

ОБЪЕДИНЕННЫЙ  
ИНСТИТУТ  
ЯДЕРНЫХ  
ИССЛЕДОВАНИЙ  
ДУБНА

13-85-80

Г.С.Бицадзе, Ю.А.Будагов, А.М.Блик,<sup>1</sup>  
В.Б.Виноградов, А.Б.Йорданов, Ю.А.Кульчицкий,<sup>2</sup>  
Л.Б.Литов, Ю.Ф.Ломакин, С.В.Сергеев,  
А.С.Соловьев,<sup>1</sup> Ю.Н.Харжеев, Р.В.Ценов

ВОСЬМИКАНАЛЬНЫЙ ГАЗОВЫЙ  
ПОРОГОВЫЙ ЧЕРЕНКОВСКИЙ СЧЕТЧИК

Направлено в журнал  
"Приборы и техника эксперимента"

---

<sup>1</sup> Институт физики высоких энергий, Серпухов

<sup>2</sup> Институт физики АН БССР, Минск

1985

В настоящей работе описан широкоапертурный восьмиканальный газовый пороговый черенковский счетчик, используемый с 1983 года в составе спектрометра вторичных частиц установки ГИПЕРОН<sup>1/</sup>. Он сконструирован и изготовлен в связи с реализацией на этой установке научной программы, целью которой является изучение инклюзивного образования  $K^0$ -,  $K^{*0}$ -,  $\phi$ -мезонов в адрон-нуклонных и адрон-ядерных взаимодействиях при энергиях 5-15 ГэВ<sup>2/</sup>, а также поиск резонансов в системах  $\phi\pi$ ,  $\phi K$ ,  $\phi\phi$ <sup>3/</sup>.

Счетчик представляет собой совокупность восьми отдельных счетчиков /каналов/, работающих в общем газовом объеме. Годоскопическая структура счетчика позволяет идентифицировать одновременно несколько частиц в зарегистрированных событиях.

При выборе числа каналов и размеров счетчика учитывались: расположение счетчика в спектрометре, апертура и отклоняющая сила спектрометрического электромагнита, апертура трековых детекторов спектрометра, координатные и импульсные распределения проходящих через счетчик частиц.

Конструкция счетчика схематично показана на рис.1, где указаны и его габаритные размеры. Герметический светонепроницаемый корпус состоит из модулей /1/ и /2/, сваренных из листовой стали толщиной 2 мм. Торцевые фланцевые соединения позволяют при необходимости наращивать длину газового радиатора и использовать для входного и выходного окон мембраны разных толщин из различных материалов.

Во втором модуле расположены 8 сферических зеркал /3/ с размерами 760x315 мм<sup>2</sup>, наклоненные под углом 23° к горизонтальной оси счетчика. Каждое зеркало фокусирует черенковское излучение на соответствующий фотумножитель /4/, расположенный на верхней стенке модуля на расстоянии 600 мм от центра зеркала. Кольцевое резиновое уплотнение вокруг оснований ФЭУ дало возможность расположить их в газовой среде счетчика без применения разделительных окон между ФЭУ и газовым объемом.

Индивидуальные крепления и юстировочные механизмы позволяют регулировать углы поворота каждого зеркала вокруг горизонтальной и вертикальной осей /в пределах  $\pm 5^\circ$ / и перемещать его вдоль центральной оси счетчика.

