

ОБЪЕДИНЕННЫЙ
ИНСТИТУТ
ЯДЕРНЫХ
ИССЛЕДОВАНИЙ
ДУБНА



7309

ЭКЗ. ЧИТ. ЗА
P1 - 7309

Р.Г.Аствацатуров, В.И.Иванов, Е.Кнапик,
В.А.Крамаренко, Б.А.Кулаков, Г.Л.Мелкумов,
А.И.Малахов, М.С.Хвастунов, М.Н.Хачатурян

ИССЛЕДОВАНИЕ 90- КАНАЛЬНОГО
ЧЕРЕНКОВСКОГО ГОДОСКОПА
ИЗ СВИНЦОВОГО СТЕКЛА

1973

ЛАБОРАТОРИЯ ВЫСОКИХ ЭНЕРГИЙ

P1 - 7309

Р.Г.Аствацатуров, В.И.Иванов, Е.Кнапик,*
В.А.Крамаренко, Б.А.Кулаков, Г.Л.Мелкумов,
А.И.Малахов, М.С.Хвастунов, М.Н.Хачатурян

ИССЛЕДОВАНИЕ 90- КАНАЛЬНОГО
ЧЕРЕНКОВСКОГО ГОДОСКОПА
ИЗ СВИНЦОВОГО СТЕКЛА

Направлено в ж. Нуклеоника

* Институт физики Лодзинского университета ПНР.

**Научно-техническая
библиотека
ОИЯИ**

1. Введение

В настоящее время в Лаборатории высоких энергий ОИЯИ создается 90-канальный черенковский масс-спектрометр, предназначенный для исследования электромагнитных распадов резонансов.

Принцип этой установки, предложенный в 1964 году ^{/1,2/}, был реализован в двухканальном варианте ^{/3/} и позволил получить ряд физических результатов ^{/4-7/}.

Позднее был предложен многоканальный вариант установки, значительно расширяющий возможности метода ^{/9,10/}. Среди преимуществ многоканальной системы следует отметить:

1/ возможность разделения и независимого измерения энергии гамма-квантов и электронов, генерированных в многочастичных процессах;

2/ возможность восстановления угла вылета отдельных частиц по виду распределения энергии в годоскопе;

3/ и, наконец, возможность существенного улучшения спектрметрических характеристик за счет улучшения оптики прибора.

2. Описание годоскопа

Черенковский годоскоп состоит из девяти идентичных модулей. Каждый из модулей /см. рис. 1/ представляет собой самостоятельный прибор, светоизолированный от остальных с помощью непрозрачной пластмассы толщиной 0,5 мм.

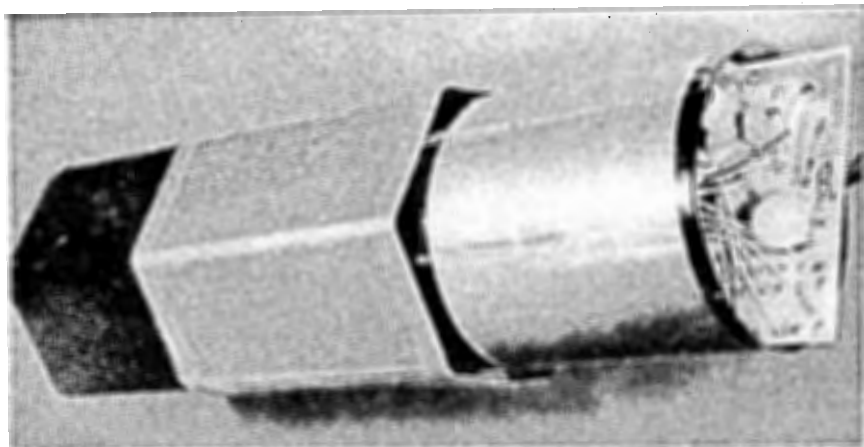


Рис. 1. Модуль черенковского годоскопа.

