

ОБЪЕДИНЕННЫЙ  
ИНСТИТУТ  
ЯДЕРНЫХ  
ИССЛЕДОВАНИЙ  
ДУБНА

727<sup>i</sup>  
83

7/2-83

13-82-818

О.Е.Горчаков\*, В.В.Карпунин, А.В.Куликов\*,  
В.И.Сидорова, С.В.Трусов\*

ШИРОКОАПЕРТУРНЫЙ ГАЗОВЫЙ  
ЧЕРЕНКОВСКИЙ СЧЕТЧИК  
СО СМЕСТИТЕЛЕМ СПЕКТРА

Направлено в журнал  
"Приборы и техника эксперимента"

\* НИИЯФ МГУ

1982

Черенковский счетчик, описываемый в настоящей работе, создан для использования в экспериментах на канале релятивистских позитрониев ускорителя ИФВЭ /Серпухов/. Всего изготовлено четыре идентичных детектора.

Счетчики работают в пороговом режиме и предназначены для регистрации электронов /позитронов/ с энергией  $0,1 \pm 2$  ГэВ и подавления фона от более тяжелых частиц. Апертура каждого счетчика составляет  $1 \times 0,5$  м<sup>2</sup>, электроны имеют на этой площади угловой разброс  $\pm 10^\circ$  относительно нормали в горизонтальной плоскости и практически не имеют вертикальной составляющей скорости.

Конструкция счетчика схематично показана на рис.1. Корпус счетчика тонкостенный, сварен из алюминиевых листов толщиной 2 мм, армированных алюминиевым профилем. Передняя и верхние стенки /1/ съемные, герметизируются резиновыми прокладками. Черенковский свет, испускаемый частицей, отражается от зеркал /2/ и попадает через выходные окна из плексигласа /3/ на два фотоумножителя /4/. Каждый фотоумножитель защищен от магнитных полей пермаллоем и двойным стальным экраном /5/. Расстояние от передней стенки счетчика до центров зеркал /средняя длина газового радиатора/ - 1500 мм.

В счетчике используются два зеркала размером  $750 \times 600$  мм<sup>2</sup> каждое, имеющие форму, близкую к эллиптической. Зеркала установлены в стык с зазором менее 2 мм, развернуты в горизонтальной плоскости на углы  $+5^\circ$  и  $-5^\circ$  по отношению к оси счетчика и имеют наклон  $12^\circ$  в вертикальной плоскости. Каждое зеркало фокусирует черенковское излучение на соответствующий фотоумножитель. Для некоторого улучшения светосбора служат конические отражатели /6/ из алюминированной лавсановой пленки.

Зеркала изготовлены из эпоксидной смолы толщиной  $4 \pm 5$  мм. Эпоксидная основа выполнена по технологии, близкой к описанной в /1/. Этим методом были получены поверхности, имеющие форму сферического сегмента диаметром 1100 мм с радиусом кривизны около 1800 мм. Из них вырезались прямоугольные куски размером  $750 \times 600$  мм<sup>2</sup>, на которые производилось вакуумное напыление алюминия. Полученные таким образом зеркала закреплялись на рамках /7/ и изгибались с помощью упорных шпилек /8/ для получения эллипсообразной формы. Рамки позволяют регулировать наклон зеркал в горизонтальной и вертикальной плоскостях.

Оптимальная кривизна зеркал и углы поворота выбраны путем расчетов на ЭВМ исходя из условий наилучшего светосбора и однородности счетчика по площади и углам входа частиц. Юстировка оптической системы счетчика производилась с помощью диапроектора.

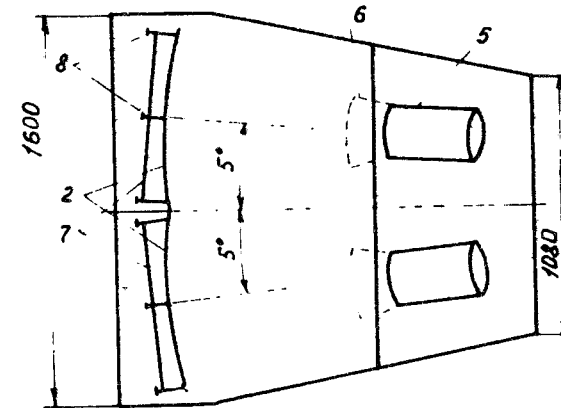
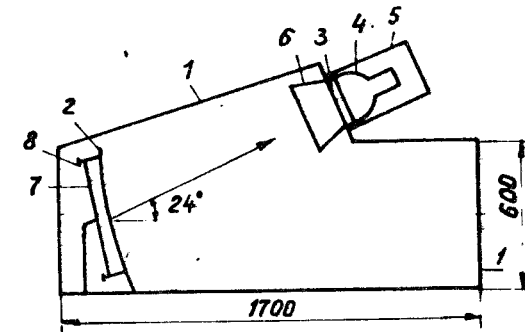


Рис.1. Конструкция счетчика.

