

6712

ЭКЗ. ЧИТ. ЗАЛ

ОБЪЕДИНЕННЫЙ
ИНСТИТУТ
ЯДЕРНЫХ
ИССЛЕДОВАНИЙ

Дубна.

13 - 6712



Р.Г.Аствацатуров, В.И.Иванов, В.А.Крамаренко,
Г.Л.Мелкумов, М.Н.Хачатурян

ЛАБОРАТОРИЯ ВЫСОКИХ ЭНЕРГИЙ

ЧЕРЕНКОВСКИЙ СЧЕТЧИК
ПОЛНОГО ПОГЛОЩЕНИЯ
С БОЛЬШОЙ ПЛОЩАДЬЮ РАДИАТОРА

1972

13 - 6712

Р.Г.Аствацатуров, В.И.Иванов, В.А.Крамаренко,
Г.Л.Мелкумов, М.Н.Хачатурян

ЧЕРЕНКОВСКИЙ СЧЕТЧИК
ПОЛНОГО ПОГЛОЩЕНИЯ
С БОЛЬШОЙ ПЛОЩАДЬЮ РАДИАТОРА

Направлено в ПТЭ

1. Введение

Для исследования электромагнитных распадов векторных мезонов в 1964 году был предложен ^{/1/} и сконструирован ^{/2,3/} прибор, состоящий из искровых камер и черенковских γ -спектрометров, получивший название "черенковский масс-спектрометр". Эта аппаратура позволяет измерять эффективную массу процессов, в которых частицы в конечном состоянии имеют электромагнитную природу. С ее помощью были обнаружены редкие распады ρ - и ϕ -мезонов на e^+e^- , измерены дифференциальные сечения рождения η -мезонов в области малых переданных импульсов и сделана оценка вероятности распада $\eta' \rightarrow \gamma\gamma$ ^{/4,5,6/}.

Данная работа посвящена детальному исследованию двух идентичных черенковских γ -спектрометров из свинцового стекла, использованных в упомянутых выше экспериментах и являющихся составной частью черенковского масс-спектрометра.

2. Описание черенковского спектрометра

Схематический чертеж черенковского спектрометра приведен на рис. 1. Радиатор черенковского излучения состоит из двух прямоугольных блоков стекла марки ТФ-1 с общим размером $50 \times 50 \times 30$ см³. Основные характеристики стекла следующие: коэффициент преломления 1,65, плотность 3,88 г/см³, радиационная длина 2,5 см и критическая энергия ~ 15 Мэв. Все грани стекла имеют оптическую полировку.

Для регистрации черенковского света в счетчике используются девять фотоумножителей типа ФЭУ-49 с диаметром рабочей области

фотокаатода 15 см. Фотоумножители крепятся к одной из сторон радиатора. Суммарная площадь фотокаатодов всех ФЭУ составляет 60% площади торца радиатора.

Оптический контакт между фотоумножителями и стеклом, а также между стеклами, осуществляется с помощью кремнеорганического вазелина. На остальных гранях радиатора устанавливаются отражатели из алюминиевой фольги.

Для защиты от рассеянного магнитного поля фотоумножители окружены экранами из отожженного пермаллоя марки 8ОНХС толщиной 1 мм.

В центре переднего торца радиатора, напротив фотоумножителей укреплен на оптическом контакте кристалл $CsJ(Tl)$ размером $10 \times 10 \times 0,3$ мм³ с радиоизотопом ^{243}Am . Сцинтилляционное излучение кристалла от моноэнергетических α -частиц позволяет контролировать стабильность фотоумножителей и электроники черенковского счетчика при длительных измерениях. Амплитуды импульсов со всех фотоумножителей суммируются.

3. Исследование черенковского спектрометра

Черенковский счетчик исследовался на пучке электронов, присутствующих в небольшом количестве /1%/ в пучке π^- -мезонов / $\Delta p/p = \pm 1,5\%$ /. Электроны выделялись с помощью газового черенковского счетчика длиной 160 см, наполненного азотом, и четырех сцинтилляционных счетчиков размером $7 \times 7 \times 0,5$ см³.

