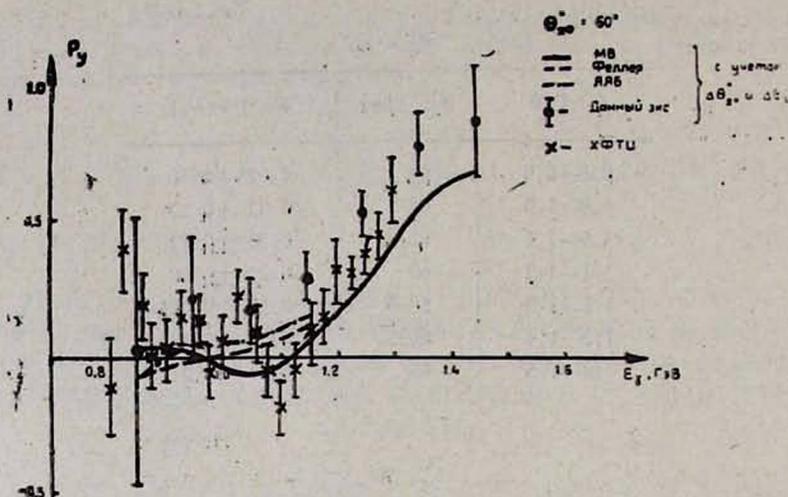


Рис. 1. Энергетическая зависимость P_y -составляющей вектора поляризации протонов в реакции $\gamma p \rightarrow p \pi^0$ для угла рождения $\theta_{\pi^*} = 60^\circ$: ● — данный эксперимент; X — работа [5]. Теоретические кривые взяты из работ: штрих-пунктирная — [8]; сплошная — [9]; штриховая — [10].

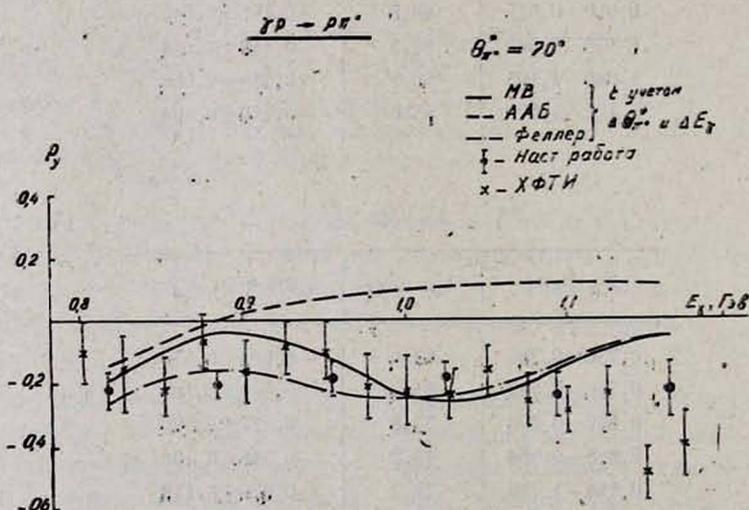


Рис. 2. Энергетическая зависимость поляризации P_y для угла $\theta_{\pi^*} = 70^\circ$: ● — данный эксперимент; X — работа [6]. Теоретические кривые: штриховая — [8]; сплошная — [9]; штрих-пунктирная — [10].

На рисунках представлены также данные по измерениям P_y -составляющей поляризации протонов, выполненным в ХФТИ [5—7] на неполяризованном пучке фотонов, и данные предсказаний феноменологиче-

ских анализов [8—10], приведенных к условиям наших измерений с учетом энергетического и углового разрешений экспериментальных установок.

Для угла $\theta_{\pi^0}^* = 60^\circ$ в с.ц.м. (рис. 1) в зависимости $P_y(E_\gamma)$ наблюдается непрерывное возрастание поляризации протонов до уровня $P_y = 0,87$, что обусловлено интерференцией амплитуд резонансов, входящих в третью резонансную область, с амплитудами резонансов из четвертой резонансной области и выше. Измеренная нами энергетическая зависимость P_y в целом согласуется с экспериментальными данными работы [5] и с предсказанием анализа [9].

Отличительной чертой энергетической зависимости поляризации $P_y(E_\gamma)$ для угла рождения π^0 -мезонов $\theta_{\pi^0}^* = 70^\circ$ в с.ц.м. (рис. 2) является то, что величина ее мала и отрицательна в исследуемой области энергий фотонов. Данные, полученные нами, удовлетворительно согласуются с результатами экспериментальной работы [6]. До энергии фотонов $E_\gamma \sim 1,1$ ГэВ измеренная зависимость поляризации P_y описывается анализами [9, 10].