Для изготовления зеркал разработана технология, близкая к описанной в работе<sup>4/</sup>. В качестве светоотражающего слоя использовалась алюминизированная полиэтилентерефталатная пленка. Радиус кривизны фиксировался при помощи быстротвердеющей пены. Были изготовлены зеркала, имеющие форму сферического сегмента с диаметром основания  $\phi = 860$  мм и с фокусным расстоянием

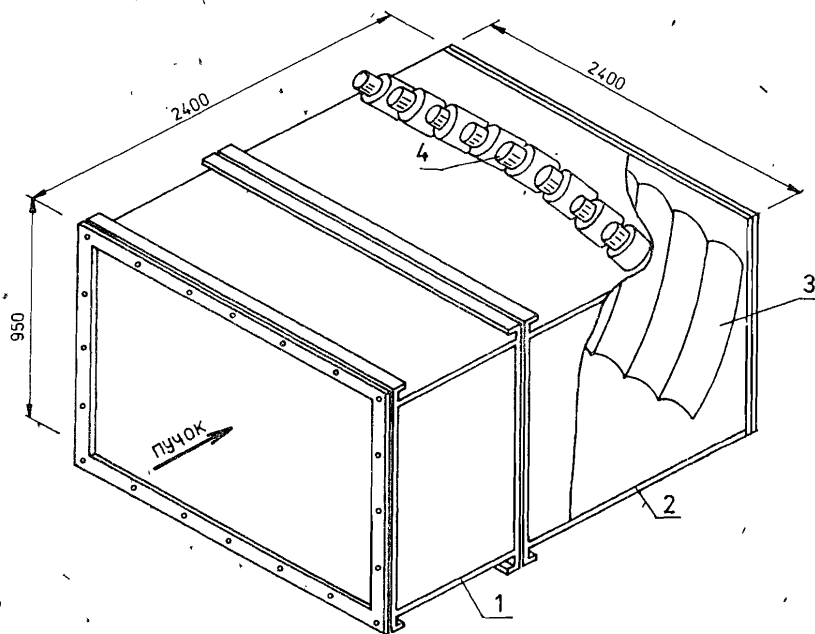


Рис.1. Схема конструкции счетчика.

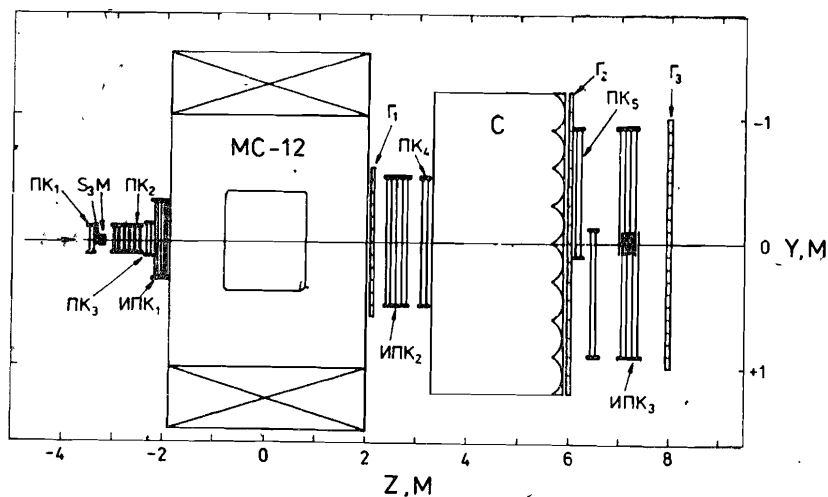


Рис.2. Спектрометр вторичных частиц установки ГИПЕРОН.  $S_1$  - сцинтилляционные счетчики,  $\Gamma_1$  - сцинтилляционные годоскопы, ИПК<sub>i</sub> - искровые проволочные камеры, ПК<sub>i</sub> - пропорциональные камеры, М - мишень, МС-12 - электромагнит, С - восьмиканальный черенковский счетчик.

$f = 600$  мм. Из них вырезались необходимые прямоугольные элементы с размерами  $760 \times 315$  мм<sup>2</sup>. Проверка фокусирующих свойств вырезанных зеркал и их юстировка после монтажа в счетчике проводились при помощи лазера.

Положение зеркала в счетчике выбиралось и фиксировалось таким образом, чтобы при сканировании лучом лазера всей его поверхности отраженный луч не выходил за пределы фотокатода ФЭУ.

