

объединенный  
институт  
ядерных  
исследований  
дубна

2321/82

17/1-82

P13-82-48

Л.С.Барабаш, Л.В.Комогорова, Н.М.Лустов,  
Э.И.Мальцев, Ю.П.Петухов, А.Г.Федунов,  
А.М.Харин, В.В.Чалышев, И.Е.Чириков-Зорин

ИЗМЕРЕНИЕ КООРДИНАТ ТРЕКОВ ЧАСТИЦ  
ПО ЦЕНТРУ ТЯЖЕСТИ СВЕТОВОЙ ВСПЫШКИ  
В СЦИНТИЛЛЯТОРЕ

Направлено в "Nuclear Instruments and Methods"

1982

## 1. ВВЕДЕНИЕ

В пропорциональных камерах применение способа измерения координаты электронной лавины по центру тяжести распределения индуцированного на катоде заряда позволяет получить высокие точности регистрации треков<sup>1-3</sup>. Аналогичную методику измерения координат можно применить и в сцинтилляционных счетчиках.

В данной работе изучались характеристики сцинтилляционного счетчика /сцинтилляционной камеры/, в котором координаты треков частиц измерялись по центру тяжести интенсивности световой вспышки при прохождении частицы через сцинтиллятор.

## 2. КОНСТРУКЦИЯ СЦИНТИЛЛЯЦИОННОГО СЧЕТЧИКА

На рис.1 показана конструкция сцинтилляционного счетчика. Между двумя сцинтилляторами толщиной  $L$  размещена система плосковых световодов, выполненных из полистирола с добавками преобразователя частоты, образующих координатную систему. Плосковые световоды изолированы друг от друга по свету полосками из металлизированного майлара. Толщина сцинтилляторов в исследуемом счетчике была  $L = 40$  мм, ширина плосковых световодов  $W = 20$  мм.

Плосковые световоды имели оптический контакт со сцинтилляторами через воздушный промежуток, и каждый световод имел оптический контакт с фотоумножителем. Импульсы с выходов фотоумножителей подавались на входы амплитудно-цифровых преобразователей /АЦП/. В исследуемом счетчике для регистрации распределения интенсивности света в сцинтилляторе использовались четыре канала амплитудного анализа и чувствительная область счетчика была  $150 \times 80$  мм<sup>2</sup>.

## 3. АППАРАТУРА

Измерения проводились с радиоактивным источником  $^{106}\text{Ru}$ , частицами космического излучения и светодиодом.

В измерениях с радиоактивным источником мы использовали один сцинтиллятор S1 /см. рис.1/.

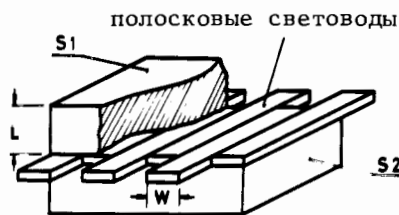


Рис.1. Конструкция сцинтилляционного счетчика.

Сигнал триггера вырабатывался 2-кратной схемой совпадения, к входам которой подсоединялись два фотоумножителя, имевшие оптический контакт со сцинтиллятором S1. Источник помещался в контейнер с коллиматором в виде щели шириной 0,5 мм, перемещавшийся по измеряемой координате с точностью 0,1 мм. По сигналу триггера входы АЦП стробировались импульсом длительностью 15 нс.

При работе с частицами космического излучения мы не могли измерить точности регистрации координат треков. Поэтому для имитации световой вспышки от релятивистских частиц использовали светодиод, свет от которого коллимировался щелью шириной 0,8 мм. Чтобы получить форму световой вспышки от светодиода, близкую к форме световой вспышки от частиц, между коллиматором и сцинтиллятором ставился дополнительный рассеиватель света - матированная пленка. Режим работы светодиода по интенсивности выбирался следующим образом. Сначала измерялось распределение полной интенсивности света при прохождении частиц космического излучения через сцинтиллятор.