На рис. 3 представлены экспериментальные данные по зависимости $P_y(E_\gamma)$ для угла рождения π^0 -мезонов $\theta_{\pi^0}^* = 80^\circ$ в с.ц.м. Согласующиеся между собой данные настоящей работы и работы [7] указывают на наличие структуры в поведении зависимости поляризации от энергии фотонов с минимумом при $E_\gamma \sim 0,9$ ГэВ, что не предсказывается ни одним из упомянутых анализов [8—10].

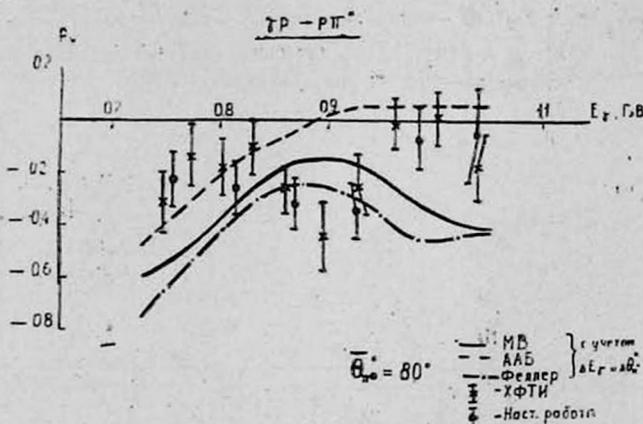


Рис. 3. Энергетическая зависимость поляризации P_y для угла $\theta_{\pi^0}^* = 80^\circ$:
 ● — данный эксперимент; × — работа [7]. Теоретические кривые (штриховая—[8]; сплошная—[9]; штрих-пунктирная—[10].

Угловые зависимости P_y -составляющей вектора поляризации протонов отдачи в реакции $\gamma p \rightarrow p \pi^0$ для значений энергии фотонов $E_\gamma = 0,8, 0,95, 1,05, 1,15$ ГэВ представлены соответственно на рис. 4—7. Экспериментальные данные, приведенные на этих рисунках, взяты из работ [5—7, 11—18], в которых измерения поляризации проводились при энергетическом разрешении фотонов не хуже ± 50 МэВ, а статистическая точность измерений поляризации составляла не более $\pm 0,35$. На рисунках приведены также результаты феноменологических анализов [8—10].

Экспериментальная зависимость $P_y(\theta_{\pi^+})$ для приведенных значений энергии E_T охватывает угловую область $\Delta\theta_{\pi^+} = 75-122^\circ$ и представляется 12—17 измеренными значениями поляризации. Большое количество измерений поляризации было проведено различными группами в районе угла 60° , что обусловлено резкой зависимостью $P_y(\theta_{\pi^+})$ в этой области и ее прохождением через нулевое значение.

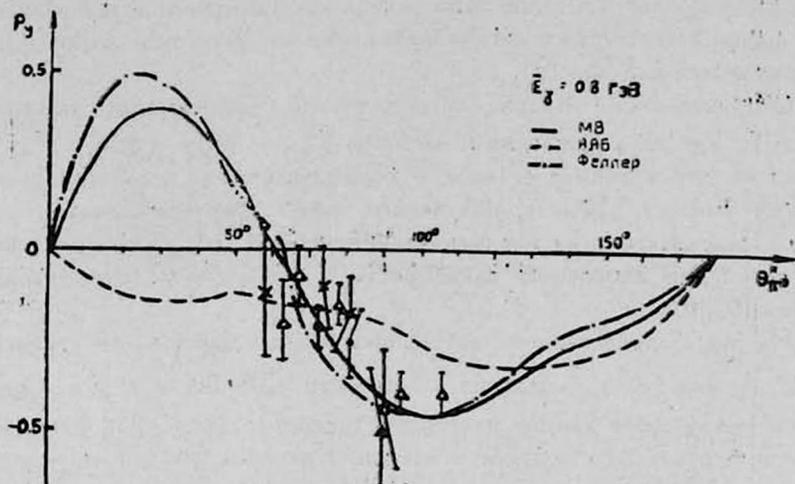


Рис. 4. Угловая зависимость P_y -составляющей вектора поляризации протонов для $\bar{E}_T = 0,8$ ГэВ: ● — наши данные; × — работы [5—7]; △ — работа [11]; □ — [12]; ▲ — [15]. Теоретические кривые: штриховая — [8]; сплошная — [9]; штрих-пунктирная — [10].

