

ԵՐԵՎԱՆԻ ՖԻԶԻԿԱԿԱՆ ԻՆՏԻՏՈՒՏ
ЕРЕВАНСКИЙ ФИЗИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ

ԳՐԱԿԱՆ ՀԱՂՈՐԴՈՒՄ ՆԱԽԴԵ ՏՈՎԵՐՈՒՄ

5277/1675

ЕФИ-202(48)-(76)

Ր.Օ.ԱՎԱԿՅԱՆ, Յ.Օ.ԱՎԱԿՅԱՆ, Ա.Յ.ԱՎԵՏԻՍՅԱՆ,
Ն.Յ.ԱԿՈՓՈՎ, Ր.Ա.ԲԱԽՏԵՑՅԱՆ, Տ.Գ.ԳԻՆԺՅԱՆ,
Տ.Տ.ԴԱՆԱԳՍԼՅԱՆ, Ի.Խ.ԿՕՏԱԿՈՎ, Ր.Մ.ՄԻՐԶՅԱՆ,
Ա.Ա.ՕԴԱՆԵՑՅԱՆ, Մ.Ա.ՕԴԱՆԵՑՅԱՆ, Տ.Ս.ԹԱՐՅԱՆ,
Ջ.Վ.ՍԵՏՐՅԱՆ, Ր.ՈՍ.ՏԱՐԿԻՍՅԱՆ, Ե.Մ.ՏԽՏՐՅԱՆ,
Դ.Բ.ՐՍԻՅԱՆ, Դ.Մ.ՅԼԲԱԿՅԱՆ

ԴՅՈՒՔՍԵՐՅԱՆԱԿԱՆ ԱՍՏԱՆՈՎԿԱ ԴՐԱ ԻՍՏԵԼՈՎՈՒՄԻ
ՓՈՏՐՈՋԵԴՆԻԱ π և η ՄԵԶՈՆՈՎ ՍՅԱՐԻԶՈՎԱՆ-
ՆԻՄԻ ՓՈՏՈՆԱՄԻ

ԱՐՄՍ

ԵՐԵՎԱՆ

1976

ԵՐԵՎԱՆ



ЕРЕВАНСКИЙ ФИЗИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ

Научное сообщение ЕФИ-202(48)-(76)

Р.О.АВАКЯН, Э.О.АВАКЯН, А.Э.АВETИСЯН,
Н.З.АКОПОВ, Р.А.БАХШЕЦЯН, С.Г.ГИНДОЯН,
С.С.ДАНАГУЛЯН, И.Х.КОСАКОВ, Р.М.МИРЗОЯН,
А.А.ОГАНЕСЯН, М.А.ОГАНЕСЯН, С.П.ТАРОЯН,
Ж.В.ПЕТРОСЯН, Р.Ц.САРКИСЯН, Е.М.СХТОРЯН,
Г.Б.РУШАНЯН, Г.М.ЭЛБАКЯН

ДВУХПЛЕЧЕВАЯ УСТАНОВКА ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ
ФОТОРОЖДЕНИЯ π И η МЕЗОНОВ ПОЛЯРИЗОВАН-
НЫМИ ФОТОНАМИ

Ереван 1976

© *Ереванский физический институт, 1976*

В работе описывается экспериментальная установка, состоящая из пробежного спектрометра с координатными детекторами и фотонного спектрометра, работающая на линию с ЭВМ. Подобная установка позволяет определить угол и энергию протонов, а также энергию распадающихся фотонов. Необходимость создания такой установки обусловлена актуальностью измерения дифференциального сечения для реакции фоторождения $\pi^0(\eta)$ -мезона, а также асимметрии сечения при наличии поляризованного γ -пучка. С помощью описанной установки нами измерена зависимость асимметрии сечения для реакции $\gamma p \rightarrow p \pi^0$ от энергии E_γ в области $E_\gamma = (0,8-1,3)$ ГэВ для угла пиона в Ц-системе $\theta_{\gamma\pi}^* = 60^\circ$. Схематически установка изображена на рис.1.

Регистрация фотонов от распада π^0 -мезона проводилась с помощью спектрометра полного поглощения на основе кристалла NaI . Конструкция спектрометра и исследование его характеристик, (напряжение питания ФЭУ, порог дискриминации, длина "clipping"-кабеля) на калибровочном электронном канале будут опубликованы.

Протонное плечо установки состоит из блока десяти узкоазорных искровых камер (ИПК) с ферритовым съёмом информации, двух счетчиков dE/dx , годоскопа, медного поглотителя Π , системы пробежных счетчиков R и антисчетчика $\bar{C}$. Телесный угол ре-

гистрации протонов равен $9 \cdot 10^{-3}$ стерад и определяется апертурным счетчиком С. Протонное плечо установлено на поворотной платформе, позволяющей менять угол регистрации в большом диапазоне.