Предварительно было проведено моделирование прохождения света от диапроектора и черенковского излучения электронов, что позволило выбрать условия юстировки, при которых светосборы в обоих случаях эквивалентны. В процессе юстировки кривизна зеркал корректировалась с помощью упорных шпилек с целью получения наименьшего светового пятна в плоскости фотокатода ФЭУ.

Счетчик наполнен фреоном-12 при атмосферном давлении. Поскольку детектор является тонкостенным и не рассчитан на вакуумную откачку, заполнение производится путем продува фреоном, объем которого равен 4-5 объемам счетчика.

В регистрирующей части использованы фотоумножители типа ФЭУ-49Б с диаметром фотокатода 150 мм и входным окном из обычного стекла. Так как ожидаемая амплитуда сигнала мала, были отобраны низкошумящие экземпляры, имеющие наилучшие одноэлектронные характеристики /2/. Для улучшения соотношения сигнал/шум в линии

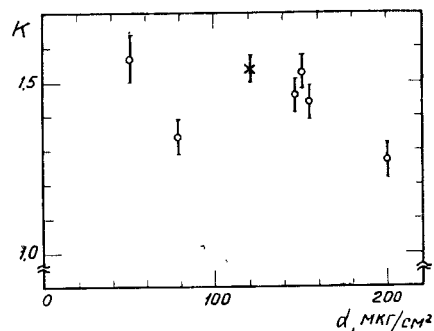
связи фотоумножителя с электронной аппаратурой /длиной около 50 м/ выходной сигнал усиливается до передачи по коаксиальному кабелю в схему, расположенной рядом с анодом ФЭУ. Входное сопротивление усилителя - не более 50 Ом, выходное сопротивление - 50 Ом, коэффициент усиления тока - около 30. Сигналы с двух фотоумножителей счетчика линейно суммируются в электронной схеме, расположенной вдали от детектора /в домике экспериментатора/.

Фотоумножители находятся в оптическом контакте с плексигласовыми окнами. Для использования ультрафиолетовой части спектра черенковского излучения на внутреннюю сторону окон нанесен слой сместителя спектра из р-терфенила с защитной пленкой  $MgF_2$ . Влияние сместителя спектра на амплитуду сигнала ФЭУ-49Б изучалось на модели счетчика, заполненной также фреоном-12. В качестве сместителей спектра были исследованы слои р-терфенила различной толщины, а также пленки пластического сцинтиллятора.

Слой р-терфенила наносился на плексигласовый диск методом вакуумного напыления. Оптимальная толщина слоя оказалась равной  $100 \pm 150$  мкг/см<sup>2</sup>. При этом коэффициент увеличения средней амплитуды составил около 1,5.

Тонкие пленки пластического сцинтиллятора изготавливались методом высушивания на стеклянной пластинке раствора в толуоле сцинтиллятора на основе полистирола с добавкой р-терфенила и PPOP. Пленка толщиной 60 мкм /содержащая около 120 мкг/см<sup>2</sup> р-терфенила/ также дает коэффициент увеличения амплитуды, близкий к 1,5. На рис.2 показаны значения этого коэффициента для разных типов и толщин сместителя спектра.

Рис.2. Коэффициент увеличения выходной амплитуды за счет применения сместителя спектра:  
о - напыленный слой р-терфенила,  
х - пленка сцинтиллятора /положение по оси абсцисс соответствует количеству р-терфенила в пленке/.



Изготовление сцинтиллирующих пленок диаметром  $170 \pm 180$  мм связано с тщательным соблюдением технологических требований. Кроме того, пленки таких размеров, как правило, отслаиваются от основы. Для закрепления их необходимо применение оптической замазки. По этим причинам для использования в счетчиках были выбраны сместители спектра из напыленного р-терфенила, изготовление которых проще, а эксплуатация удобнее.

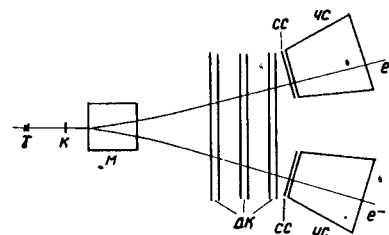


Рис.3. Схема расположения аппаратуры: К - конвертор, М - электромагнит, ДК - дрейфовые камеры, СС - сцинтилляционные счетчики, ЧС - черенковские счетчики.

