

И. Н. СЕНЧУРО, Б. М. ЯКОВЛЕВ

## ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ ГРАДУИРОВКА СЧЕТЧИКОВ С ОРГАНИЧЕСКИМ СЦИНТИЛЛЯТОРОМ

Описан метод энергетической градуировки счетчиков с органическим сцинтиллятором, предназначенным для определения удельной ионизации космического излучения. Метод применим в области энергий выше 3 Мэв.

Для определения удельной ионизации космического излучения обычно применяются сцинтилляционные счетчики [1, 2].

Одновременная регистрация анодного тока ФЭУ и скорости счета импульсов дает возможность определить среднее энерговыделение в кристалле счетчика, приходящееся на одну зарегистрированную частицу, а следовательно, и среднюю удельную ионизацию излучения. Необходимо только проградуировать показания токового канала счетчика в единицах энергии, выделившейся в сцинтилляционном кристалле.

В работах [1, 2] для удобства градуировки применялись неорганические кристаллы. В некоторых случаях возникает необходимость применения органических фосфоров, тогда энергетическая градуировка счетчика усложняется.

В упомянутых работах для энергетической градуировки амплитудных спектров на выходе сцинтилляционных счетчиков использовалось  $\gamma$ -излучение стандартных источников ( $\text{Cs}^{137}$ ,  $\text{Co}^{60}$ ,  $\text{Zn}^{65}$ ). Гамма-линии этих источников в спектрах, полученных с неорганическими кристаллами, дают ярко выраженные максимумы — пики полного поглощения. Основной вклад в эти максимумы вносят фотоэлектроны, образованные в кристалле  $\gamma$ -излучением, т. е. фотопики. В органических сцинтилляторах  $\gamma$ -излучение стандартных источников не образует заметных фотопиков, и соответствующие спектры целиком определяются комптоновским рассеянием.

В работе [3] показано, как использовать для градуировки сцинтилляционных спектрометров спектры комптоновских электронов в диапазоне энергий  $10^5$  —  $10^6$  эв.

Приведем метод для получения более высоких значений энерговыделения в сцинтилляторе.

Предположим, что релятивистские заряженные частицы космического излучения регистрируются органическим сцинтиллятором сферической формы. В таком случае число частиц  $dn$ , имеющих длину пути

в шаровом сцинтилляторе от  $l$  до  $l + dl$ , будет описываться распределением

$$\frac{dn}{dl} = kl, \quad (1)$$

где  $k$  — константа, зависящая от вещества и размеров сцинтиллятора.

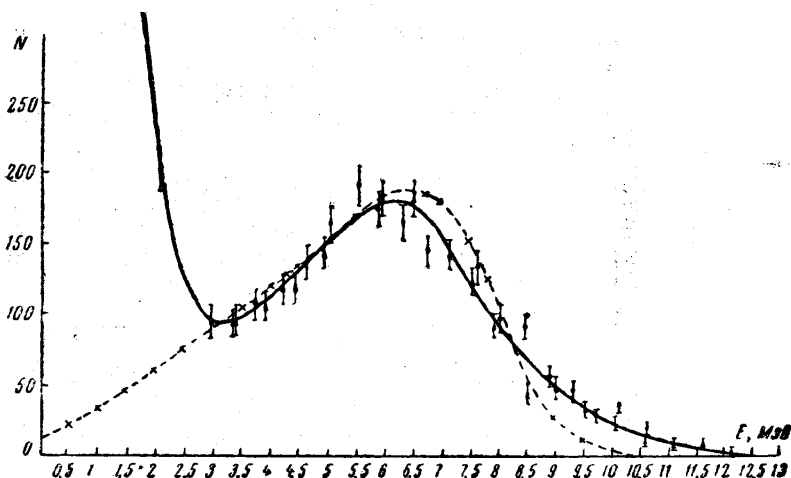


Рис. 1. Энерговыведение от космических релятивистских частиц в сферическом органическом детекторе диаметром 4 см. Теоретические данные (пунктирная линия), экспериментальные данные (сплошная линия)