1. Блок-схема электроники

Блок-схема электроники установки приведена на рис.2. Триггерный импульс протонного плеча получался логической комбинацией

$$\bar{f} = C \left[\left(\frac{dE}{dx} \right)_1 + \left(\frac{dE}{dx} \right)_1^* \right] \left[\left(\frac{dE}{dx} \right)_2 + \left(\frac{dE}{dx} \right)_2^* \right] (R_1 + R_1^*) (\bar{C} + \bar{C}^*).$$

Длительность импульса на выходе формирователей равна 20 нсек, кроме счетчиков $\bar{C}$ и $\bar{C}^*$, для которых длительность выходного импульса формирователя равна 40 нсек. Формирователи, включенные после схем совпадений протонного и пионного плечей, служат для дополнительной формирования импульсов по длительности (20 нсек). Стробоскопические совпадения (SC) служат для стробирования импульсов от счетчиков годоскопа, счетчиков dE/dx и пробежных счетчиков. В качестве стробирующего сигнала используется импульс совпадения $P\pi^0$. Информация в SC запоминается и далее передается на систему съема через приёмник ПР. Все дискриминаторы-формирователи управлялись воротным импульсом, открывающим их только на время растяжки пучка ускорителя. На рис.3 приведена кривая задержанных совпадений событий $P\pi^0$.

2. Система ИПК

Искровые проволочные камеры конструктивно изготовлены в виде рамки прямоугольной формы размером $(250 \times 400 \times 40)$ мм³, отлитой из эпоксидной смолы, арми-

рованной стеклом. Входное и выходное окна закрыты майларовой пленкой толщиной 100 мк. Зазор между плоскостями электродов равен 10 мм, шаг намотки—1 мм. Плоскости намотаны проволокой из бериллиевой бронзы толщиной 100 мк. Проволоки высоковольтной плоскости выходят через распределенные сопротивления на шину, куда подается высоковольтный импульс. Проволоки другой плоскости проходят через ферритовые кольца и соединяются с земляной шиной. Система ферритовых колец разбита по 32 кольца в каждой.

В качестве рабочей газовой смеси для камер нами применялся неон особой чистоты в режиме продува.

Измерения проводились при амплитуде высоковольтного импульса на камерах $3,8 \div 3,9$ кв., время памяти $\tau_n \sim 1,5$ мксек. Координатное разрешение камер составляет $\pm 0,5$ мм (см. гистограмму на рис. 4).

а) Высоковольтное питание искровых камер

Для высоковольтного импульсного питания искровых камер была разработана и изготовлена схема на мощном керамическом тиратроне ТГИ1-1000/25 с кабельной формировкой формы импульса (рис. 5). Одной схемой питались 10 камер размерами (250×400) мм². Задержка высоковольтного импульса относительно входного мастерного импульса составляет ~ 200 нсек, крутизна переднего фронта при работе на 10 камер $t_f \approx 30$ нсек. Входной транзисторный одновибратор выдает импульс амплитудой около 15 в, который запускает лампу на вторичной эмиссии типа 6В2П. Сигнал снимается с ее диода и подается на лампу ГИ-30, импульс инвертированный импульсным трансформатором, поджигает тиратрон ТГИ1-1000/25. Для уменьшения задержки срабатывания тиратрона на его сетку подается постоянное смещение обеспечивающее ток в цепи сетка-катод $I_{cm} \sim 7$ ма. Эта точка находится на плече кривой зависимости задержки от тока сетки.

Для формирования высоковольтного импульса в анод тиратрона включены 6 свободно разомкнутых на конце

параллельно соединенных кабелей РК-50-4-13. Длительность амплитуды равна удвоенной задержке прохождения импульса по этому кабелю в один конец, поэтому для получения длительности импульса 200 нсек выбрана длина формирующих кабелей 20 м. Высоковольтный импульс снимается с оплетки формирующего кабеля и подается на камеры шестью кабелями, нагруженными на конце сопротивлениями. При этом методе формирования амплитуда высоковольтного импульса равна половине анодного напряжения на тиратроне.

Высоковольтное питание анода тиратрона производилось от стабилизатора высокого напряжения, собранного по схеме на рис. 6[1]. Схема представляла из себя мощный катодный повторитель на лампе ГИИ-89, на управляющую сетку которой подавалось через ступенчатый делитель напряжение 8,2 кв от источника ВС-20-10, а на анод подавалось напряжение 12 кв от такого же источника. Высокое напряжение от катода подавалось к аноду тиратрона. Так как ток в сеточной цепи повторителя мал, то напряжение на управляющей сетке, а значит и на катоде оставалось стабильным, а большие колебания анодного напряжения (до 200 в) во время срабатывания генератора не оказывали влияния на выходное напряжение стабилизатора. На экранную сетку лампы через специальный выпрямитель подавалось напряжение + 100 в относительно катода. Схема позволяла запускать генератор частотой до 100 гц при высокой стабильности анодного напряжения на тиратроне и регулировать это напряжение от 6 до 8,2 кв ступенчато через 100 в.

б) Газовое питание искровых камер

Для газового питания искровых камер нами применялся неон особой чистоты в режиме продува. Для уменьшения расхода этого дорогостоящего газа была сконструирована и изготовлена циклическая система очистки неона (рис. 7). Выходящий из камер загрязненный газ прокачивается мембранным компрессором МК-60 через сосуд с силикогелем, где поглощаются пары воды, а затем че-

рез сосуд с активированным углем, охлажденным до температуры жидкого азота. Здесь происходит вымораживание всех примесных газов, а прошедший чистый неон вновь закачивается в камеры. Производительность системы не менее 500 литров в час.

