

ԵՐԵՎԱՆԻ ՖԻԶԻԿԱՅԻ ԻՆՍՏԻՏՈՒՏ
ЕРЕВАНСКИЙ ФИЗИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ

ЕФII-506(49)-81

Р.О.АВАКЯН, З.О.АВАКЯН, А.Э.АВЕТИСЯН,
Н.З.АКОПОВ, А.А.АРМАГАНЯН, Ю.А.ГАРИБЯН,
С.Г.ГИНДОЯН, С.С.ДАНАГУЛЯН, В.С.ЕГАНОВ,
И.Х.КОСАКОВ, Г.О.МАРУКЯН, Р.М.МИРЗОЯН,
А.А.ОГАНЕСЯН, М.А.ОГАНЕСЯН, Ж.В.ПЕТРОСЯН,
Р.Ц.САРКИСЯН, Е.М.СХТОРЯН, С.П.ТАРОЯН,
Г.М.ЭЛБАКЯН

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ УСТАНОВКА
ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЯ ПОЛЯРИЗАЦИИ ПРОТОЧОВ В
РЕАКЦИЯХ ФОТОРОЖДЕНИЯ

ԵՐԵՎԱՆ 1981 ԵՐԵՎԱՆ

N.Z.AKOPOV, A.A.ARMAGANYAN, E.O.AVAKYAN,
 R.O.AVAKYAN, A.E.AVETISYAN, S.S.DANAGULYAN,
 G.M.ELBAKYAN, YU.A.GARIBYAN, S.G.GINDOYAN,
 I.KH.KOSAKOV, G.O.MARUKYAN, R.R.MIRZOYAN,
 A.A.OGANESYAN, ZH.V.PETROSYAN, R.TS.SARKISYAN,
 E.M.SKHTORYAN, S.P.TAROYAN, V.S.YEGANOV

EXPERIMENTAL SETUP FOR MEASURING PROTON POLARIZATION IN PHOTOPRODUCTION REACTIONS

A two-arm experimental setup for the investigation of polarization phenomena in photoproduction reactions on hydrogen and nuclei is described. By means of the described setup the energy dependence of $P_x^{45^\circ}$ -component of the recoil protons polarization vector is measured in the reaction $\gamma p \rightarrow p\pi^0$ in the range $E_\gamma = (0.8 + 1.50)$ GeV for the pion angle in C - system $\Theta_\pi^* = 60^\circ$, when the γ -quanta polarization vector composes with the reaction plane 45° .

Yerevan Physics Institute

Yerevan 1981

УДК.539.172.3:001.5

Р.О.АВАКЯН, З.О.АВАКЯН, А.Э.АВETИСЯН, Н.З.АКОПОВ,
А.А.АРМАГАНЯН, Ю.А.ГАРИБЯН, С.Г.ГИНДОЯН, С.С.ДАНАГУЛЯН,
В.С.ЕГАНОВ, И.Х.КОСАКОВ, Г.О.МАРУКЯН, Р.М.МИРЗОЯН,
А.А.ОГАНЕСЯН, М.А.ОГАНЕСЯН, Ж.В.ПЕТРОСЯН, Р.Ц.САРКИСЯН,
Е.М.СХТОРЯН, С.П.ТАРОЯН, Г.М.ЭЛБАКЯН

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ УСТАНОВКА ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЯ ПОЛЯРИЗАЦИИ
ПРОТОНОВ В РЕАКЦИЯХ ФОТОРОЖДЕНИЯ

Описана двухплечевая экспериментальная установка для исследования поляризационных явлений в реакциях фоторождения на водороде и ядрах. С помощью описываемой установки была измерена энергетическая зависимость $P_{xz}^{45^\circ}$ - составляющей вектора поляризации протонов отдачи в реакции $\gamma p \rightarrow p\pi^0$ в области $E_\gamma = (0,8 + 1,50)$ ГэВ для угла пиона в Ц-системе $\theta_\pi^* = 60^\circ$, когда вектор поляризации γ -квантов составляет с плоскостью реакции 45° .

Ереванский физический институт

Ереван 1981

БФИ-506(49)-81

Р.О.АВАКЯН, З.О.АВАКЯН, А.Э.АВETИСЯН, Н.З.АКОПОВ ,
А.А.АРМАГАНЯН, Ю.А.ГАРИБЯН, С.Г.ГИНДЖЯН, С.С.ДАНATУЛЯН,
В.С.ЕГАНОВ, И.Х.КОСАКОВ, Г.О.МАРУКЯН, Р.М.МИРЗОЯН,
А.А.ОГАНЕСЯН, М.А.ОГАНЕСЯН, Ж.В.ПЕТРОСЯН, Р.Ц.САРКИСЯН,
Е.М.СХТОРЯН, С.П.ТАРОЯН, Г.М.ЭЛБАКЯН