Равномерность амплитудной характеристики спектрометра по всей поверхности радиатора достигалась последовательным совмещением центров фотоумножителей с центром пучка электронов и подбором величин сопротивлений в анодных цепях ФЭУ при постоянном значении потенциалов на фотоумножителях.

Калибровкой спектрометра на пучке электронов были установлены: 1/область линейности спектрометра, 2/зависимость амплитуды и энергетического разрешения счетчика от координаты и угла падения электрона на поверхность радиатора и 3/стабильность параметров счетчика.

Результаты калибровки счетчика электронами с энергией 1,5; 2,5 и 4,0 Гэв приведены на рис. 2. Кривые A и R на рис. 2 иллюстрируют соответственно зависимости амплитуды и энергетического разрешения черенковского спектрометра /полная ширина на полувысоте/ от энергии электронов. Анализ результатов показывает, что в интервале энергий 1,5-4 Гэв зависимость R от E удовлетворяет выражению $R = \text{const } E^{-1/2}$.

Зависимость амплитуды импульсов и энергетического разрешения на разных расстояниях от центра спектрометра приведена на рис. 3. Квадратами указаны проекции телескопа сцинтилляционных счетчиков на поверхность спектрометра.

Полученные данные показывают, что вариация амплитуды по поверхности радиатора не превышает 5%. Зависимость энергетического разрешения значительно больше: она составляет 15%.

Была изучена также зависимость амплитуды импульсов от угла падения электронов на поверхность радиатора. В измеренном интервале углов $\phi < 20^\circ$ зависимость амплитуды (A) от угла удовлетворяет выражению $A(\phi) = A(0) \cos \phi$. Среднее изменение амплитуды импульса на расстоянии 3 см от края радиатора составляет 1% на 1° угла наклона пучка к оси спектрометра. Аналогичная зависимость получена также для энергетического разрешения.

В рассмотренном выше спектрометре импульсы с девяти фотоумножителей суммируются, поэтому при регистрации счетчиком нескольких ливневых частиц измеряется только суммарная энергия частиц, а информация об их числе и пространственном распределении теряется. Для выяснения возможности пространственного разделения и измерения энергии каждой из частиц /двух или более/, одновременно регистрируемых детектором, было проведено исследование, результаты которого представлены на рис. 4. Спектрометр экспонировался на пучке электронов с энергией 4 Гэв. Места попадания электронов на радиатор спектрометра /центры фотоумножителей и участки между ними/ показаны на рисунке квадратами. В эксперименте измерялись амплитудные спектры с каждого из девяти ФЭУ в отдельности. Анализ полученных данных показывает, что пространственное разрешение спектрометра, если измеряется амплитуда с каждого ФЭУ в отдельности, приблизительно равно радиусу ФЭУ.

Результаты проведенных выше исследований приводят к выводу о том, что для спектрометрирования большого числа частиц электромагнитной природы наиболее перспективны годоскопические системы, состоящие из многих десятков или сотен черенковских спектрометров.

В заключение авторы выражают благодарность М.А.Азимову и А.С.Белову за помощь и полезные советы, М.С.Хвастуну за помощь на разных этапах работы и В.В.Архипову за участие в подготовке и проведении измерений.