Были собраны и использовались две параллельные системы. При загрязнении одной из систем, включалась в работу другая система, а загрязненная система включалась на регенерацию. Регенерация заключается в нагреве активированного угля до 120°C с откачкой вакуумным насосом в течении 5 часов. Степень чистоты газа измеряется специальным разрядником, через искровой промежуток которого проходит исследуемый газ. По минимальному пробивному напряжению оценивается чистота газа.

Для выравнивания потоков в камерах служат распределительные объемы на входе и расходомеры с натекателями на каждой камере. Скорость продува составляла ~ 1 объем камер в час (в данном случае 50 л/час). Для контроля давления в камерах на выходе был установлен U-образный манометр, заполненный диффузионным маслом. На манометре установлены датчики уровня с фотоспротивлениями. Избыточное давление в камерах поддерживалось на уровне (10 ± 5) мм масляного столба. При переходе давления за допустимые пределы на пульте включалась световая и звуковая сигнализация, указывающая также направление изменения. Кроме того, для предотвращения аварийных ситуаций на выходе камер был установлен масляный клапан, который выпускал газ из камеры при превышении давления выше 20 мм масляного столба.

3. Счетчики

Для отделения протонов от сопутствующих $\mathcal{P}^{\pm}$ -мезонов были использованы два сцинтилляционных счетчика dE/dx . Каждый счетчик был разделен на два отдельных счетчика для улучшения однородности их амплитуд

ного разрешения. Отдельный счетчик изготовлен из пластического сцинтиллятора размерами $(25 \times 20 \times 2)$ см³. ФЭУ (тип ФЭУ-30) этих счетчиков были тщательно отобраны по двум критериям.

1. Максимальность амплитуды выходного сигнала
2. Наилучшее амплитудное разрешение с источником Cs^{137} .

Эффективности счетчиков исследовались на калибровочном тракте протонов и пионов с энергиями $T_p = (100 \div 300)$ Мэв, $T_\pi = (50 \div 150)$ Мэв в зависимости от напряжения питания ФЭУ, порога дискриминации и места прохождения частицы через сцинтиллятор. Измерения показали, что эффективности счетчиков составляют $\sim 100\%$ и не зависят от места прохождения частицы.

Для определения порога дискриминации протонов от π^+ -мезонов в реальных кинематических условиях исследовались спектры ионизационных потерь протонов с энергией $T_p = (100 \div 300)$ Мэв и π^+ -мезонов, имеющих такие же пробеги, что и протоны в указанной энергетической области.

Блок-схема исследования спектров приведена на рис.8. Амплитудный спектр для одного из счетчиков приведен на рис.9. Левый пик соответствует π^+ -мезонам, а правый — протонам. Идентификация пиков производилась введением в установку порогового счетчика с радиатором из оргстекла. Стрелкой указан выбранный порог дискриминации.

На рис.10 приведен спектр, измеренный при этом пороге. Кривая 1 проведена по экспериментальным точкам, а кривая 2 представляет собой распределение Гаусса. Разность кривых позволяет количественно оценить примесь пионов при данном пороге дискриминации. Результаты этой оценки приведены в таблице 1.

Таблица 1

$\left(\frac{dE}{dx}\right)$ счетчики	Энергетическое разрешение, в %	Примесь пионов в %
1	$\pm 7,5$	4,3
2	$\pm 3,8$	0
3	$\pm 7,3$	6,6
4	$\pm 13,0$	4,0

Следует отметить, что при включении в совпадение Р-плеча с Π^0 -плечом, примесь $\Pi^\pm$ -мезонов должна существенно уменьшиться.

4. Система пробных счетчиков

Энергия протонов определялась системой четырех пробных сцинтилляционных счетчиков. Размеры счетчиков (50x20x2) см³. За пробными счетчиками был установлен счетчик антисовпадений, с помощью которого энергия регистрируемых протонов ограничивалась сверху. Нижняя граница определялась эффективной толщиной вещества на пути частицы от мишени до системы пробных счетчиков. Перекрывание области энергии $T_p = (100 \div 500)$ МэВ достигалось изменением толщины медного поглотителя П. Наличие 4-х пробных счетчиков, которые одновременно являются и поглотителями, позволяет разделить 40-Мэвную область энергии протонов на 4 интервала. Средняя энергия протонов со своей среднеквадратичной ошибкой для каждого счетчика определялась расчетом в кинематических условиях данного эксперимента по методу Монте-Карло. Результаты расчета приведены в таблице 2.

Таблица 2

Счетчики R -спектро- метра	$\bar{T}$ МэВ		$\epsilon(T)$ МэВ	
	1 поз.	П поз	1 поз	П поз
R_1	139,2	205,2	$\pm 5,7$	$\pm 4,5$
R_1'	139,2	205,2	$\pm 5,9$	$\pm 4,5$
R_2	150,4	214,0	$\pm 5,9$	$\pm 4,5$
R_3	162,7	222,3	$\pm 5,9$	$\pm 4,5$
R_4	174,2	231,0	$\pm 5,9$	$\pm 4,4$

Средняя эффективность регистрации протонов по поверхности счетчиков составляла не менее 98% для $T_p = (100 \div 300)$ МэВ. Отбор ФЭУ для этих счетчиков производится по той же методике, что и для счетчиков dE/dx .

5. Годоскоп

Для экономии машинного времени по поиску трека частицы в установке использовался годоскоп, состоящий из 8 сцинтилляционных счетчиков, размерами $(20 \times 5 \times 2)$ см³. Счетчики были собраны на базе ФЭУ-87 и имели эффективность $\sim 100\%$.