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ УСТАНОВКА ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЯ ПОЛЯРИЗАЦИИ
ПРОТОНОВ В РЕАКЦИЯХ ФОТОРОЖДЕНИЯ

Ереван 1981

© *Ереванский физический институт, 1981*

В работе описывается экспериментальная установка, позволяющая одновременное измерение величин P_y и $P_{x'}$ - составляющих вектора поляризации протонов энергии (150 ± 230) МэВ. Созданная установка имеет большие возможности исследования поляризационных явлений во взаимодействиях γN и γA :

а) исследования зависимости динамических величин $P_{x'}^{45}$, $P_{x'}^x$, $P_{x'}^z$ от E_γ и θ_{π}^* для реакции $\gamma P \rightarrow P\pi^0$ в резонансной области энергий при наличии поляризованного γ -пучка или поляризованной протонной мишени; б) исследование зависимости P_y и $P_{x'}$ - составляющих вектора поляризации кумулятивно рожденных протонов в инклюзивной реакции $\gamma A \rightarrow PX$ от величин E_γ^{max} , $\theta_{\gamma P}$, A и т.д.

С помощью представляемой установки была измерена зависимость $P_{x'}^{45}$ - составляющей вектора поляризации протонов отдачи в реакции $\gamma P \rightarrow P\pi^0$ от энергии γ -квантов, когда вектор поляризации γ -квантов составляет с плоскостью реакции 45° . Эксперимент был поставлен на пучке линейно-поляризованных фотонов, полученных на Ереванском электронном ускорителе с помо-

цью когерентного тормозного излучения ($K\alpha$) электронов с энергией 4,6 ГэВ на кристалле алмаза. Измерения проводились для угла рождения π^+ -мезонов $\theta_{\pi^+}^* = 60^\circ$ и энергетической области γ -квантов (0.8 ± 1.50) ГэВ. Кинематические области исследуемой реакции приведены в табл. I. Экспериментальная установка схематически изображена на рис. I. Она состоит из двух плеч, которые предназначены для регистрации протонов отдачи в совпадении с фотонами от распада π^+ -мезонов. Установкой было зарегистрировано 400 тысяч ($P\pi^+$)-событий, из которых число полезных для определения величины поляризации протонов, случаев составляло примерно 5,6 тысяч, т.е. 1,4%. Измерения проводились при интенсивности γ -пучка, равной $(3 \pm 5) 10^8 \frac{\text{эВ} \cdot \text{кВ}}{\text{с}}$.

Регистрация фотонов от распада π^+ -мезонов производилась счетчиками полного поглощения (СПП) на основе кристаллов NaI . В эксперименте были использованы 16 СПП с конфигурацией их распределения (4×4) . Размеры каждого счетчика составляют $(130 \times 130 \times 300)$ мм³, а общий размер годоскопа — $(520 \times 520 \times 300)$ мм³. В счетчиках использовались спектрометрические фотоумножители типа ФЭУ-82 и ФЭУ-110. Для исключения из регистрации заряженных частиц перед годоскопом была установлена система сцинтилляционных счетчиков ($A_1, \dots, A_5$), полностью перекрывающих поверхность годоскопа и служащих антисчетчиками. Для уменьшения загрузки счетчиков $\bar{A}_i$ перед ними устанавливался поглотитель из легкого вещества (2-х сантиметровой полистирол). Для проведения эксперимента годоскопическая система была калибрована на вторичном электронном пучке Ереванского ускорителя для определения:

а) величины максимального порога дискриминации электронной ап-

паратуры, при которой минимальная энергия (450 МэВ) интересующей нас энергетической области γ -квантов регистрируется со 100% эффективностью;

б) изменение средней задержки в зависимости от энергии γ -квантов при быстром совпадении СПП с пластическими сцинтилляционными счетчиками. Измерения показали, что величина измерения средней задержки для используемых в СПП фотоумножителей не превышает ± 7 нс. Исходя из этого значения определялись длительности выходных импульсов дискриминаторов-формирователей СПП и $\bar{A}_i$, чтобы на вершине кривых задержанных совпадений величина плато составляла бы $25 \div 30$ нс. Амплитудные и временные характеристики годоскопической системы представлены в работе [1].

Протонное плечо установки состоит из пробежного спектрометра, поляриметра и координатных детекторов. Это плечо установки служит для измерения углов рождения протонов, их энергий и поляризации. В этом плече установлено 12 сцинтилляционных счетчиков, в которых использовались фотоумножители типа ФЭУ-30. Поперечные размеры и толщина пластических сцинтилляторов этих счетчиков приводятся в табл.2. Поскольку R_i и $\bar{C}$ -счетчики имеют по вертикали большой линейный размер, то для улучшения однородности эффективности регистрации они состояли из 2 отдельных одинаковых счетчиков. Это обстоятельство позволяло нам в ходе эксперимента набор статистики производить, переставляя вверх-вниз счетчики R_i и $\bar{C}$. Эффективность регистрации всех сцинтилляционных счетчиков протонного плеча исследовалась на калибровочном тракте протонов (пионов) с энергиями $T_p = (100 + 300)$ МэВ ($T_\pi = (50 + 150)$ МэВ.) в зависимости от напряжения питания ФЭУ, порога дискриминации и места попадания частицы на сцинтил-