Для регистрации черенковского излучения используются фотоэлектронные умножители ХР-2041/У с полупрозрачным Sb-K-Cs-фотокатодом /диаметром 110 мм/ и 14 динодами жалюзийного типа. Квантовый выход ФЭУ в максимуме его спектральной чувствительности / $\lambda = 401$  нм/ достигает 26%<sup>15/</sup>. Экранировка ФЭУ от внешних магнитных полей осуществляется стальным кожухом, обернутым листовым пермаллоем. Наполнение объема счетчика выбранным газом /радиатором/ осуществляется без предварительной откачки, путем продува. Рабочее давление газа - атмосферное.

Характеристики счетчика исследовались на 18-м канале серпуховского ускорителя. Местоположение счетчика во время испытаний совпадает с его рабочим положением в составе установки ГИПЕРОН /рис.2/. При испытаниях использовались сцинтилляционные и черенковские счетчики, а также проволочные детекторы и ЭВМ ЕС-1010, входящие в состав этой установки.

С помощью электромагнита МС-12 несепарированный пучок частиц направлялся на исследуемый канал /зеркало/ счетчика. Требуемый сорт частицы ( $e, \mu, \pi, K$ ) выделялся при помощи черенковских счетчиков  $S_1$ <sup>1/</sup>. Сцинтилляционный счетчик  $S_3$  и выбранные элементы сцинтилляционных годоскопов  $\Gamma_1$  и  $\Gamma_2$  были включены на совпадение и давали сигнал в триггер после прохождения через счетчик частицы с заданной траекторией. Сигналы с каждого ФЭУ поступали на входы преобразователя "заряд-код" КА008<sup>16/</sup>, расположенного в кресте КАМАК, информация с которого считывалась в ЭВМ ЕС-1010.

Контроль работы ФЭУ и канала считывания осуществлялся с помощью ЭВМ путем измерения амплитудных спектров световых вспышек светодиода, от которого к фотокатодам ФЭУ были подведены гибкие волоконные световоды.

Характеристики счетчика изучались в пучках разных частиц ( $e, \mu, \pi, K$ ). Для всех каналов снимались амплитудные /зарядовые/ распределения сигналов на выходе ФЭУ после прохождения требуемой частицы. Среднее число фотоэлектронов ( $N_3$ ), выбитых черенковским квантом с фотокатода, определялось путем аппроксимации экспериментально полученных амплитудных распределений нормальным распределением с математическим ожиданием  $m$  и дисперсией  $\sigma^2$ :

$$N_3 = \frac{K}{K-1} \left( \frac{m - m_n}{\sigma} \right)^2,$$

где  $K$  - средний коэффициент вторичной эмиссии динодов,  $m_d$  - номер канала KA008, соответствующий пьедесталу.

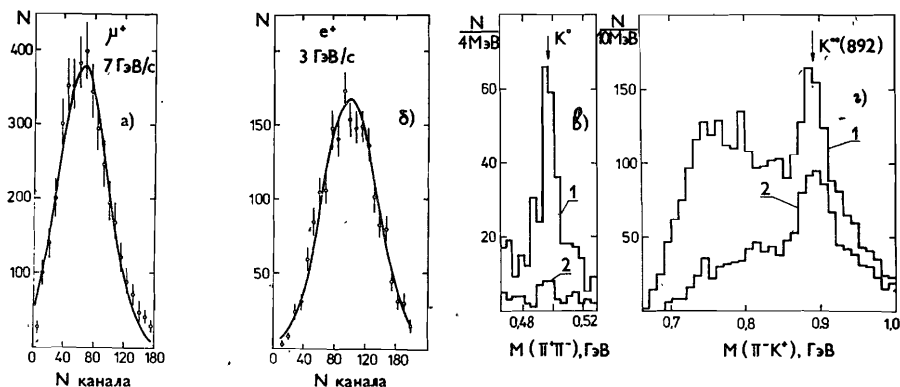


Рис.3. Результаты исследования характеристик счетчика: а/ амплитудные спектры  $\mu^+$ -мезонов с импульсом 7 ГэВ/с; б/ амплитудные спектры позитронов с импульсом 3 ГэВ/с; в/ и г/ распределения событий реакций /5/ по эффективной массе  $M(h^+h^-)$  в предположении  $h^+h^- \equiv \pi^+\pi^-$  /в/ и  $h^+h^- \equiv K^+\pi^-$  /г/. /Дополнительные пояснения см.в тексте/.