6. Съём информации

Устройство съёма информации рассчитано на опрос 64000 колец, разбитых на 2048 групп по 32 кольца в каждой. Вывод информации начинается после триггерного импульса с максимальной частотой 1 триггер при одном

сбросе пучка ускорителя. За время между импульсами ускорителя ($\sim 17 \div 18$ мсек) информация считывается с установки, преобразуется в слово из 18 разрядов, в котором адрес группы занимает 11 разрядов, а координата искры в каждой группе занимает 6 разрядов. Формированная таким образом информация передается на систему ЭВМ РДР-9 - РДР-8 и М222 в режиме "on-line". После запоминания информации с искровых камер устройство управления обеспечивает считывание данных с годоскопа, пробежных счетчиков и счетчиков dE/dX [2].

В качестве иллюстрации на рис.11 приводится машинная обработка экспериментальных данных для одного случая регистрации $P\pi^0$ -события. Стрелками показаны треки в X и Y плоскостях, выбранные машиной по определенным критериям (область ИК, выделенная годоскопом, пересечение трека с мишенью).

ПОДПИСИ К РИСУНКАМ

Рис.1 Общий вид экспериментальной установки обозначения: Аперт. С.7. - С

Система камер - СПИК

$$\frac{dE}{dx} - \left(\frac{dE}{dx} \right)_1; \left(\frac{dE}{dx} \right)_1^*; \left(\frac{dE}{dx} \right)_2; \left(\frac{dE}{dx} \right)_2^*$$

Годоскоп - Г

Поглотитель - П

Система пробежных счетчиков - R

Антисчетчик - $\bar{C}$

Антисчетчик - $\bar{A}$

Спектрометр - NaI

Квантометр Вильсона - KB

рис.2 Блок-схема электроники экспериментальной установки обозначения:

ДФ - дискриминатор-формирователь

ЛЗ - линия задержки

Р - разветвитель

СС - схема совпадения

Ф - формирователь

СС - стробоскопическое совпадение

ПП - подсчетный прибор

ГВН - генератор высоковольтных импульсов

УПЗ - управление считыванием

АП - приемник информации

ИСКРА - система съема и предварительной обработки информации с СПИК, годоскопов и пробежных счетчиков.