лятор. Измерения показали, что эффективность регистрации счетчиков составляет 100% и не зависит от места прохождения частиц. Телесный угол протонного плеча определяется размерами счетчика C_1 и составляет 2.2×10^{-2} ср. Счетчик C_4 установлен от центра жидководородной мишени (ЖВМ) на расстоянии 80 см, имеет цилиндрическую форму (диаметр - 5 см, высота - 10 см), по оси которой падает пучок γ -квантов сечением (10×10) мм². Сцинтилляционные счетчики $R_1 \div R_4$ вместе с поглотителями Π_1, Π_2, Π_3, Y_4 образуют пробегный спектрометр, с помощью которого, используя связь пробег-энергия, определяется кинематическая энергия протонов. Данные о поглотителях даны в табл.3. Следует отметить, что толщина данного вещества поглотителя определяется из условия, что суммарная толщина сцинтиллятора и поглотителя обеспечивали шаг по энергии примерно 20 МэВ. Нижний предел энергетической области регистрируемых протонов определяется суммарной толщиной сцинтилляторов $C_{1,2}$ -счетчиков и $Y_{1,2,3}$ -углеродных пластинок. Аналогичным образом определяется верхний предел области с помощью $\bar{C}$ -счетчика. Энергетическая область регистрируемых спектрометром протонов составляет $\Delta T_p = (150 \div 228)$ МэВ. Характеристики пробегного спектрометра - средняя энергия остановившихся в спектрометре протонов и дисперсия энергии протонов находятся расчетом Монте-Карло [2], и на рис.2 приводятся энергетические спектры для четырех значений энергий R -спектрометра в виде гистограмм. Отделение протонов от сопутствующих $\Pi^\pm$ -мезонов осуществляется с помощью апертурных счетчиков C_1 и C_2 , которые одновременно являлись (dE/dx) -счетчиками. После нахождения порога обрезания $\Pi^\pm$ -мезонов в амплитудном спектре мезонов и протонов

и установления этих порогов на дискриминаторах-формирователях счетчиков C_1 и C_2 , регистрируемый счетчиком C_1 (dE/dX)-спектр протонов с энергиями ΔT_p дается на рис.3.

Блок-схема электроники установки приведена на рис.4. Триггерный импульс протонного плеча получается совпадательным сигналом от счетчиков C_1 , C_2 , R_1 и сигналом от антисовпадательного счетчика $\bar{C}$. Длительность импульса на выходе формирователя составляла 20 нс, кроме антисчетчиков $\bar{C}$ и $\bar{A}_1$, для которых длительность выходного сигнала была установлена 40 нс. Все формирователи управлялись воротным импульсом, открывавшим их только на время вывода γ -пучка ускорителя. Стробоскопические совпадения, которые служили для стробирования импульсов от пробных счетчиков $R_1 \div R_4$, запускались импульсом совпадения ($p\pi^0$). Кривая задержанных совпадений событий ($R\pi^0$) представлена на рис.5.

В протонном плече установки использовались 30 однокоординатных (X , Y) искровых проволочных камер с ферритовым съемом информации. Общее количество ферритовых колец составило 8500, и оно было разбито на две группы 140 и 125 адресов по 32 кольца в каждой. Размеры рабочих окон камер и их некоторые характеристики даны в табл. 4. Первые 10 искровых камер (ИК)-координатные детекторы, служили для измерения углов рождения $\theta_{\gamma p}$ и $\varphi_{\gamma p}$ протонов. Остальные 20 ИК, входящие в состав поляриметра, служили для измерения углов рассеяния протонов $\theta_{pp'}$, $\varphi_{pp'}$ в рассеивателе. Камеры всех размеров были отлиты из эпоксидной смолы, армированной стеклом. Толщина майларовой пленки окон камер составляет 100 микрон. Камеры продувались неоном особой чистоты в режиме циклической чистки. Вопросы, связанные

с газовым питанием ИК - чистотой поступающего в искровые камеры газа, скоростью его продува, контролем давления газа в камерах представлены в работе [3]. Высоковольтное импульсное питание всех камер осуществлялось от трех одинаковых генераторов, собранных на водородных тиратронах ТТИ-1000/25 с кабельной формировкой формы импульса. Стабилизатор высокого напряжения, который служил для питания анода тиратрона, позволял регулировать амплитуду высоковольтных импульсов от 4 до 6 кВт ступенчато через 100 В и запускать генераторы с частотой до 100 Гц при высокой стабильности анодного напряжения на тиратронах. Подробности электрического питания ИК приведены в работе [3].