Литература

1. M.N.Khachaturian, M.A.Azimov, V.S.Pantuev. *Priority cert.* No 182249.
2. M.N.Khachaturian, M.A.Azimov, A.S.Belousov, I.V.Chuvilo, R.Firkowski, M.S.Khvastunov et al. *Nucl.Instr. & Meth.* 51, 309-314 (1967).
3. Р.Г.Аствацатуров, А.М.Балдин, С.Г.Басиладзе, В.Д.Володин, В.И.Иванов, В.А.Крамаренко и др. *Препринт ОИЯИ, P13-6184, Дубна, 1971.*
4. M.N.Khachaturian, M.A.Azimov, A.M.Baldin et al. *Phys.Letters*, 24B, 349 (1967).
5. R.G.Astvatsaturov, M.A.Azimov, A.M.Baldin et al. *Phys.Letters*, 27B, 45 (1968).
6. J.Hladky, A.M.Baldin, M.N.Khachaturian et al. *Phys.Letters*, 31B, 475 (1970).

Рукопись поступила в издательский отдел
12 октября 1972 года.

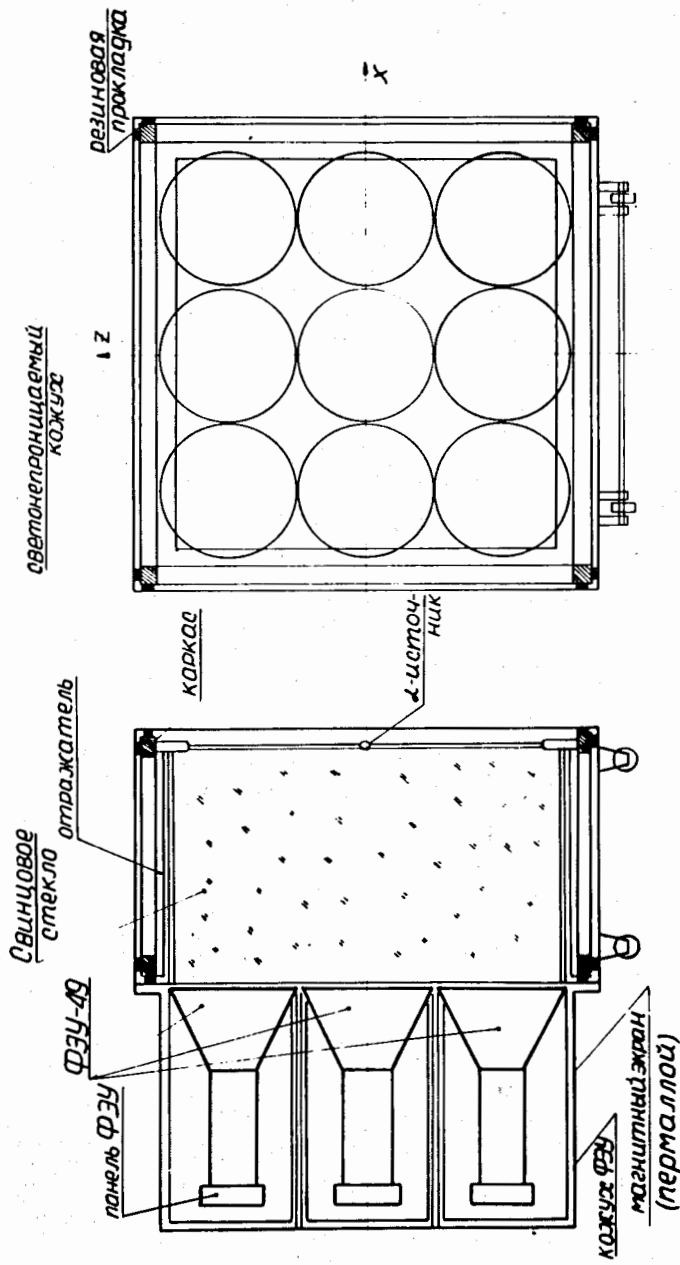


Рис. 1. Конструкция черенковского спектрометра полного поглощения.