Рис.3 Кривая задерживающих совпадений РП°

Рис.4 Гистограмма распределения координат искры в ИК

Рис.5 Схема высоковольтного питания СПИК

Рис.6 Стабилизатор высокого напряжения

Рис.7 Схема чистки носна и газового питания СПИК

Рис.8 Блок-схема амплитудного анализа

ЛЗ - линия задержки

АТ - аттенюатор

Ф - формирователь

ЛВ - линейные ворота

АН - амплитудный анализатор

Рис.9 Амплитудный спектр счетчика dE/dx

Рис.10 Спектр протонов, дискриминированных от $\bar{p}^+$ - мезонов

Рис.11 Результат машинной обработки события $P\bar{p}^0$

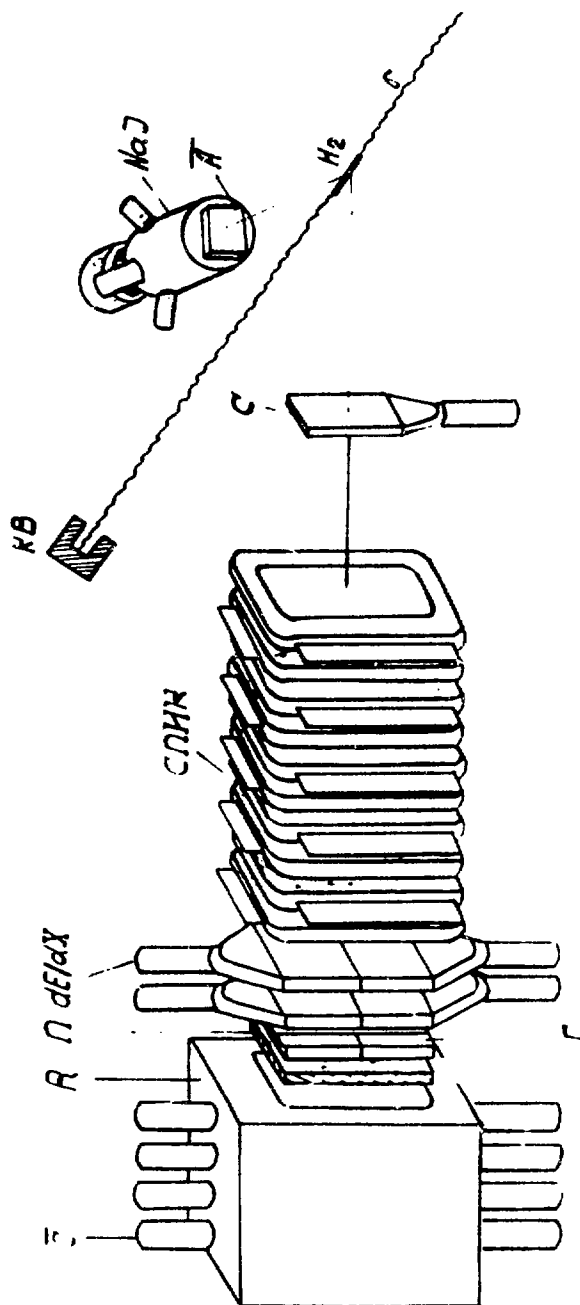


Рис.1

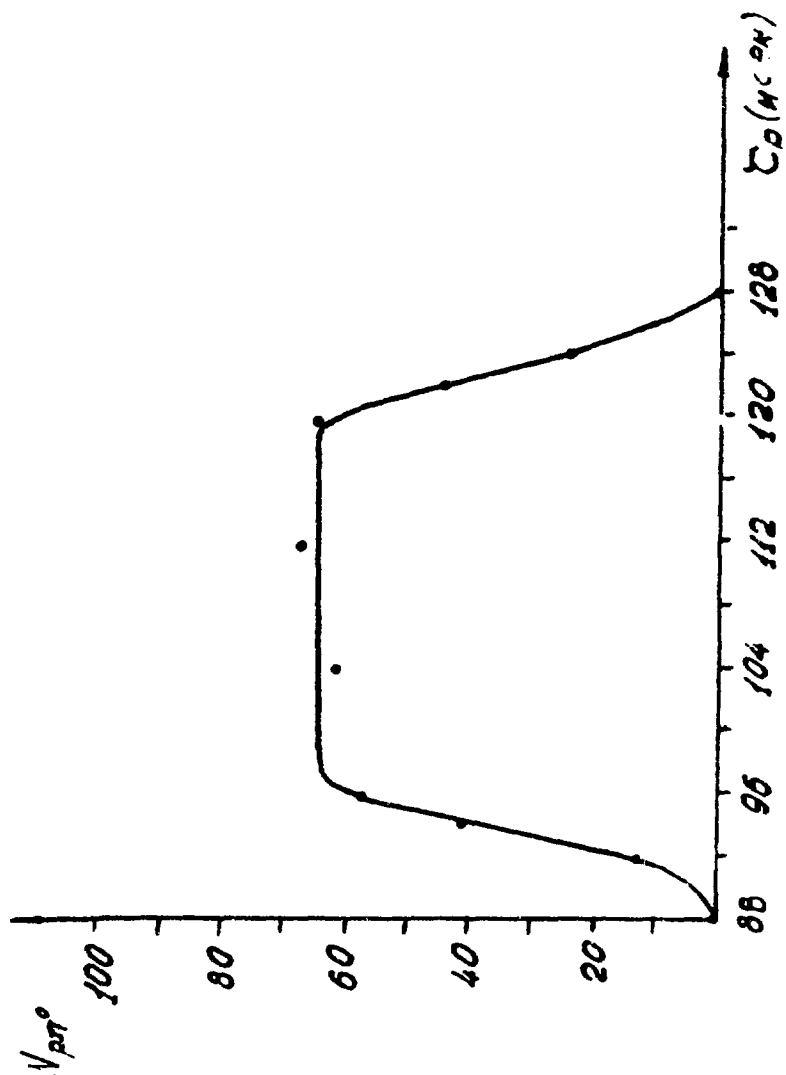


Рис.3

[illegible]