Средняя эффективность ИК ($\bar{\epsilon}$) составляла 80%. В ходе эксперимента постоянно, примерно через каждые 10 тысяч случаев регистрации ($R_{\text{н.о.}}$)-случаев ($R_{\text{н.п.}}$), контролировались с помощью ЭВМ эффективности всех искровых камер. Из этих данных следует, что максимальный разброс величины ($\epsilon_{\text{н.п.}} - \bar{\epsilon}$) по времени измерения для всех камер не превышает 6%. Гистограмма распределения искр относительно трека иллюстрирует рис. 6. Здесь представлены данные 10, 13 и 15-й камер. Наблюдается расширение распределений, что обусловлено многократным рассеянием протонов в углеродных пластинках, расположенных перед ИК. Если перед 13-й камерой имеется одна углеродная пластинка Y_1 толщиной 2,5 см, то 15-я камера расположена после второй пластинки Y_2 толщиной 2,4 см. Ширина коридоров (внутри которых ищутся искры для построения трека частицы) для блоков ИК, расположенных после каждой углеродной пластинки Y_i , определялась исходя из бокового смещения траектории протонов, обусловленно-

го их многократным рассеянием в углеродных пластинках. Эти ширины даются в табл.5.

Поляриметр, входящий в состав протонного плеча, представляет из себя распределенную систему рассеивающих пластинок и расположенных непосредственно за ними искровых камер. С помощью поляриметра определяется значение поляризации протонов отдачи, основываясь на явлении рассеяния протонов в этих пластинках. Выделение случаев рассеяния протонов и определение угловых координат треков ($\theta_{pp'}$, $\varphi_{pp'}$) производится с помощью поляриметра. В качестве рассеивателя был выбран углерод, учитывая его преимущество относительно других рассеивателей в таких, важных свойствах, какими являются:

- высокая анализирующая способность рассеивателя в сочетании с большим сечением рассеяния;
- слабая функциональная зависимость анализирующей способности от энергии протонов (T_p) и угла рассеяния ($\theta_{pp'}$);
- наличие экспериментальных данных анализирующей способности в интересующей нас области T_p и $\theta_{pp'}$ как для упругих, так и для неупругих рассеяний;
- хорошие конструкционные свойства и т.д.

На рис.7 приведена зависимость анализирующей способности углерода от угла рассеяния $\theta_{pp'}$ для протонов энергии 180 МэВ. Кривая, соответствующая значению $\Delta E = 0$, представляет собой анализирующую способность (P_c), обусловленную только упругими рассеяниями протонов на углероде, а кривая, соответствующая значению $\Delta E = 50$ МэВ, эффективную анализирующую способность ($P_c^{\text{эфф}}$), обусловленную упругими и неупругими, с потерей до 50 МэВ включительно, рассеяниями. Поскольку предпола-

галось измерение поляризации протонов в данном эксперименте проводить, используя как упругие, так и неупругие рассеяния протонов в углероде, то для расчетов по определению величины поляризации использовалась эффективная анализирующая способность. Зависимость $P_c^{\text{эфф}}$ от T_p и $\theta_{pp'}$ бралась нами из работы [4]. На рис.8 приведены зависимости дифференциального поперечного сечения упругого и неупругого взаимодействий протонов с энергией 185 МэВ в углероде от угла рассеяния. Энергетические спектры протонов, рассеянных под углами $5 \div 15$ градусов в четырех углеродных пластинках энергии T_{p_3} , которые получены расчетом Монте-Карло в интересующих нас условиях реакции $\chi p \rightarrow p \pi^0$, даны на рис.9. Среднее значение дисперсий энергии протонов, рассеянных в углеродных пластинках, составляет ± 13 МэВ [2], что приводит к ошибкам от $\pm 2,5\%$ до $\pm 12\%$ эффективной анализирующей способности углерода для угла рассеяния протонов $\theta_{pp'} = 10^\circ$. Максимальная ошибка $P_c^{\text{эфф}}$ соответствует максимальной энергии протонов при рассеянии. Суммарная толщина углеродных пластинок составляет 8,7 см, которая обусловлена тем, что протоны максимальной энергии при рассеянии в углероде должны иметь энергии не меньше 90 МэВ, поскольку уже при $T_p = 90$ МэВ анализирующая способность $P_c = 0,1$. Плотность используемых углеродных пластинок составляет $1,93 \text{ г/см}^3$, а процентное содержание углерода в этих пластинках по данным спектрального анализа 97,26%. Выбор оптимальной области наблюдения рассеяния протонов определенной энергии для углеродного анализатора производился исходя из зависимости $T\epsilon^2(p)$ от полярного угла $\theta_{pp'}$. Эта зависимость для трех энергий протона представлена на рис.10. где $\epsilon^2(p)$ -ошибка в

измерении величины поляризации протонов, а T — длительность измерения. Из рисунка видно, что в случае углеродного рассеивателя требуемое время для измерения величины поляризации заданной точности интересующей нас энергии протонов (150+230) МэВ минимальная для области углов наблюдения $5 \div 15$ градусов. Поляриметр, созданный нами, в сочетании с пробегным спектрометром позволяет регистрировать рассеянные протоны именно под углом $5 \div 15$ градусов и, что самое главное, под любым азимутальным углом рассеяния в области $[0, 2\pi]$. Последнее обстоятельство создает возможность одновременно измерить две составляющие вектора поляризации (P_y , P_x') протонов.