На рис.3а,б приведены примеры таких распределений. Они получены при регистрации счетчиком  $\mu^+$ -мезонов с импульсами 7 ГэВ/с /рис.3а/ и позитронов с импульсами 3 ГэВ/с /рис.3б/. Радиатором в обоих случаях был воздух.

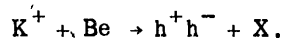
Из амплитудных спектров, приведенных на рис.3а,б, получены следующие значения для среднего числа выбитых фотоэлектронов  $N_s^\mu = 5,2 \pm 0,2$  /кривая а/,  $N_s^e = 10,4 \pm 0,5$  /кривая б/. Исходя из полученных значений  $N_s$ , длины счетчика  $L$ , показателя преломления газа  $n$ , масс  $M$  и импульсов  $P$  регистрируемых частиц для каждого канала определялись константы  $N_0$ , характеризующие интегрально свойства ФЭУ, газа и оптики канала /7/.

$$N_0 = \frac{N_s}{L[2(n-1) - M^2/P^2]} \quad /4/$$

Обрделенные таким образом величины  $N_0$  для различных каналов находятся в интервале 80-100  $см^{-1}$ . Соответствующее разрешение счетчика по скорости  $\delta\beta/\beta = 1/(2N_0L)$  находится в интервале  $1/2,5-3,1 \times 10^{-5}$ .

Для сравнения отметим, что широкоапертурные многоканальные черенковские счетчики подобного типа /8-15/ характеризуются величинами  $N_0$ , лежащими в интервале 16-110  $см^{-1}$ . Распределения на рис.3в,г иллюстрируют эффективность использования информации от счетчика при обработке части данных, полученных на установке

ГИПЕРОН /рис.2/ при исследовании процесса



/5/

где  $(h^+, h^-)$  - адроны.

На рис.3в показаны спектры эффективных масс  $M(h^+h^-)$  в предположении, что  $h^+$  и  $h^-$  - пионы. В гистограмму 1 входят события, в которых хотя бы один из адронов был идентифицирован с помощью счетчика как  $\pi$ -мезон, в гистограмму 2 - события, в которых ни один из адронов не был идентифицирован как  $\pi$ -мезон.

На рис.3г приведены спектры эффективных масс  $M(h^+h^-)$  в предположении, что  $h^+$  и  $h^-$  являются  $K^+$  и  $\pi^-$ -мезонами соответственно. Гистограмма 1 получена без учета информации от счетчика. В гистограмму 2 вошли события, в которых приведенное выше предположение подтвердилось счетчиком.

### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Сконструирован и изготовлен широкоапертурный восьмиканальный пороговый черенковский счетчик. Достигнутые значения параметра  $N_0$  и разрешения по скорости  $\delta\beta/\beta$  близки к соответствующим параметрам лучших приборов подобного типа. Счетчик включен в состав установки ГИПЕРОН, и предварительная обработка части информации, набранной с его участием, показала эффективность его применения при изучении многочастичных процессов типа /5/.