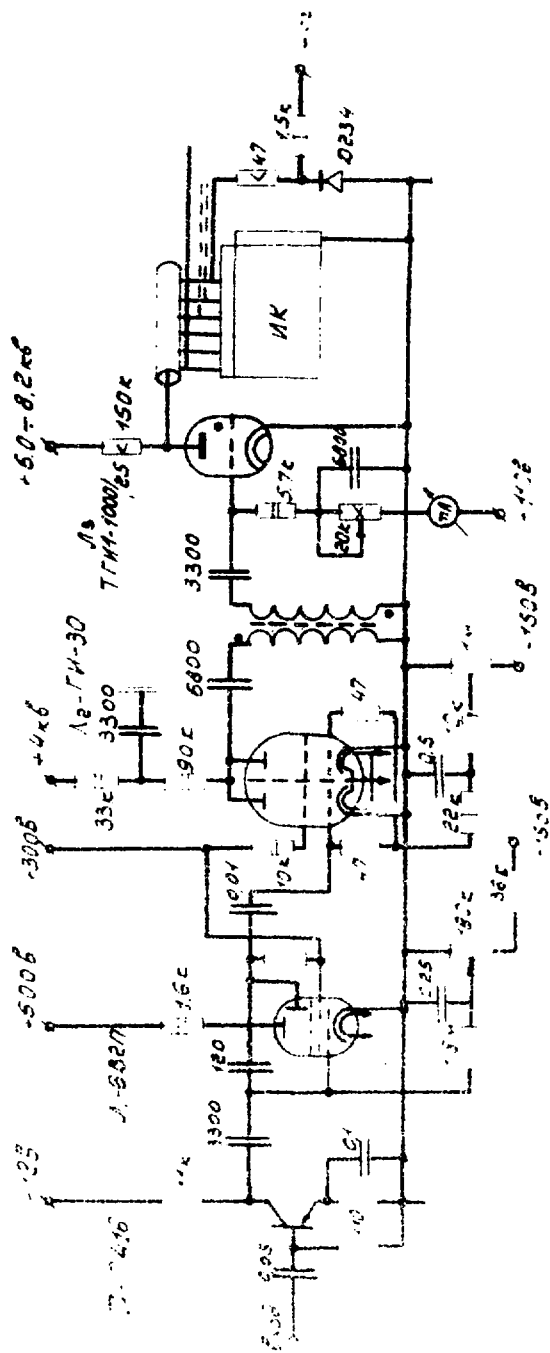


Рис.5

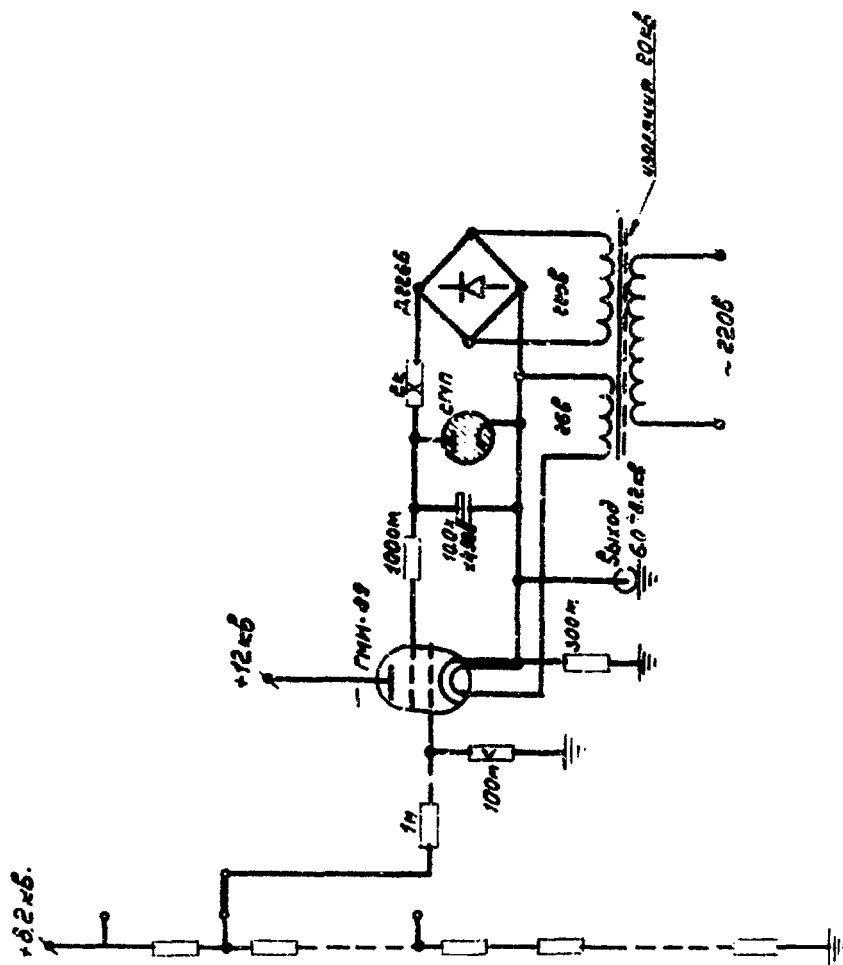


Рис. 6

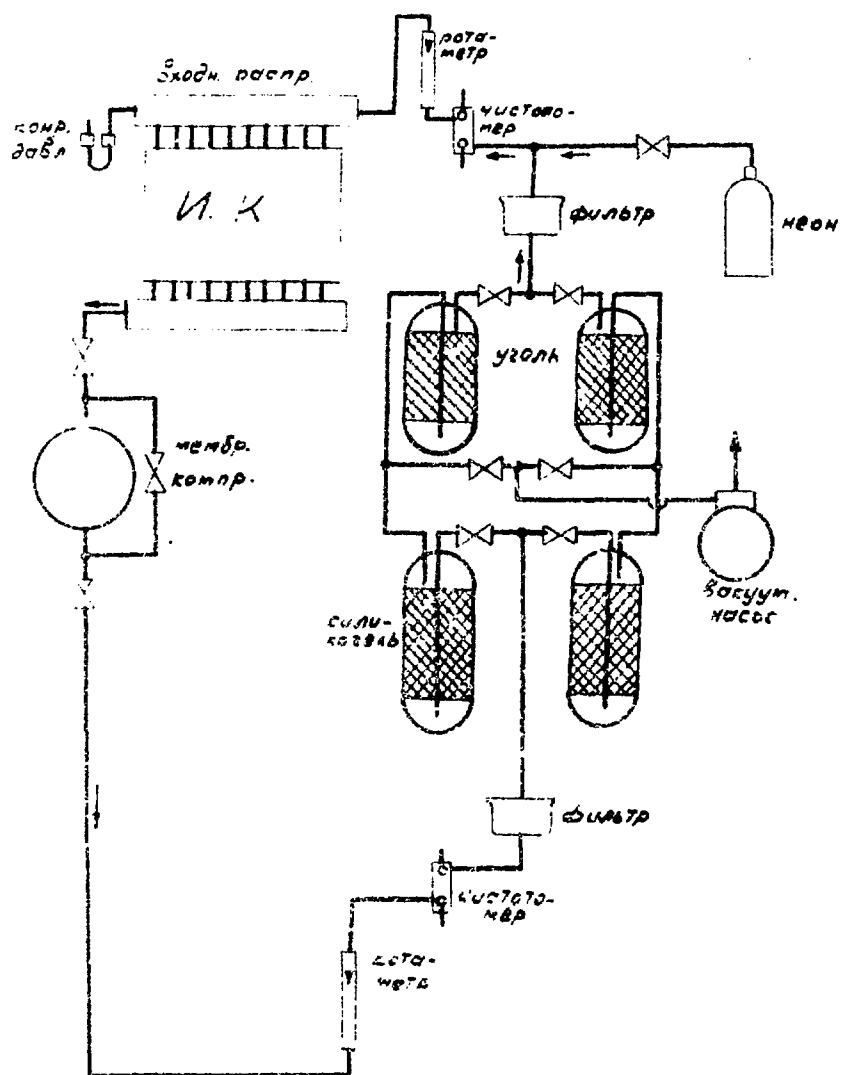


Рис.7

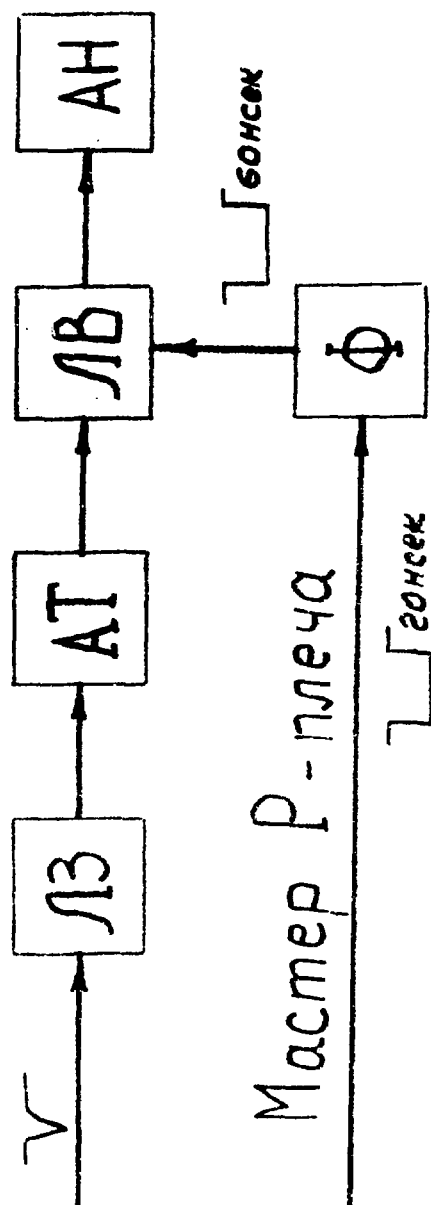


рис. 8

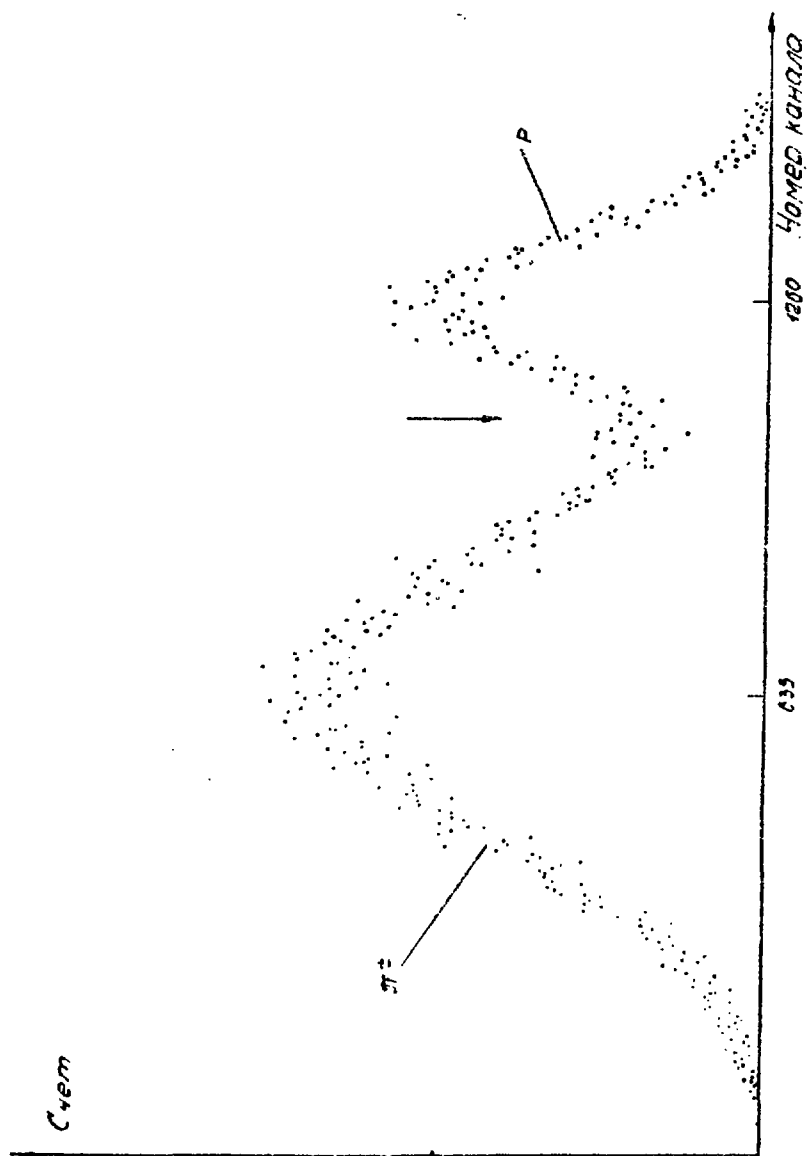


рис. 19

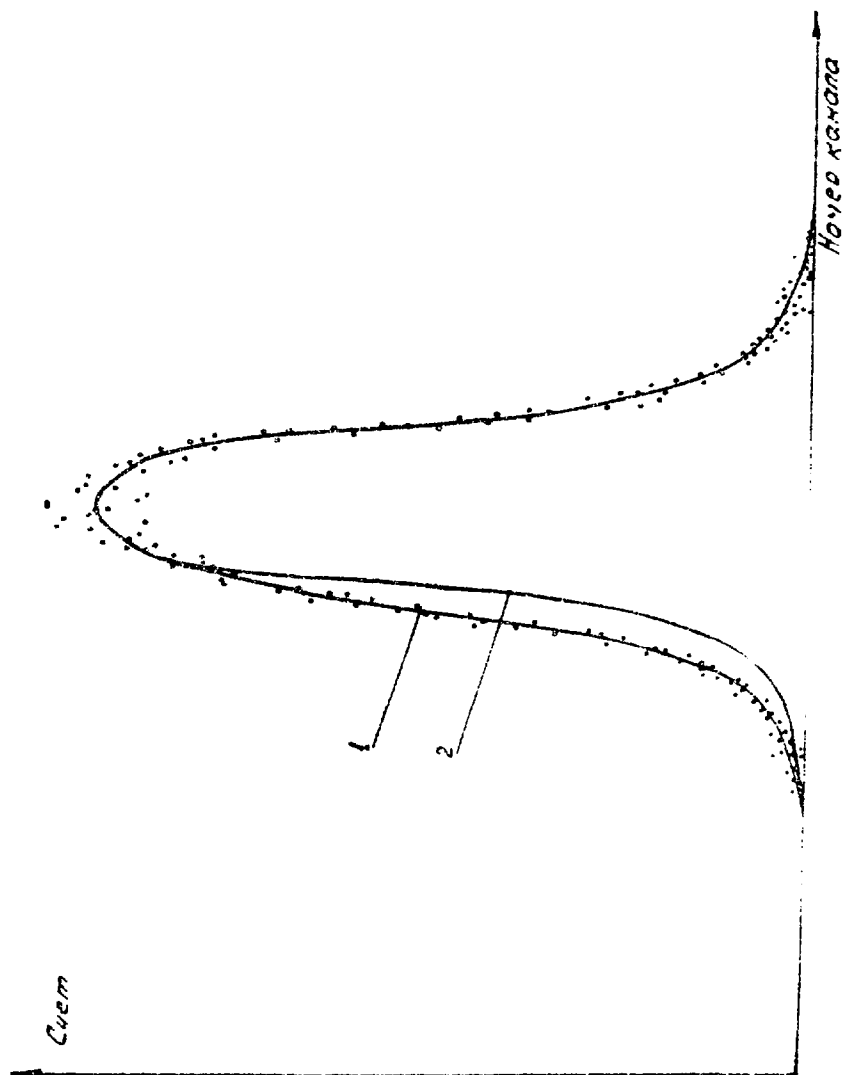