Предположим, что потери энергии в сцинтилляторе малы по сравнению с энергией частицы. Тогда энерговыведение при прохождении частицы через сцинтиллятор будет  $E = al$ , где  $a$  — константа. Поэтому дифференциальный спектр потерь энергии в сцинтилляторе будет

$$\frac{dn}{dE} = bE, \quad (2)$$

где

$$b = \frac{k}{a^2}.$$

Вследствие конечной разрешающей способности системы сцинтиллятор + фотоумножитель распределение амплитуд импульсов на выходе ФЭУ будет соответствовать размытому спектру. Штриховой линией на рис. 1 изображен спектр, полученный из формулы (2) с учетом конечного энергетического разрешения счетчика в предположении гауссовой формы линий с дисперсией  $D = 0,1 E_{\max}$ , где  $E_{\max}$  — энерговыведение, соответствующее максимальному пробегу частиц в сцинтилляторе. (Удельные потери релятивистских частиц в сцинтилляторе составляют  $1,8 \text{ Мэв/г/см}^2$ ). Как видно из рис. 1, этот спектр имеет характерную форму, что может быть использовано для непосредственной энергетической градуировки сцинтилляционных счетчиков в области энергий свыше 2 Мэв. На том же рис. 1 приведен экспериментальный спектр от космических частиц, полученный с помощью многоканального амплитудного анализатора АИ-100 для шарового органического сцинтиллятора диаметром  $d = 4 \text{ см}$ .

Сцинтиллятор был смонтирован на фотокатоде ФЭУ-16, как показано на рис. 2. Остальные узлы аппаратуры не отличались от описанных в работах [1, 2]. Для уменьшения фона в мягкой области спектра сцинтилляционный счетчик окружался слоем свинца толщиной 10 см. (Ход спектра в области энергий  $\leq 3$  Мэв определяется фоном мягкого излучения.)

Как и в работе [3], в качестве наиболее характерной точки спектра можно принять абсциссу, соответствующую «половинной» ординате, т. е. ординате, равной половине от максимума.

Абсцисса, соответствующая максимуму, дает среднее энерговыделение, а соответствующая «половинной ординате» — максимальное энерговыделение релятивистских заряженных частиц в данном кристалле (см. табл.).

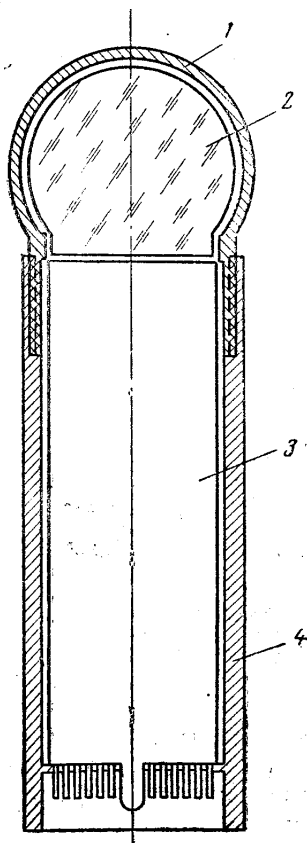


Рис. 2. Сферический органический детектор: 1 — алюминиевый кожух, 2 — органический детектор, 3 — фотоумножитель ФЭУ-16, 4 — металлический кожух

Выделение энергии релятивистскими заряженными частицами в шаровом детекторе $d = 4$ см	Экспериментальные данные, Мэв	Теоретические данные, Мэв
Среднее энерговыделение . . . . .	$(6 \pm 0,5)$	6,2
Максимальное энерговыделение . . . . .	$(8,2 \pm 0,3)$	8,1

Сравнение характерных точек, нормированных по площади, экспериментальных и теоретической кривых, приведенных на рис. 1, показывает, что этот метод дает возможность энергетической градуировки сцинтилляционных счетчиков с органическим детектором с точностью  $\sim 5\%$ . Время измерения 3 час. Органические детекторы цилиндрической формы, у которых сравнимы высота и диаметр кристалла, дают аналогичные результаты.

В заключение выражаем благодарность Н. Л. Григорову, И. А. Савенко и П. И. Шаврину, без руководства и помощи которых выполнение работы было бы невозможным.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Папков С. Ф., Писаренко Н. Ф., Савенко И. А., Тупикин А. Ф., Шаврин П. И. Сб. Искусственные спутники Земли, вып. 9, 1961, 78.
2. Вернов С. Н., Чудаков А. Е. «Успехи физических наук», LXX, № 4, 585, 1960.
3. Moore, Orton. Proceedibgs of a Simposium Vienna, 1960, 227—235.

Поступила в редакцию

27.11.1962 г.

НИИЯФ