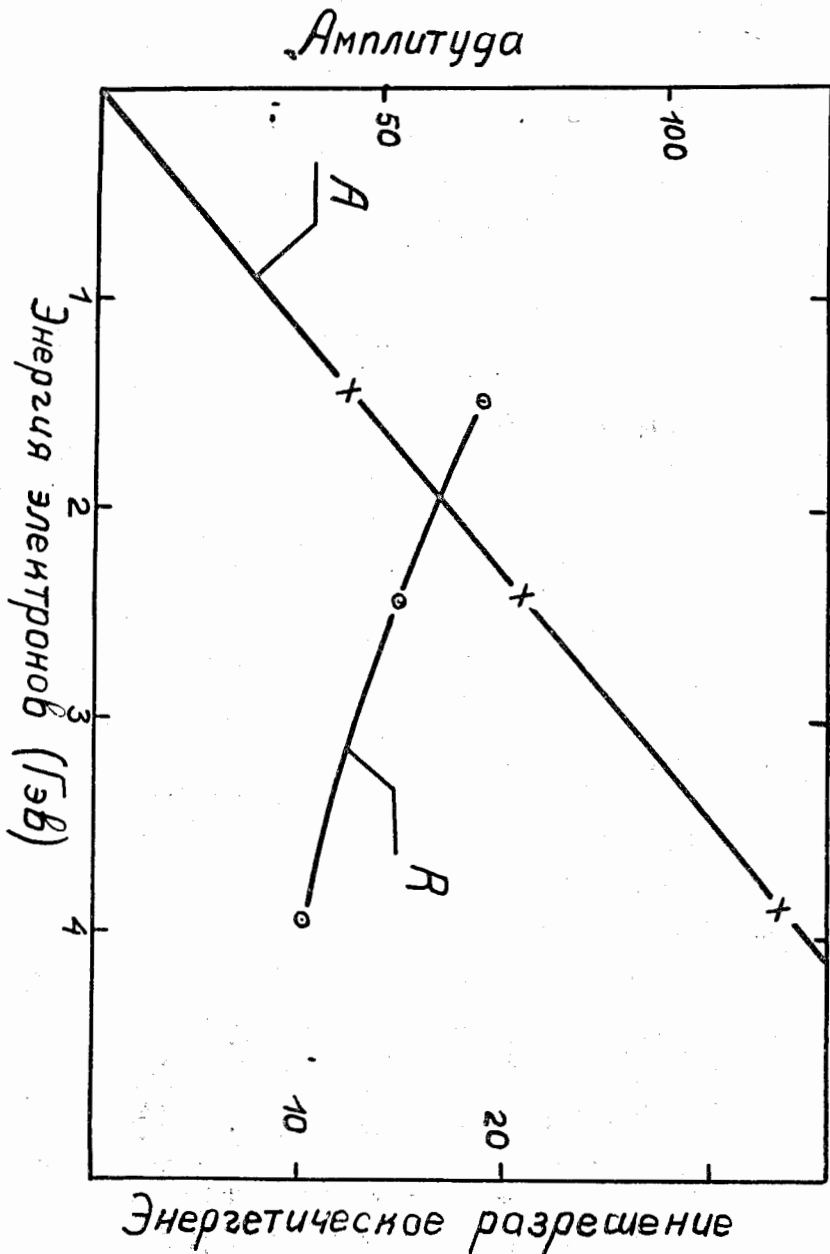


Рис. 2. Зависимость амплитуды сигналов и энергетического разрешения спектрометра от энергии электронов.