Создан универсальный (одновременное измерение P_y , P_x' — составляющих вектора поляризации протонов) и светосильный (охват оптимальных углов наблюдения и максимальная толщина углеродного рассеивателя) поляриметр.

Во время эксперимента с помощью протонного плеча описанной установки определяются 6 величин: $\theta_{\delta p}$, $\varphi_{\delta p}$, N_{Y_j} , $\theta_{\delta p'}$, $\varphi_{\delta p'}$,

N_{R_i} , где N_{Y_j} — номер углеродного рассеивателя, а N_{R_i} — номер счетчика пробегного спектрометра. При обработке экспериментальных данных номера N_{Y_j} и N_{R_i} заменяются соответствующими значениями энергии, которые следуют из данных по расчету Монте-Карло $N_{Y_j} \rightarrow \overline{T}_{PY_j}$; $N_{R_i} \rightarrow \overline{T}_{PR_i}$. Определение величин P_y и P_x' — составляющих вектора поляризации протонов энергии $\overline{T}_{PR_i}$, производится методом максимального правдоподобия, используя следующую логарифмическую функцию правдоподобия:

$$L = \prod_{i=1}^n [1 + (P_y \cos \varphi_{pp'}^i - P_x' \sin \varphi_{pp'}^i) P_c^{\text{эфф}}(\theta_{pp'}^i, \overline{T}_{PR_i})]$$

Съем и передача информации с экспериментальной установки, т.е. из 30 ИК и 8 пробегных счетчиков, производились с помощью устройства "Искра" [5], которое связано с системой ЭВМ PDP-8, PDP-9 и M-222 в режиме "on-line". Связь устройства "Искра" с системой ЭВМ, после считывания информации с экспериментальной установки осуществляется через 18 разрядное слово, в котором адрес группы занимает 11 разрядов, а адрес искры - 6 разрядов. После запоминания информации в ИК производятся съем и передача данных с пробегных счетчиков к системе ЭВМ.

Обработка физической информации производится по комплексу программ на ЕС-1022. Для каждого события (P_{α}°) программа дешифрует координаты искр и показания счетчиков R-спектрометра, отделяет трековые искры от ложных и фоновых, производит поиск треков двумя методами (струнный и каналный) в плоскостях XOZ и YOZ с одновременным выделением случаев рассеяния, проверяет пересечения найденного трека с плоскостью мишени и его прохождение через срабатывающий счетчик R-спектрометра, выдает информацию о событиях (P_{α}°) с углами рассеяния протонов в углеродных пластинках в области $\Delta \theta_{pp'} = 5 \div 15$ градусов в виде меток, указывающих на рассеиватель (N_{Yj}) и поглотитель (N_{Ri}) и угловых параметров направления трека до ($\theta_{xp}, \varphi_{xp}$) и после ($\theta_{xp'}, \varphi_{xp'}$) рассеяния. Программа позволяет вывести на печать произвольно выбранные события, что дает возможность наглядно и подробно проследить за работой по фильтрации данных и по нахождению случаев рассеяния. На рис. II в качестве иллюстрации приведена распечатка результата машинной обработки одного из случаев регистрации (P_{α}°) события.

Таблица 1

$\bar{\theta}_{\text{зр}}$, град	$\bar{\theta}_{\text{эл}}$, град	ΔT_p , МэВ	$\Delta E_{\text{т.о.}}$, МэВ	$\Delta E_{\text{г.}}$, МэВ
55°	35°18	(150±228)	(650±1222)	(450±1050)

Таблица 2

счетчи- ки	C_1	C_2	R_1	R_2	R_3	R_4	$\bar{C}$
Размеры см ³	7х20х0.5	20х25х1	25х40х2	25х40х2	50х80х1	50х80х1	75х90х2

Таблица 3

Поглотитель	Π_1	Π_2	Π_3	Υ_4
Вещество	углерод	углерод	оргстекло	углерод
Толщина см	1,1	2,1	3,0	1,7

Таблица 4

Размеры ИК, см ²	20х25	25х40	50х80
Зазор между электродами, мм	8	10	8
Шаг намотки, мм	2	2	3
Кол-во, штук	10	12	8