Радиатор модуля изготовлен из свинцового стекла марки ТФ-1 высокой прозрачности и имеет форму шестигранной призмы высотой 35 см и диаметром вписанной окружности 17,5 см. Основные характеристики стекла следующие: коэффициент преломления - 1,65, плотность - 3,86 г/см³, радиационная длина - 2,5 см. Все грани призмы имеют оптическую полировку. Черенковский свет регистрируется с помощью фотоумножителя типа 49Б с диаметром фотокатода 17 см. С целью улучшения спектрметрических характеристик прибора в годоскопе используются фотоумножители с чувствительностью фотокатода, превышающей 100 мкА/лм. Фотоумножители клеятся к торцу радиатора с помощью клея марки НЕ-10 с коэффициентом преломления 1,58. Последний имеет промежуточное значение между коэффициентом преломления стекла фотоумножителя /1,50/ и стекла радиатора /1,64/ и улучшает коэффициент передачи света из одной среды в другую.

Отношение эффективной площади фотокатода к площади торца радиатора составляет 67%.

Для экранировки фотоумножителя от рассеянного магнитного поля используются два пермалловых экрана, толщиной 0,5 мм. В центре второго торца радиатора,

напротив фотоумножителя, крепится ампула с кристаллом иодистого натрия и радионуклидом ²⁴¹Am ($E_{\alpha} = 5,5$ Мэв). Сцинтилляционное излучение моноэнергетических альфа-частиц в кристалле NaJ(Tl) позволяет контролировать стабильность фотоумножителя и электроники в течение эксперимента.

3. Исследование черенковского годоскопа на пучке электронов

Девяносто модулей черенковского годоскопа были исследованы на пучке электронов с импульсом 2,3 и 4 ГэВ/с и $\Delta p/p = \pm 1,5\%$.

Электроны в пучке отрицательных π -мезонов выделяются с помощью порогового черенковского счетчика длиной 160 см и трех сцинтилляционных счетчиков размерами 7x7x1 и 4x4x0,5 см³.

До экспонирования на пучке электронов черенковские модули находились при рабочем напряжении около 10 часов.

Величины энергетических разрешений /полная ширина на полувысоте/ для девяноста модулей, измеренные при энергии 2,3 и 4 ГэВ, приведены на рис. 2. Средние значения энергетических разрешений представлены в таблице 1.

Таблица 1

E_0 /ГэВ/	2,0	3,0	4,0
R (%)	7,2	6,0	5,3

В экспериментальные значения величин энергетических разрешений были введены поправки, учитывающие разброс частиц пучка по импульсу, краевые эффекты, возникающие за счет конечных размеров пучка и точности совпадения центров пучка и модуля.

Эти поправки составляют соответственно 15, 20 и 24% для электронов с энергией 2, 3 и 4 ГэВ.

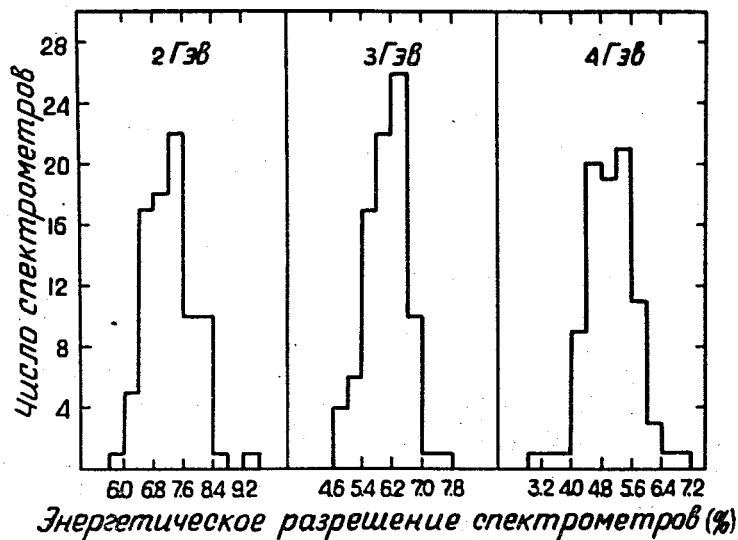


Рис. 2. Распределение энергетических разрешений 90 модулей при трех значениях энергии электронов: 2, 3, 4 ГэВ.

