

ОБЪЕДИНЕННЫЙ  
ИНСТИТУТ  
ЯДЕРНЫХ  
ИССЛЕДОВАНИЙ  
ДУБНА

1190 83

P13-82-893

А.В.Купцов, В.П.Курочкин\*,  
Л.Лучан, Л.Л.Неменов

Пороговый черенковский счетчик  
размером  $500 \times 500 \times 44$  мм<sup>3</sup> с радиатором  
из водного раствора аминокислоты

Направлено в журнал "ПТЭ"

---

\* Филиал НИИЯФ МГУ.

1982

## 1. ВВЕДЕНИЕ

В литературе описаны черенковские счетчики толщиной  $\sim 5$  см и площадью до  $1 \text{ м}^2$  с радиатором из воды или плексигласа<sup>/1-6/</sup>. В этих счетчиках при прохождении релятивистских частиц через радиатор на фотокатодах фотоумножителей образуется от 5 до 17 фотоэлектронов.

В настоящей работе описан пороговый черенковский счетчик размером  $500 \times 500 \times 44 \text{ мм}^3$  с радиатором из водного раствора аминокислоты /АГК/, в котором свет собирается на три фотоумножителя ФЭУ-49Б. Благодаря большой площади фотокатодов и использованию АГК при прохождении через радиатор релятивистских частиц регистрируется  $\sim 30$  фотоэлектронов.

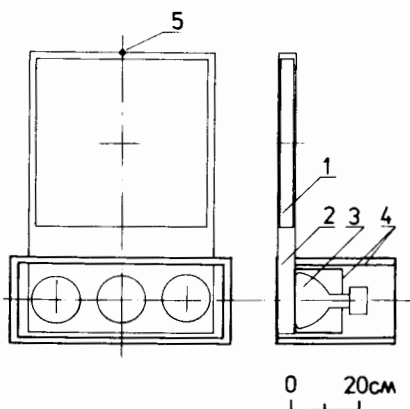
Три таких счетчика используются в установке по исследованию обратного электророждения пионов на протонах и ядрах<sup>/7/</sup> для подавления фона от низкоэнергичных частиц.

## 2. КОНСТРУКЦИЯ СЧЕТЧИКА

Конструкция счетчика приведена на рис.1. Радиатором счетчика служит дистиллированная вода, которая находится в контейнере из плексигласа с внутренними размерами  $500 \times 500 \times 44 \text{ мм}^3$ . Верхняя и боковые грани контейнера и световод длиной 320 мм изготовлены из одного бруска полированного плексигласа. Большие стенки изготовлены из листов плексигласа толщиной 3 мм и приклеены дихлорэтаном. Контейнер и световод покрыты отражающей пленкой из алюминированного лавсана, черной бумагой и полихлорвиниловой лентой.

В счетчике используются три фотоумножителя ФЭУ-49Б с фотокатодами диаметром 150 мм, установленные на большой грани световода. Оптический контакт осуществляется с помощью кремнийорганического вазелина КВ-3.

Рис.1. Конструкция черенковского счетчика: 1 - радиатор; 2 - световод; 3 - фотоумножитель; 4 - магнитная защита; 5 - светодиод.



Магнитная защита счетчика состоит из двухслойной стальной коробки, выполняющей также роль светозащитного кожуха, и из четырех слоев отожженного пермаллоя, надетых на каждый фотомножитель.

Для смещения ультрафиолетовой части спектра черенковского излучения в область чувствительности фотокатодов ФЭУ в воде растворялась АГК в концентрации 80 мг/л<sup>8,9/</sup>.

### 3. ХАРАКТЕРИСТИКИ СЧЕТЧИКОВ

Черенковские счетчики С1, С2 и С3 исследовались на пучках  $\pi^-$ -мезонов  $\beta=0,9/$ , релятивистских электронов и  $\mu^-$ -мезонов синхроциклотрона Лаборатории ядерных проблем ОИЯИ. На  $\pi^-$ -мезонах измерялась зависимость амплитуды импульсов от концентрации АГК, от места попадания пучка в счетчик, были получены также амплитудные распределения. Зависимость амплитуды импульсов от концентрации АГК приведена на рис.2. После растворения в воде ~ 30 мг/л АГК амплитуда импульсов увеличивается примерно в 8 раз. Коэффициент увеличения амплитуды зависит от конструкции счетчика и условий измерения<sup>1,8,10/</sup>.

Для определения неоднородности счетчика измерялась зависимость амплитуды от места прохождения частицы через счетчик, и в измеренные амплитуды вводилась поправка на деформацию счетчика, возникающую из-за гидростатического давления воды на стенки счетчика. Максимальное изменение толщины счетчика по вертикали составляет +10%. Максимальная относительная амплитудная неоднородность счетчика получилась равной +12%.