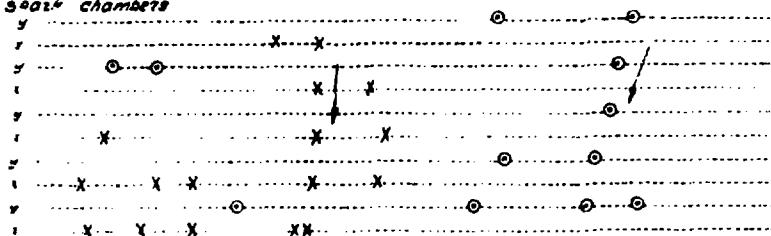


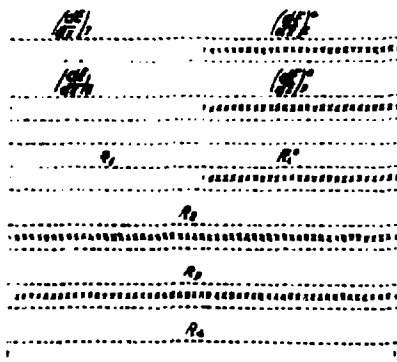
рис.10

Picture of our detector

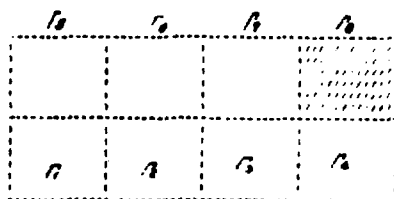
Wire spark chambers



counters



Hodoscope



puc

ЛИТЕРАТУРА

1. Andersson G.L.CERN. 68-26.
2. Материалы семинара по обработке физической информации. Агверан, 107, 1975.

Рукопись поступила 18/ -го октября 1976г.

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

Заказ 766

ВФ - 04032

Тиражи 299

Подписано к печати 15/ХП-76г. Формат издания 30х40
1,5 уч.изд.л.Ц.10 к.

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