Рис.4. Однородность по площади двух экземпляров счетчика. В клетках приведены значения средних амплитуд в данном элементе площади /размером 100x100 мм<sup>2</sup>/ в процентах к усредненной по всей площади амплитуде.

90	89	97	97	87	87	90	94	90	89
97	94	99	101	97	90	89	94	94	92
95	102	102	104	102	102	104	108	101	97
101	95	99	95	97	108	109	109	104	104

98	100	112	100	106	85	85	94	92	95
88	100	111	115	106	85	86	97	94	92
92	106	109	112	104	94	98	102	103	103
88	98	100	109	94	94	100	103	111	103

Характеристики счетчиков исследовались при облучении их электронами и позитронами, полученными при конверсии пучка гамма-квантов в тонкой пластине. Схема расположения аппаратуры приведена на рис.3. Электромагнит отклонял на счетчик электроны или позитроны в диапазоне импульсов от 0,4 до 1,0 ГэВ/с. Эффективность счетчиков при рабочих значениях порогов формирователей в среднем по площади составляет  $97 \pm 99\%$ . Среднее число фотоэлектронов, оцененное по ширине амплитудного распределения, -  $5 \pm 6$ .

Для широкоапертурных счетчиков важно знать, зависит ли выходная амплитуда от координат прохождения электрона. Данные об амплитудах сигналов со счетчиков вместе с информацией с дрейфовых камер записывались в ЭВМ. Трековая информация с дрейфовых камер позволяла вычислить координаты точки попадания частицы в счетчик и определить искомую зависимость. На рис.4 приведены данные об однородности двух счетчиков по площади. Разброс усредненных по каждому элементу площади амплитуд составляет 6,3% и 8,5% соответственно /среднеквадратичное отклонение/. При этом на самых "плохих" участках эффективность регистрации электронов - не ниже 98% /№ 1/ и 93% /№ 2/.

Таким образом, выбранная конструкция счетчика с применением зеркал регулируемой кривизны и сместителей спектра черенковского излучения позволила создать пороговый детектор с большой апертурой при использовании всего двух фотоумножителей, обладающий высокой эффективностью и хорошей однородностью по площади.

Авторы благодарны А.Г.Фролову за участие в изготовлении зеркал и А.Б.Йорданову и С.В.Сергееву за полезные обсуждения.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Йорданов А.Б., Сергеев С.В., Фещенко А.А. ОИЯИ, 13-12752, Дубна, 1979.
2. Куликов А.В., Трусов С.В. ПТЭ, 1981, № 3, с.161.

Горчаков О.Е. и др. 13-82-818  
Широкоапертурный газовый черенковский счетчик  
со сместителем спектра

Описывается газовый пороговый черенковский счетчик, имеющий апертуру  $1 \times 0,5 \text{ м}^2$ . Счетчик предназначен для регистрации электронов /позитронов/, имеющих на этой площади угловой разброс  $+10^\circ$ . Газовое наполнение - фреон-12 при атмосферном давлении. Используются фотоумножители ФЭУ-49Б с входными окнами из обычного стекла и сместители спектра черенковского излучения, увеличивающие выходную амплитуду в 1,5 раза. В счетчике имеются 2 зеркала размером  $750 \times 600 \text{ мм}^2$  каждое, форма которых близка к эллиптической. Кривизна зеркал может регулироваться. Величина средней амплитуды в зависимости от координат точки входа частицы в детектор меняется не более чем на  $+8,5\%$ .

Работа выполнена в Лаборатории ядерных проблем ОИЯИ.

Препринт Объединенного института ядерных исследований. Дубна 1982

Gorchakov O.E. et al. 13-82-818  
Wide Aperture Gas Cherenkov Counter  
with Wave Shifter

A gas threshold Cherenkov counter having an aperture  $1 \times 0.5 \text{ м}^2$  is described. The counter has been designed for detection of electrons (positrons), distributed in the  $+10^\circ$  angular range. It is filled with freon-12 at atmospheric pressure. Photomultipliers made of usual glass and Cherenkov light spectrum shifters enlarging the output signal by 1.5 times are used. The counter has 2 mirrors, each of  $750 \times 600 \text{ мм}^2$  square, having the form near the elliptical one, the curvature may be turned. A deviation of the amplitude from the mean value due to variation of partical exit coordinates does not exceed  $+8.5\%$ .

The investigation has been performed at the Laboratory of Nuclear Problems, JINR.

Preprint of the Joint Institute for Nuclear Research. Dubna 1982

Перевод О.С.Виноградовой.

Рукопись поступила в издательский отдел  
3 декабря 1982 года.