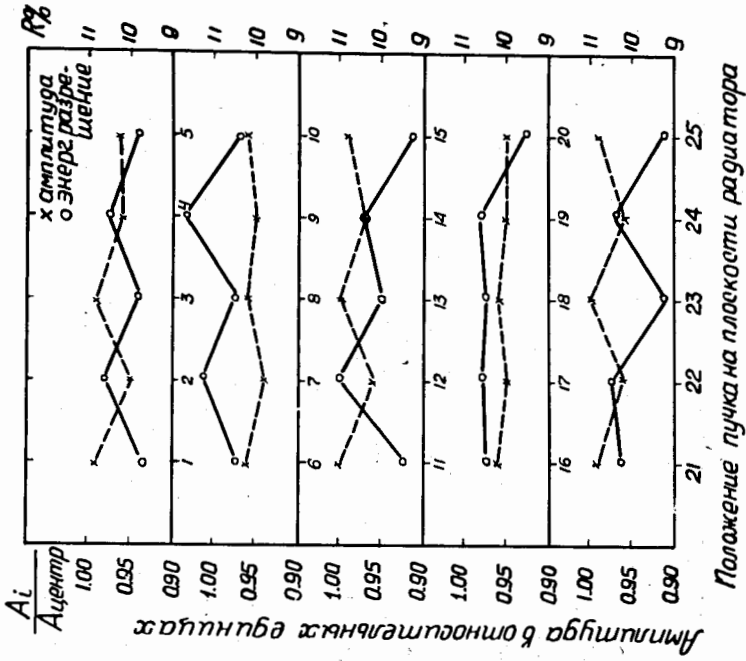
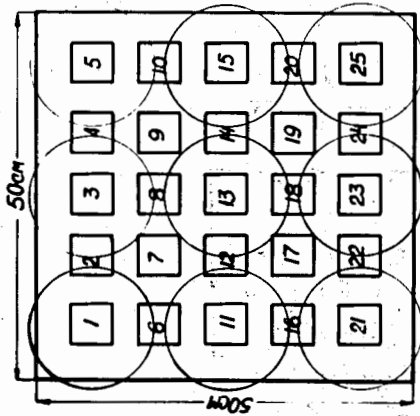


Рис. 3. Зависимость амплитуды сигналов и энергетического раз-
 шения спектрометра от координаты падения электрона на поверхность
 радиатора.



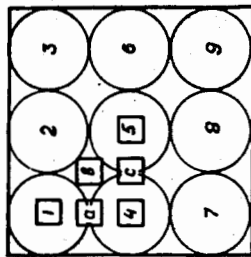
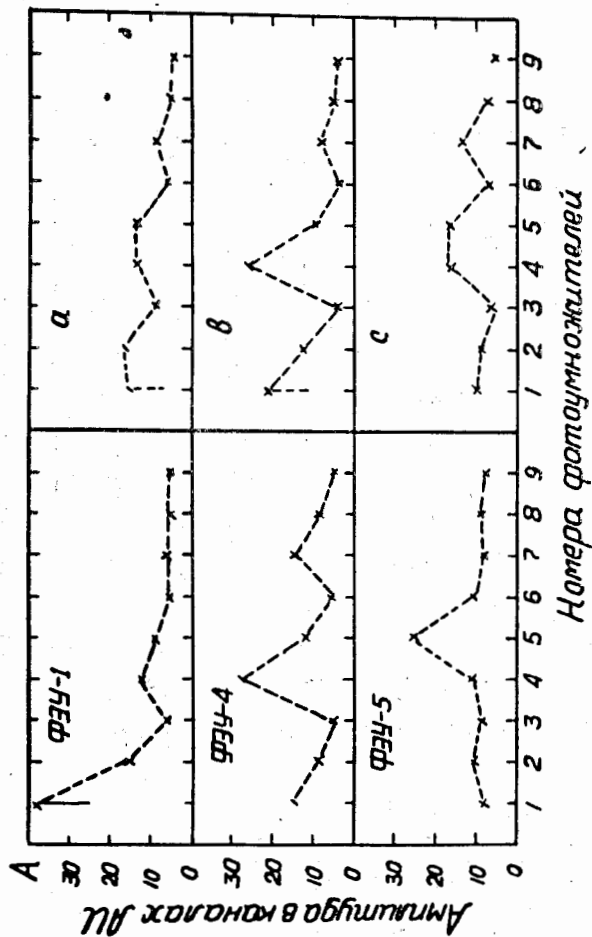


Рис. 4. Картина распределения черенковского света в радиаторе спектрометра.