Энергетические разрешения и наиболее вероятные значения амплитуд импульсов световых вспышек ($N_{\alpha}J + \alpha$) после прохождения через стекло толщиной 35 см представлены на рис. 3. Среднее значение световой вспышки эквивалентно электронам с энергией 1,2 ГэВ. Среднее значение амплитудного разрешения равно 6,5% /полная ширина на полувысоте/.

Для выяснения влияния оптических параметров стекла на энергетическое разрешение модулей последние были разделены на две группы. В первую группу были включены стекла с коэффициентом светопоглощения 0,1% /40 шт./, а во вторую группу 0,2% /50 шт./ на 1 см толщины стекла. Анализ результатов измерений показал, что отличие энергетических разрешений для двух групп спектрометров не превышает 2%.

Влияние чувствительности фотокатодов фотоумножителей (ϵ) на энергетическое разрешение спектрометров иллюстрирует рис. 4. Величины, указанные в скобках на рис. 4, представляют число фотоумножителей с данной

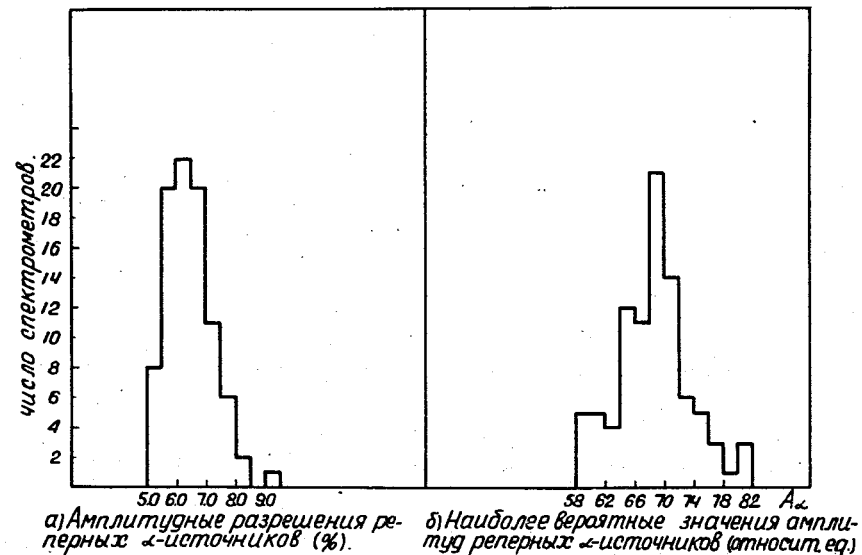


Рис. 3. а/ Распределение амплитудных разрешений /полная ширина на полувысоте/ для 90 генераторов световых вспышек; б/ распределение наиболее вероятных значений амплитуды.

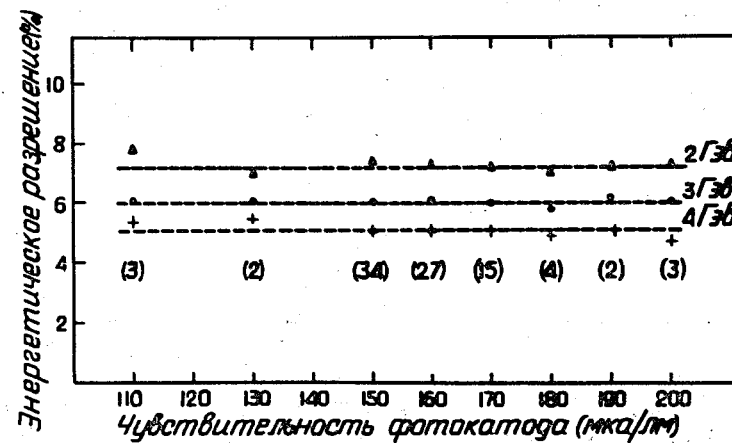


Рис. 4. Зависимость энергетического разрешения черенковских модулей при трех значениях энергии электронов от чувствительности фотокатодов фотоумножителей.