Таблица 5

Блоки ИК	I	II	III	IV
Ширина коридо- ров в мм	±10	±15	±20	±20

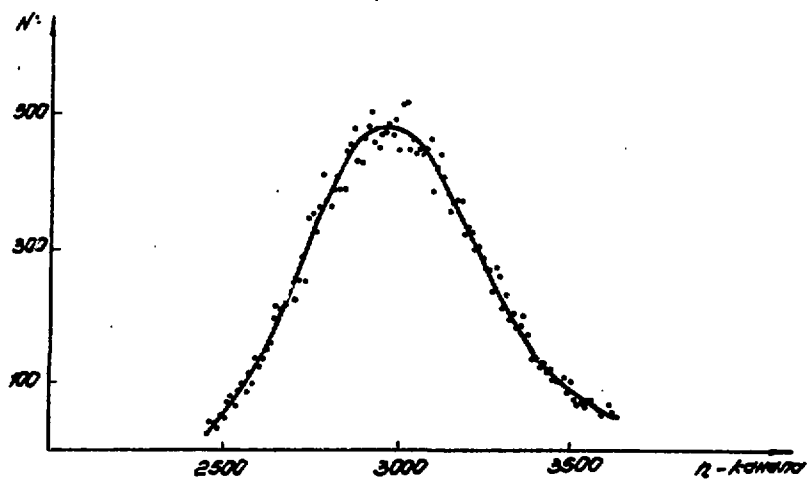


Рис.3 Амплитудный спектр C_1 -счетчика.

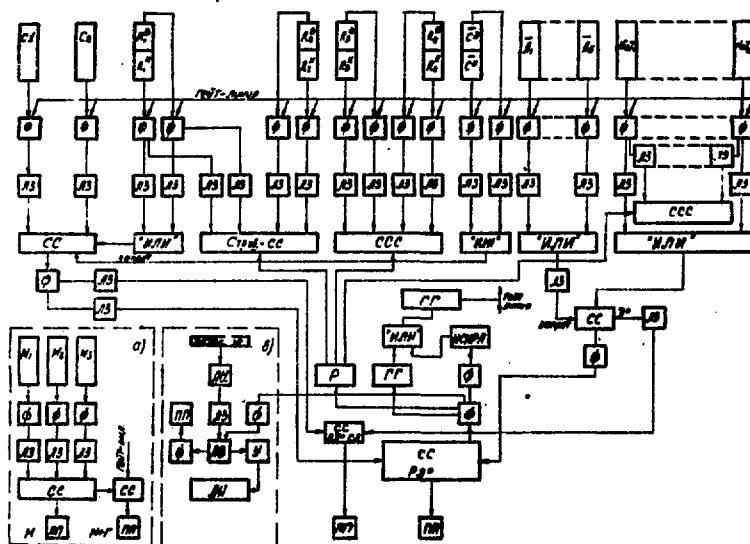


Рис.4 Блок-схема электроники установки.