Авторы благодарны В.П.Джелепову, В.Б.Флягину, В.М.Кутьину, С.А.Акименко за содействие в работе и ценные обсуждения, С.П.Жунину, Н.П.Мошкову, П.В.Симонову за помощь в монтаже счетчика, Е.Златевой за помощь в изготовлении делителей ФЭУ, В.М.Маниеву и Н.А.Русаковичу за содействие в исследовании характеристик счетчика, М.Климановой за участие в подготовке статьи, А.А.Олейнику и другим сотрудникам серпуховского научно-экспериментального отдела ОИЯИ за помощь в проведении комплекса работ по установке счетчика на канале ускорителя ИФВЭ.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Антюхов В.А. и др. ОИЯИ, Р13-84-562, Дубна, 1984.
2. Бицадзе Г.С. и др. ОИЯИ, 1-83-895, Дубна, 1983.
3. Йорданов А.Б. и др. ОИЯИ, Б1-1-83-514, Дубна, 1983.
4. Йорданов А.Б., Сергеев С.В., Фещенко А.А. ОИЯИ, 13-12752, Дубна, 1979.
5. Data Handbook, Electron Tubes. The Netherlands, Philips, Gloeilampen fabrieken, 1980.
6. Антюхов В.А. и др. ОИЯИ, 10-12912, Дубна, 1979.

7. Benot M., Litt J., Meunier R. Nucl.Instr. and Meth., 1975, vol.105, p.431.
8. Grayer G. et al. Report MPI-PAE/EXP, E1-40, Munich, 1974.
9. Bowden G.B. et al. Nucl.Instr. and Meth., 1976, vol.138, p.77.
10. Антипов Ю.М. и др. Препринт ИФВЭ, ОНФ 78-4, Серпухов, 1978.
11. Burkhardt H. et al. Nucl.Instr. and Meth., 1981, vol.184, p.319.
12. Hylen J. et al. Nucl.Instr. and Meth., 1981, vol.185, p.107.
13. Bevan A. et al. Nucl.Instr. and Meth., 1982, vol.203, p.159.
14. Горчаков О.Е. и др. ПТЭ, 1984, 1, с.77.
15. Войчишин М.Н. и др. ОИЯИ, 13-84-161, Дубна, 1984.

Внимание организаций и лиц, заинтересованных в получении публикаций Объединенного института ядерных исследований

Принимается подписка на препринты и сообщения Объединенного института ядерных исследований.

Установлена следующая стоимость подписки на 12 месяцев на издания ОИЯИ, включая пересылку, по отдельным тематическим категориям:

ИНДЕКС	ТЕМАТИКА	Цена подписки на год
1.	Экспериментальная физика высоких энергий	10 р. 80 коп.
2.	Теоретическая физика высоких энергий	17 р. 80 коп.
3.	Экспериментальная нейтронная физика	4 р. 80 коп.
4.	Теоретическая физика низких энергий	8 р. 80 коп.
5.	Математика	4 р. 80 коп.
6.	Ядерная спектроскопия и радиохимия	4 р. 80 коп.
7.	Физика тяжелых ионов	2 р. 85 коп.
8.	Криогеника	2 р. 85 коп.
9.	Ускорители	7 р. 80 коп.
10.	Автоматизация обработки экспериментальных данных	7 р. 80 коп.
11.	Вычислительная математика и техника	6 р. 80 коп.
12.	Химия	1 р. 70 коп.
13.	Техника физического эксперимента	8 р. 80 коп.
14.	Исследования твердых тел и жидкостей ядерными методами	1 р. 70 коп.
15.	Экспериментальная физика ядерных реакций при низких энергиях	1 р. 50 коп.
16.	Дозиметрия и физика защиты	1 р. 90 коп.
17.	Теория конденсированного состояния	6 р. 80 коп.
18.	Использование результатов и методов фундаментальных физических исследований в смежных областях науки и техники	2 р. 35 коп.
19.	Биофизика	1 р. 20 коп.

Подписка может быть оформлена с любого месяца текущего года.

По всем вопросам оформления подписки следует обращаться в издательский отдел ОИЯИ по адресу: 101000 Москва, Главпочтамт, п/я 79.

Рукопись поступила в издательский отдел  
4 февраля 1985 года.