чувствительностью. Из рис. 4 видно, что при $\epsilon \approx 100 \text{ мкА/лм}$ энергетические разрешения слабо зависят от величины чувствительности фотокатода.

Два фактора определяют энергетическое разрешение спектрометра:

- 1/ флюктуации черенковского излучения и
- 2/ флюктуации числа фотоэлектронов.

Данные, полученные в настоящей работе, показывают, что энергетическое разрешение спектрометров при рассматриваемых энергиях, в основном, обусловлено флюктуациями черенковского излучения.

Для оценки вклада в энергетическое разрешение модуля флюктуаций числа фотоэлектронов использовался световой диод. Результаты этого анализа представлены на рис. 5. Сравнение величин энергетических разреше-

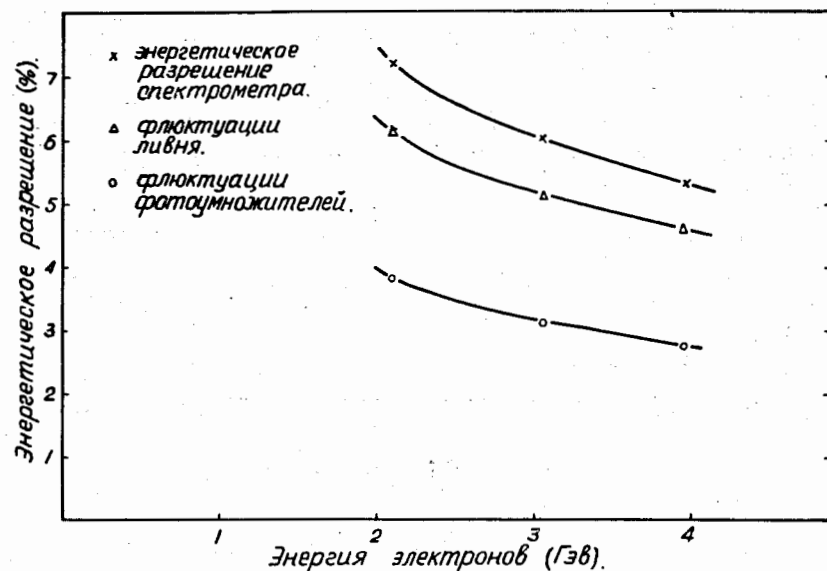


Рис. 5. Зависимость флюктуаций ливня и флюктуаций числа фотоэлектронов в черенковском модуле от энергии электронов.

ний, полученных в данной работе, с результатами других авторов производится на рис. 6.

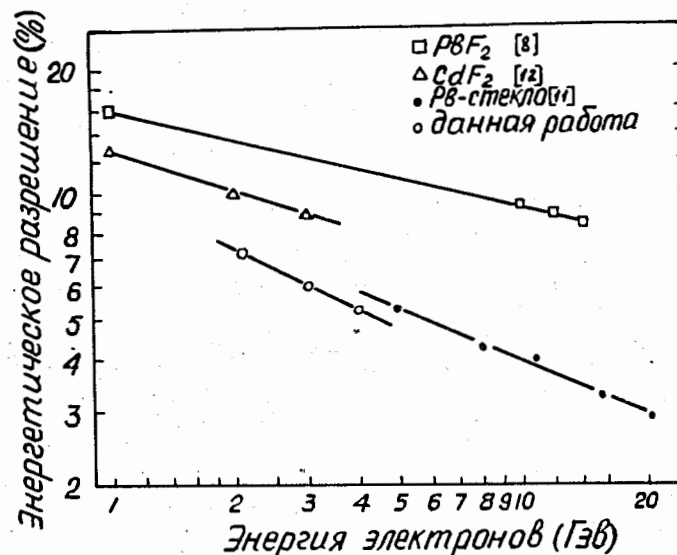


Рис. 6. Зависимость энергетических разрешений черенковских спектрометров различной конструкции от энергии.