В этих измерениях использовались оба сцинтиллятора S1 и S2 /см. рис.1/. Кроме того, чтобы ограничить область чувствительности над сцинтилляторами S1 и S2, ставился сцинтилляционный счетчик размером 20 мм по измеряемой координате. Сигнал триггера в этом случае вырабатывался 3-кратной схемой совпадения. Полная интенсивность определялась как сумма амплитуд сигналов, регистрируемых четырьмя полосковыми световодами.

Для имитации частиц над сцинтиллятором S1 помещался светодиод, на который подавался импульс длительностью 7 нс от генератора. Максимальная амплитуда импульса была 200 В. Однако из-за применения дополнительного рассеивателя интенсивность вспышки светодиода при ширине коллиматора 0,8 мм была примерно в 2 раза меньше, нежели от частиц космического излучения. Кроме того, имеется разница в механизмах высвечивания, и калибровочные кривые каналов амплитудного анализа для источника  $^{106}\text{Ru}$  и светодиода были различны.

Точность регистрации координаты оценивалась при нескольких положениях источника  $^{106}\text{Ru}$  или коллимированного светодиода.

#### 4. РЕЗУЛЬТАТЫ ИЗМЕРЕНИЙ

Точность регистрации координаты определялась по центру тяжести распределения, зарегистрированного полосковыми световодами, методикой, аналогичной описанной в работе [1].

На рис.2 приведены кривые распределений полной интенсивности, регистрируемой четырьмя полосковыми световодами для различных источников излучения. Кривая 1 показывает потери энергии в сцинтилляторе электронами радиоактивного источника  $^{106}\text{Ru}$ , кривая 2 - интенсивность света от светодиода, кривая 3 - от частиц космического излучения. Как видно из рисунка, амплитуда световой вспышки от частиц космического излучения примерно в 6 раз больше, нежели от  $^{106}\text{Ru}$ , что определяется малой энергией электронов и, соответственно, малой длиной пробега в сцинтилляторе. Точность регистрации координат электронов была невысокой, и при движении источника  $^{106}\text{Ru}$  вдоль измеряемой координаты в среднем составляла 3 мм.

Рис.2. Распределение полной интенсивности в сцинтилляторе. Кривая 1 - радиоактивный источник  $^{106}\text{Ru}$ , кривая 2 - светодиод, кривая 3 - космика.

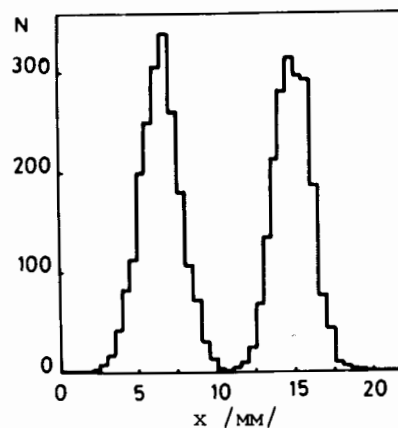
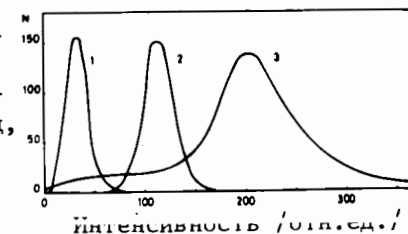


Рис.3. Распределения вычисленных по центру тяжести координат для двух положений светодиода. Ширина коллиматора 0,8 мм.

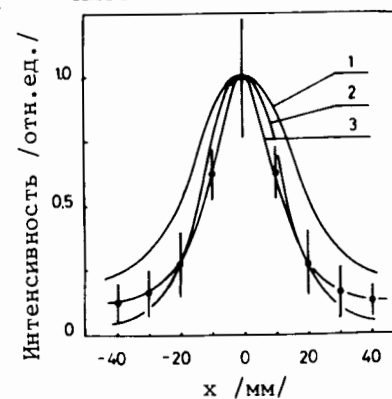


Рис.4. Форма световой вспышки в сцинтилляторе от различных источников. Кривая 1 - радиоактивный источник  $^{106}\text{Ru}$ , кривая 2 - светодиод, кривая 3 - частицы космического излучения.