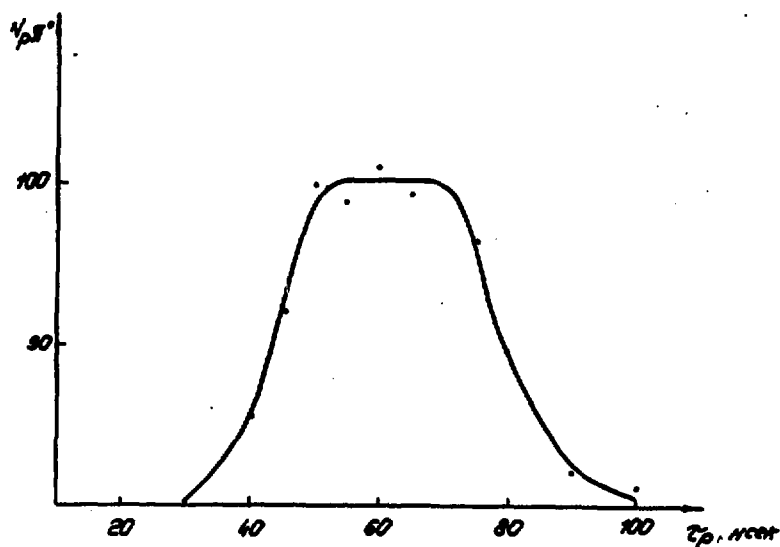


Рис.5 Кривая задержанных совпадений событий $\rho\pi^0$

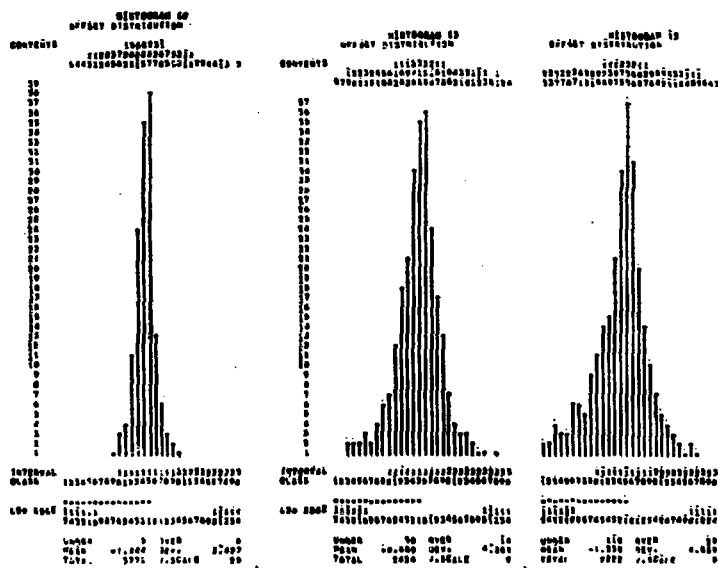


Рис.6 Распределение координат искры в искровых камерах.

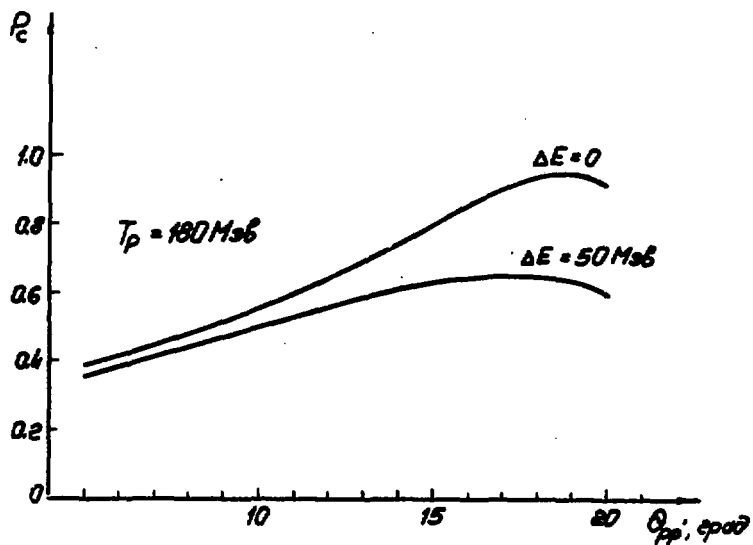


Рис.7 Зависимость анализирующей способности от угла рассеяния протонов в углероде.

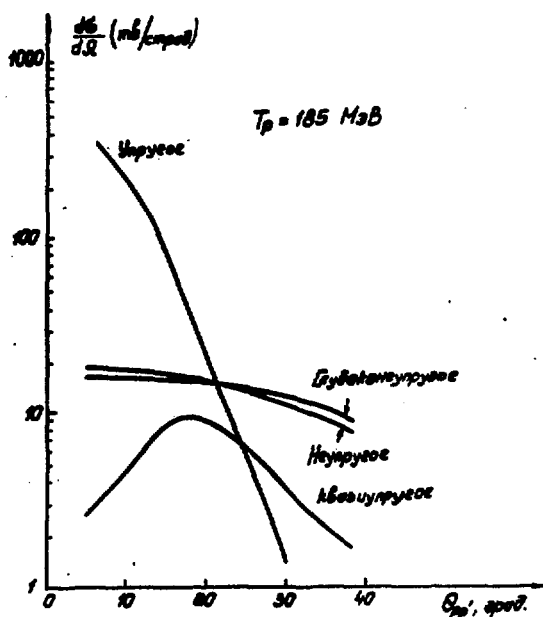


Рис.8 Зависимость дифференциального сечения рассеяния протонов в углероде от угла рассеяния.

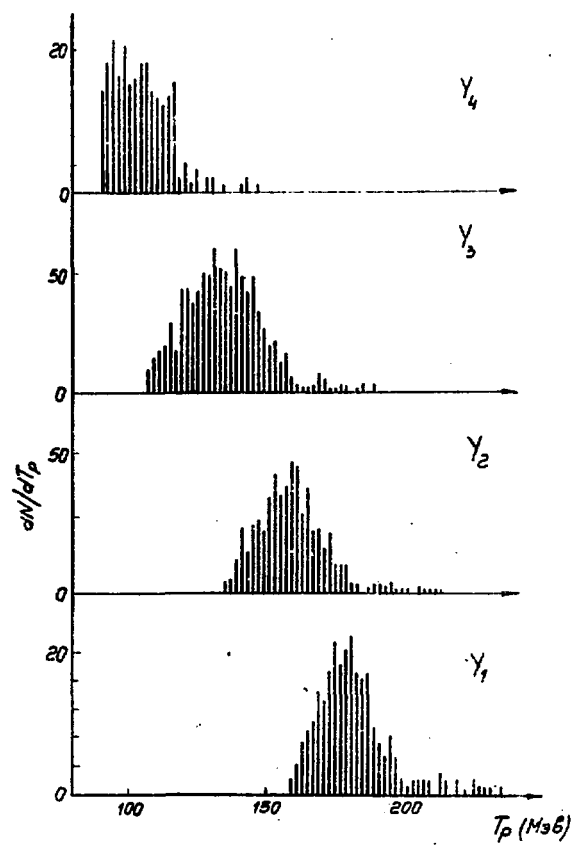


Рис.9 Энергетические спектры рассеянных протонов.