В заключение авторы выражают благодарность А.М.Балдину, И.А.Савину, И.М.Бужинскому, В.Н.Дворскому, И.Ф.Колпакову, С.Г.Басиладзе, В.В.Архипову, С.Н.Пляшкевичу, Б.М.Старченко и В.И.Прохорову за содействие и помощь в измерениях.

Литература

1. М.А.Азимов, А.М.Балдин, В.С.Пантеев, М.Н.Хачатурян, И.В.Чувило. ОИЯИ, В-7-2070, Дубна, 1964.
2. М.Н.Хачатурян, М.А.Азимов, В.С.Пантеев. Авторское свидетельство №182249.
3. M.N.Khachatryan, M.A.Azimov, A.S.Belousov, I.V.Chuvilo, R.Firkowski, M.S.Khvastunov, L.G.Makarov, E.I.Maltsev, A.T.Matyushin, V.T.Matyushin, V.S.Pantuev, L.N.Shtarkov, D.V.Uralsky, B.A.Zelenov, L.I.Zhuravleva. Nucl. Instr. and Meth., 51, 309 (1967).
4. M.N.Khachatryan, M.A.Azimov, A.M.Baldin, A.S.Belousov, I.V.Chuvilo, R.Firkowski, J.Hladky, M.S.Khvastunov, J.Manca, A.T.Matyushin, V.T.Matyushin, G.A.Ososkov, L.N.Shtarkov, L.I.Zhuravleva. Phys.Lett., 24B, 349 (1968).

5. R.G.Astvatsaturov, M.A.Azimov, I.V.Chuvilo, J.Hladky, V.I.Ivanov, M.N.Khachaturian, M.S.Khvastunov, A.T.Matyushin, V.T.Matyushin, L.I.Zhuravleva, A.M.Baldin, A.S.Belousov, L.N.Shtarkov. *Phys.Lett.*, 27B, 45 (1968).
6. М.И.Адамович, Р.Г.Аствацатуров, А.М.Балдин, Г.Л.Мелкумов, С.П.Харламов, М.Н.Хачатурян, М.С.Хваспунов, Ф.Р.Ягудина. *Краткие сообщения по физике №1, 48 /1972/.*
7. М.И.Адамович, Р.Г.Аствацатуров, А.М.Балдин, Г.Л.Мелкумов, С.П.Харламов, М.Н.Хачатурян, М.С.Хваспунов, Ф.Р.Ягудина. *Краткие сообщения по физике №5 /1972/.*
8. *Труды международной конференции по аппаратуре в физике высоких энергий №1, 389, Дубна /1970/.*
9. Р.Г.Аствацатуров, В.И.Иванов, В.А.Крамаренко, Г.Л.Мелкумов, М.Н.Хачатурян. *Препринт ОИЯИ 13-6712, Дубна, 1972.*
10. R.G.Astvatsaturov, V.I.Ivanov, M.N.Khachaturian, V.A.Kramarenko, B.A.Kulakov, A.I.Malakhov, G.L.Melkumov. *Nucl.Instr. and Meth.*, 107, 105 (1973).
11. B.I.Blumenfeld, L.M.Lederman, R.L.Cool and S.L.Segler. *Nucl.Instr.and Meth.*, 97, 427 (1971).
12. M.N.Prentice, R.Railton and Stewart. *Nucl.Instr. and Meth.*, 98, 135 (1972).

*Рукопись поступила в издательский отдел
11 июля 1973 года.*