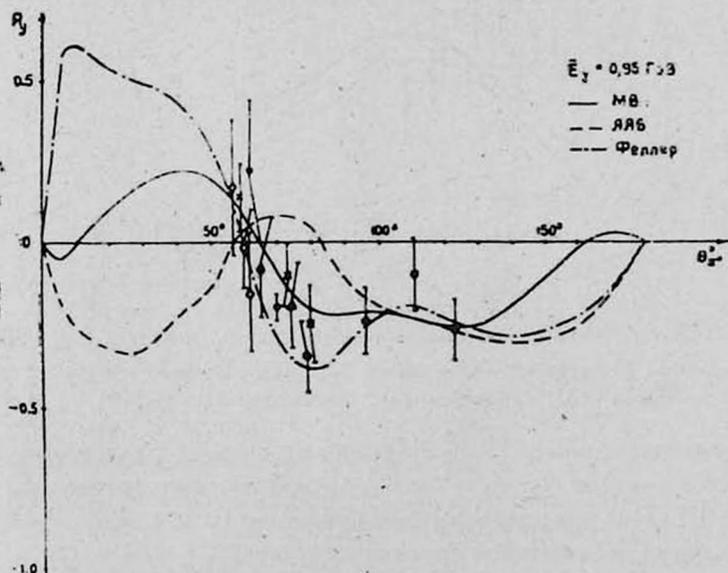


Рис. 5. Угловая зависимость поляризации P_y для $\bar{E}_T = 0,95$ ГэВ: ● — наши данные; × — из работ [5—7]; △ — работа [11]; ○ — работа [13]; ◇ — работа [14]. Теоретические кривые: штриховая — [8]; сплошная — [9]; штрих-пунктирная — [10].

В угловой зависимости $P_y(\theta_{\pi}^*)$ для энергий фотонов $E_\gamma = 0,8$ и $0,95$ ГэВ (рис. 4 и 5) в пределах статистических ошибок измерений наблюдается удовлетворительное согласие между значениями поляризации, из-

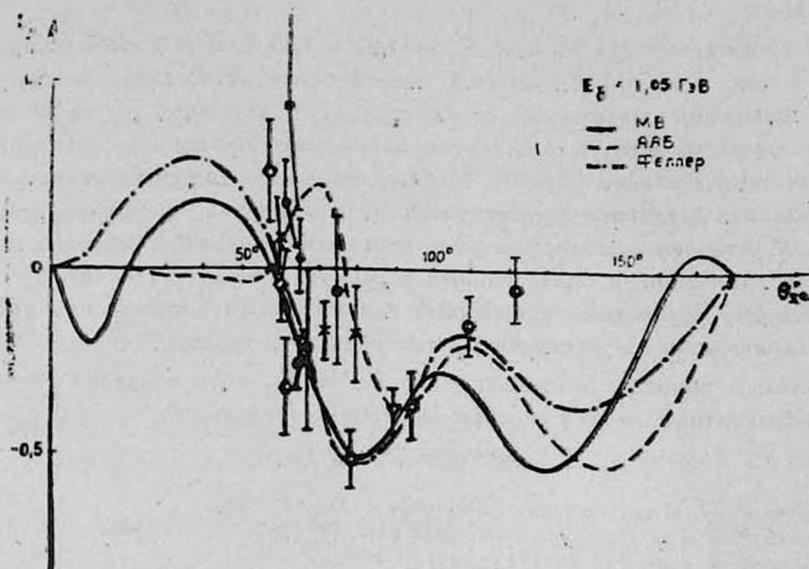


Рис. 6. Угловая зависимость поляризации P_y для $\bar{E}_\gamma = 1,05$ ГэВ: ● — наши данные; × — из работ [5—7]; ○ — работа [13]; ◇ — работа [14]; ▽ — работа [16]; ■ — работа [17]; ◆ — работа [18]. Теоретические кривые: штриховая — [8]; сплошная — [9]; штрих-пунктирная — [10].