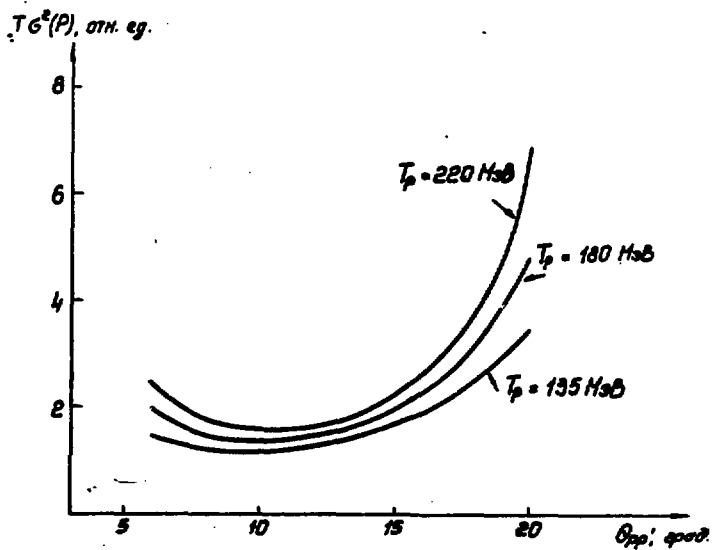


Рис.10 Зависимость $T \cdot G^2(p)$ от угла наблюдения.

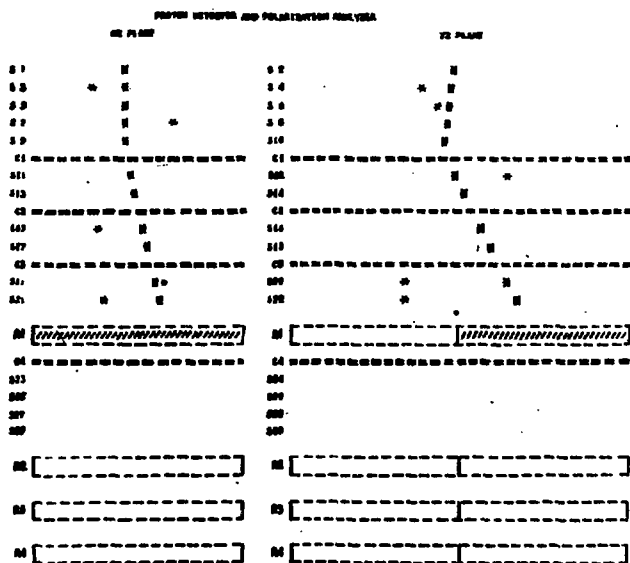


Рис.11 Регистрация $p \Pi^\circ$ -события.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Авакян Р.О., Аветисян А.Э., Вартапетян Г.А. и др. Аппаратура для регистрации электронов и гамма-квантов (АРЭГак) на основе кристаллов $NaI(Tl)$. Известия АН Арм ССР, Физика, 14, 1979. с. 50-53.
2. Акопов Н.З., Данагулян С.С., Отанесян А.А., Петросян Ж.Б. Расчет по методу Монте-Карло энергетических спектров протонов в пробном спектрометре-поляриметре. Препринт ЕФМ-507(50)-81, Ереван 1981
3. Авакян Р.О., Авакян Э.О., Аветисян А.Э. и др. Двухплечевая установка для исследования фоторождения π^- и η^- мезонов поляризованными фотонами. Препринт, ЕФМ-202(48)-76, Ереван, 1976.
4. Peterson V.Z. Analysing Power of Carbon for High Energy Polarized Protons. Preprint UCRL, UCRL-10622, California 1963.
5. Авакян Р.О., Авакян Э.О., Аветисян А.Э. и др. Экспериментальная установка, работающая на линии с ЭВМ, по измерению асимметрии и поляризации протонов отдачи в экспериментах по фоторождению π^- -мезонов поляризованными фотонами. Материалы семинара по обработке физической информации. Агван, 1975, Ереван, 1976, с. 107-114.

Рукопись поступила 19-го октября 1981 г.



Редактор Л.П.Мукаян
Тех.редактор А.С.Абрамян

Заказ 625

ВФ- II479

Тираж 299

Препринт ЕФИ

Формат издания 60x84/16

Подписано к печати 31/ХП-81 г. 1,5 уч. изд. л. Ц. 10 к.

Издано Отделом научно-технической информации
Ереванского физического института, Ереван-36, пер.Маркаряна, 2

индекс 3624