Лучшие результаты мы имели при использовании коллимированного светодиода. На рис.3 приведены распределения по вычисленной координате при двух положениях светодиода и ширине щели 0,8 мм. Средняя ошибка распределений, измеренных в нескольких точках, была равна ~ 1,27 мм.

На рис.4 мы приводим экспериментально измеренные зависимости распределения интенсивности света в сцинтилляторе по измеряемой координате для радиоактивного источника  $^{106}\text{Ru}$  /кривая 1/, светодиода /кривая 2/ и для частиц космического излучения /кривая 3/.

Кривые 1 и 2 на рис.4 измерены для одного сцинтиллятора /  $L=40$  мм/, кривая 3 - для двух сцинтилляторов /  $L=80$  мм/. Кривая 3 для частиц космического излучения измерена с большими ошибками, поскольку в число событий, использованных для построения этого распределения, вошли события с углами до ~  $30^\circ$  относительно нормали к плоскости счетчика. Как видно из рисунка, распределения интенсивности от светового диода и космиче- ки достаточно хорошо согласуются по форме, и мы ожидаем получить меньшую ошибку в определении координаты трека от релятивистских частиц, потому что амплитуда световой вспышки в этом случае больше в ~ 2 раза /см. рис.2/ . Ширина распределения от радиоактивного источника несколько шире распределений 2 и 3, что, очевидно, определяется большим рассеянием электронов в сцинтилляторе.

В заключение авторы выражают признательность С.А.Хорозову и А.И.Голохвастову за полезные обсуждения и помощь, оказанную при проведении исследований.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Charpak G. et al. CERN-EP/79-90, August 14 1979.
2. Бондарь А.Е., Онучин А.П., Тельнов В.И. ОИЯИ, Д13-11867, Дубна, 1978.
3. Барабаш Л.С. и др. ОИЯИ, P13-81-554, Дубна, 1981.

Рукопись поступила в издательский отдел  
21 января 1982 года.

Барабаш Л.С. и др.

P13-82-48

Измерение координат треков частиц по центру тяжести световой вспышки в сцинтилляторе

Изложены результаты исследования позиционно-чувствительного сцинтилляционного счетчика, координаты треков в котором вычислялись по центру тяжести интенсивности световой вспышки в сцинтилляторе. Распределение интенсивности световой вспышки измерялось системой полосковых световодов. Точность измерения координат треков электронов от радиоактивного источника  $^{106}\text{Ru}$  составляла 3,0 мм. При имитации треков коллимированным светодиодом /ширина щели 0,8 мм/ точность определения координаты источника света составляла 1,27 мм. Приводятся исследования формы световой вспышки в сцинтилляторе от частиц  $^{106}\text{Ru}$ , коллимированного светодиода и частиц космического излучения.

Работа выполнена в Отделе новых методов ускорения ОИЯИ.

Препринт Объединенного института ядерных исследований. Дубна 1982

Barabash L.S. et al.

P13-82-48

Measurement of Particle Track Coordinates by the Centre of Gravity of Light Intensity in Scintillator

Results of studies of a position-sensitive scintillation counter are presented. The coordinates of tracks in the counter have been calculated by the centre of gravity of light intensity in the scintillator. The light intensity distribution has been measured by a system of strip light guides. The accuracy in measuring the track coordinates of electrons from a  $^{106}\text{Ru}$  radioactive source is 3.0 mm. When the tracks are imitated by a collimated light diode (the slit width is 0.8 mm), the accuracy in determining the coordinate of light source is 1.27 mm. Studies are presented of the form of the light flash in the scintillator from the  $^{106}\text{Ru}$  particles, the collimated light diode and cosmic rays.

The investigation has been performed at the Department of New Acceleration Methods, JINR.

Preprint of the Joint Institute for Nuclear Research. Dubna 1982

Перевод Л.Н.Барабаш.