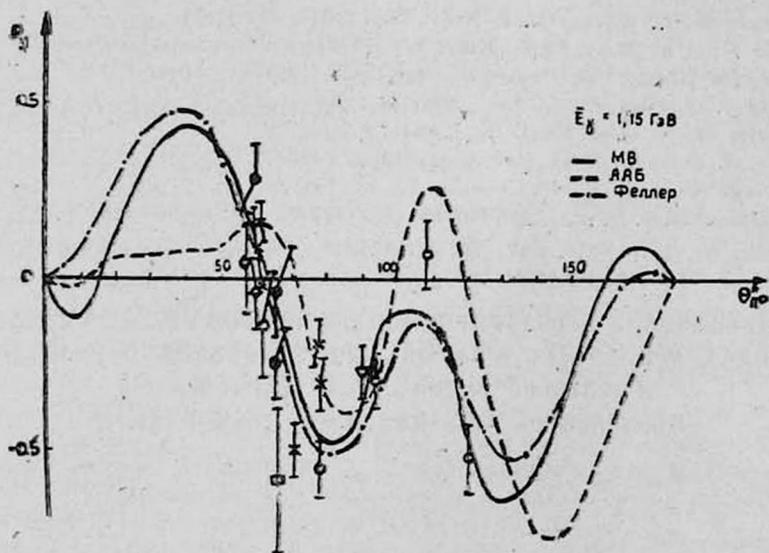


Рис. 7. Угловая зависимость поляризации P_y для $\bar{E}_\gamma = 1,15$ ГэВ: ● — наши данные; × — из работ [5—7]; ○ — работа [13]; ◇ — работа [14]; ▽ — работа [16]; ■ — работа [17]. Теоретические кривые: штриховая — [8]; сплошная — [9]; штрих-пунктирная — [10].

меренными различными группами, что позволяет сделать вывод относительно лучшего описания измеренной зависимости результатами анализов [9, 10]. Из рис. 5 следует, что для однозначного выбора одного из двух анализов [9, 10] необходимо проведение измерений поляризации в области углов $\theta_{\pi^0}^* < 50^\circ$.

В то же время для энергий $E_\gamma = 1,05$ и $1,15$ ГэВ в угловой зависимости P_γ (рис. 6 и 7) наблюдаются значительные разногласия между данными измерений различными группами как по величине, так и по знаку поляризации, и это обстоятельство затрудняет проведение сравнений с результатами анализов [8—10]. Наблюдаемое несоответствие данных можно объяснить различием энергетических и угловых разрешений экспериментальных установок, статистических точностей измерений, методик измерений поляризации, использованных в работах [5—7], [11—18].

Поэтому необходимо дальнейшее накопление систематических данных по поляризационным параметрам, измеренным с хорошей статистической точностью и высоким разрешением по E_γ и $\theta_{\pi^0}^*$, что позволит уточнить электромагнитные характеристики нуклонных резонансов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Авакян Р. О. и др. Препринт ЕФИ—623 (13)—83, 1983.
2. Авакян Р. О. и др. Препринт ЕФИ—954 (4)—87, 1987.
3. Авакян Р. О. и др. ЯФ, 37, 334 (1983).
4. Авакян Р. О. и др. ЯФ, 46, 1445 (1987).
5. Браташевский А. С. и др. ЯФ, 33, 1020 (1981).
6. Браташевский А. С. и др. ЯФ, 35, 56 (1982).
7. Браташевский А. С. и др. ЯФ, 38, 390 (1983).
8. Азнаурян И. Г. и др. Тезисы докл. 5-ой конф. молодых ученых ЕрФИ, Ереван, 1981.
9. Metcalf W. J., Walker R. L. Nucl. Phys., B76, 253 (1974).
10. Feller P. et al. Nucl. Phys., B104, 219 (1976).
11. Lundquist D. E. et al. Phys. Rev., 168, 1527 (1968).
12. Maloy J. O. et al. Phys., Rev., 139, 733 (1965).
13. Prentice M. N. et al. Nucl. Phys., B41, 353 (1972).
14. Bloom E. D. et al. Phys. Rev. Lett., 19, 671 (1967).
15. Quertzolt R. et al. Nuovo Cimento, 19, 53 (1961).
16. Дербчинский А. Н. и др. ЖЭТФ, 66, 68 (1974).
17. Tanaka M. et al. Phys. Rev., D8, 1 (1973).
18. Cheng S. Thesis Cambridge (MIT), 1970.

ՌԵԶՈՆԱՆՍՍՅՒՆ ՏԻՐՈՒՅԹՈՒՄ ԳՇԱՅԻՆ ԲԵՎԵՌԱՅՎԱԾ ՖՈՏՈՆՆԵՐԻ ՓՆՋՈՎ ԶՐԱՆԻ ՎՐԱ π^0 -ՄԵԶՈՆՆԵՐԻ ՖՈՏՈՆՄԱՆ ՌԵԱԿՑԻԱՅԻ ՊՐՈՏՈՆՆԵՐԻ ԲԵՎԵՌԱՅՄԱՆ ԷՆԵՐԳԵՏԻԿ ԵՎ ԱՆԿՅՈՒՆԱՅԻՆ ԿԱԽՎԱԾՈՒԹՅԱՆ ՀԵՏԱԶՈՏՈՒՄԸ