Амплитудное разрешение на пучке  $\pi^-$ -мезонов /ширина на полувысоте/ равно 57%; 61,5% и 70% для счетчиков С1, С2 и С3 соответственно. На основе этих данных было вычислено амплитудное разрешение на пучках релятивистских электронов  $\beta=1/$ , которое составило 46%; 49,5% и 56%. Для счетчика С3 было также определено амплитудное разрешение на пучке релятивистских электронов, которое оказалось равным 56,5%, что согласуется с вычисленным значением.

Амплитуды импульсов черенковского счетчика С3 были также измерены на  $\pi^-$ - и  $\mu^-$ -мезонах разных энергий. Частицы с определенной энергией выделялись с помощью магнита и детектора

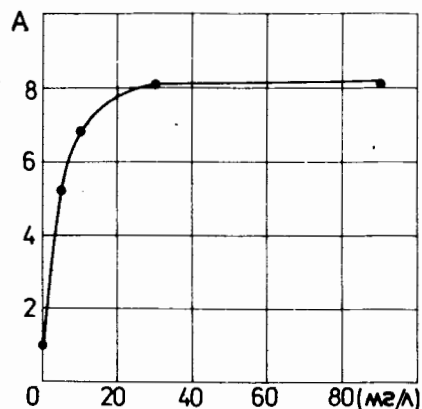


Рис.2. Зависимость относительной амплитуды импульсов от концентрации аминок-Г-кислоты.

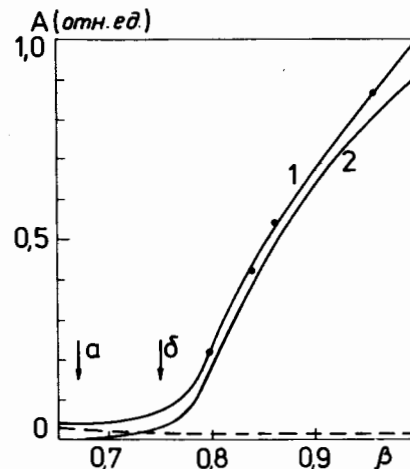


Рис.3. Зависимость амплитуды импульсов для  $\pi^-$ - и  $\mu^-$ -мезонов от скорости частиц  $\beta$  /точки/. Кривые 1 и 2 - расчетные зависимости интенсивности черенковского излучения с учетом и без учета черенковского излучения от  $\delta$ -электронов и сцинтилляций. Пунктирная линия - вклад сцинтилляций, а и б - пороговые скорости для черенковского излучения в плексигласе и воде.

остановок<sup>11/</sup>. На рис.3 амплитуды импульсов в относительных единицах приведены в зависимости от скорости частиц  $\beta$ . На этом же рисунке приведены теоретически полученные зависимости интенсивности черенковского излучения от скорости частиц /перед счетчиком/ без учета и с учетом черенковского излучения от  $\delta$ -электронов<sup>4,12/</sup> и света сцинтилляций<sup>13/</sup>. При вычислении учитывалось замедление частиц в радиаторе и стенках счетчика. Экспериментальные данные хорошо согласуются с теоретическими.

Для счетчика С2 была получена зависимость эффективности от скорости частиц  $\beta$  при трех порогах дискриминатора. Измерения были проведены на пучке  $\mu^-$ -мезонов. Энергия  $\mu^-$ -мезонов перед счетчиком изменялась при помощи медных фильтров;  $\mu^-$ -мезоны с определенной энергией выделялись детектором остановок и дополнительно идентифицировались по  $\mu^-$ -распадам, что позволило исключить влияние других частиц, содержащихся в пучке, на результаты измерения, которые приведены на рис.4. Пороги дискриминатора соответствуют 1,6; 2 и 2,5 фотоэлектронам для кривых 1, 2 и 3 соответственно. Эффективность счетчика при увеличении  $\beta$  не достигает 100% из-за потерь, связанных с мертвым временем дискриминатора и большой одиночной загрузкой счетчика /~ 10<sup>6</sup> имп.с<sup>-1</sup> /.

Раствор АГК в концентрации 80 мг/л в черенковских счетчиках не менялся примерно 2,5 года. За это время амплитудное разрешение ухудшилось примерно на 30%. После заливки нового раствора амплитудное разрешение восстанавливается. На рис.5 приведены спектры со счетчика С2, полученные через год после заполнения счетчика раствором на пучках электронов и  $\mu^-$ -мезонов.

Временное разрешение счетчиков после амплитудно-временной коррекции /ширина на полувысоте/ составляет ~8 нс.

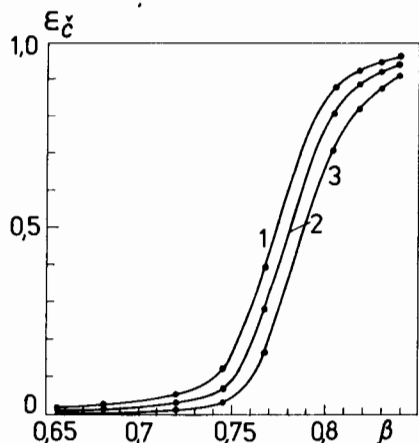


Рис.4. Эффективность регистрации  $\mu^-$ -мезонов черенковским счетчиком в зависимости от  $\beta$ . Кривые 1, 2 и 3 соответствуют порогам дискриминатора /  $\sim 1,6$ ; 2 и 2,5 фотоэлектронов/.

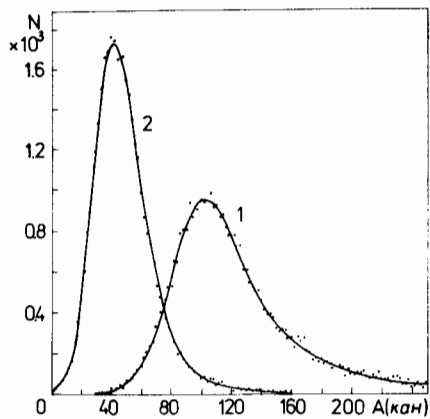


Рис.5. Амплитудное распределение импульсов со счетчика С2, полученное на пучках релятивистских электронов /1,  $\Delta_e = 57\%$ / и  $\mu^-$ -мезонов с энергией 91 МэВ /2,  $\Delta_\mu = 88\%$ /.

Авторы признательны Г.Г.Голошвили за участие в измерениях; В.И.Ганичеву, Г.В.Покидовой и В.А.Смирнову за помощь при изготовлении чертежей и сборке счетчика; С.Г.Пластининой и В.Ф.Чуркиной за помощь при оформлении статьи.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Купцов А.В., Неменов Л.Л., Чиркин Ю.М. ПТЭ, 1971, №4, с.70.
2. Бережнев С.Ф. и др. ОИЯИ, 13-6192, Дубна, 1972.
3. Нымик Р.А. ПТЭ, 1966, №4, с. 59.
4. Онучин А.П., Середняков С.И. ПТЭ, 1972, №6, с. 57.
5. Ahlen S.P., Cartwright B.G., Tarlé G. Nucl.Instr. and Meth., 1976, 136, pp. 229, 235.
6. Button-Shafer J. et al. Nucl.Instr. and Meth., 1976, 137, p. 29.
7. Алексеев Г.Д. и др. ОИЯИ, P13-81-848, Дубна, 1981.
8. Ганичев В.И. и др. ПТЭ, 1975, №1, с. 31.
9. Cosme G., Yullian S., Lefrançois J. Nucl.Instr. and Meth., 1969, 70, p. 20.
10. Зрелов В.П. Излучение Вавилова-Черенкова и его применение в физике высоких энергий. Атомиздат, М., т. 2, 1968.
11. Дунайцев А.Ф. и др. ПТЭ, 1963, №1, с. 159.
12. Lezniak Y.A. Nucl.Instr. and Meth., 1976, 136, p. 299.
13. Madey R., Leipuner L. Nucleonics, 1956, 14, p. 51.

Рукопись поступила в издательский отдел  
22 декабря 1982 года.

Купцов А.В. и др. P13-82-893  
Пороговый черенковский счетчик размером 500x500x44 мм<sup>3</sup>  
с радиатором из водного раствора аминок-кислоты

Описан пороговый черенковский счетчик размером 500x500x44мм<sup>3</sup> с радиатором из водного раствора аминок-кислоты и плоским световодом. Регистрация света в счетчике осуществляется тремя фотоумножителями ФЭУ-49Б, расположенными в одном ряду на большой грани световода. Амплитудное разрешение счетчика /ширина на полувысоте/, полученное на пучке релятивистских электронов, составляет  $\sim 50\%$ . Приводятся зависимости амплитуды импульсов и эффективности счетчика от скорости проходящих через счетчик частиц.

Работа выполнена в Лаборатории ядерных проблем ОИЯИ.

Препринт Объединенного института ядерных исследований. Дубна 1982

Kuptsov A.V. et al. P13-82-893  
500x500x44 mm<sup>3</sup> Threshold Cherenkov Counter with the  
Radiator of Amino-G-Acid Aqueous Solution

A 500x500x44 mm<sup>3</sup> threshold Cherenkov counter with the radiator of amino-G-acid aqueous solution and with a flat light guide is described. Light is detected in the counter with three FEU-49B photomultipliers placed in line on the larger side of the light guide. The amplitude resolution of the counter (FWHM) obtained on relativistic electrons is  $\sim 50\%$ . Dependence of the pulses amplitudes and the counter efficiency upon the rate of particles passing through the counter are given.

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.