Ռ. Զ. ԱՎԱԳՅԱՆ, Ա. Ս. ԲԱՎԴԱՍՏԱՐՅԱՆ, Հ. Հ. ՎԱՐԴԱՊԵՏՅԱՆ, ՅՈՒ. Ա. ՂԱՐԻՅԱՆ,
Վ. Ս. ԵԿԱՆՈՎ, Ի. Ա. ՔԵՐՐՅԱՆ, Հ. Հ. ՄԱՐՈՒՔՅԱՆ,
Ա. Ա. ՀՈՎՀԱՆՆԻՍՅԱՆ, Ժ. Վ. ՊԵՏՐՈՍՅԱՆ

Հետազոտված են $\gamma p \rightarrow p \pi^0$ ռեակցիայի պրոտոնների բևեռացման վեկտորի P_γ բաղադրիչ անկյունային և էներգետիկ կախվածությունները ֆոտոնների էներգիայի $E_\gamma = (0,73 - 1,50)$ ԳէՎ տիրույթում և π^0 -մեզոնների ծնման $\theta_{\pi^0}^* = 60 - 80^\circ$ անկյունների համար: Փորձնական տվյալները համեմատված են տարրիկ ֆեյնմանդիակիան կանխադաշակումների տրայեկտրիերի հետ:

INVESTIGATION OF ENERGY AND ANGULAR DEPENDENCE OF RECOIL PROTONS POLARIZATION IN π^0 -MESONS PHOTOPRODUCTION ON HYDROGEN BY LINEARLY POLARIZED PHOTON BEAM IN THE RESONANCE REGION

R. O. AVAKYAN, A. S. BAGDASARYAN, H. A. VARTAPETYAN,
Yu. A. GARIBYAN, V. S. EGANOV, I. A. KEROPYAN, H. H. MARUKYAN,
A. A. OGANESYAN, Zh. V. PETROSYAN

The energy and angular dependence of the P_y -component of the vector of recoil protons polarization have been investigated in $\gamma p \rightarrow p \pi^0$ reaction in the energy range $E_\gamma = 0.73 - 1.5$ GeV and c.m.s. angles of π^0 photoproduction $\theta_{c.m.}^* = 60 - 80^\circ$. The results are compared with productions of various phenomenological analyses.

Изв. АН Армянской ССР, Физика, т. 23, вып. 5, 251—255 (1988)

УДК 539.12.17

О ВКЛАДЕ КВАЗИДЕЙТРОННОГО МЕХАНИЗМА В ПРОЦЕСС ФОТООБРАЗОВАНИЯ КУМУЛЯТИВНЫХ ПРОТОНОВ

М. Дж. АМАРЯН, Р. А. ДЕМИРЧЯН, К. Е. ЕГИЯН, М. С. ОГАНДЖАНЫ,
С. Г. СТЕПАНЯН, Ю. Г. ШАРАБЯН

Ереванский физический институт

(Поступила в редакцию 16 декабря 1987 г.)

Вычислены выходы фотообразования кумулятивных протонов, обусловленные расщеплением квазидейтронов в ядре как первичными фотонами, так и вторичными малознергичными пионами. Показано, что суммарный вклад рассматриваемых механизмов может составить от 25% (при энергии протонов ≤ 100 МэВ) до 5% (≥ 200 МэВ) экспериментально измеренных выходов кумулятивных протонов из ядра ^{12}C при $E_\gamma^{\text{max}} = 4,5$ ГэВ.

Введение

Для объяснения механизма образования кумулятивных частиц в настоящее время выдвинут ряд теоретических моделей. По физическим принципам, лежащим в основе этих моделей, их можно разделить на две основные категории: модели, основанные на вторичных взаимодействиях [1—3], и модели, основанные на прямых механизмах взаимодействия [4—6]. Очевидно, что для полного понимания явления образования кумулятивных частиц (КЧ) необходимо определить возможные вклады всех моделей.

Одним из источников образования КЧ является взаимодействие падающей частицы с внутриядерными нуклонными образованиями. Спектр характеристик таких образований очень широк, так как в ядре могут осуществляться различные состояния различного числа нуклонов. Первым и наиболее простым состоянием, рассмотренным еще в 1951 г. Левинджером [7] для объяснения образования на ядрах протонов γ -квантами с энергией до 200 МэВ [8], является протон-нейтронная корреляция с волновой функцией дейтрона, т. н. квазидейтрон.