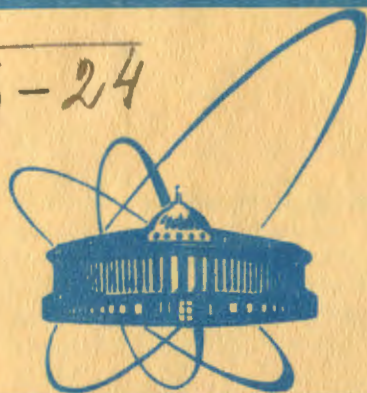


Б-24



сообщения  
объединенного  
института  
ядерных  
исследований  
дубна

♀

6443/2-81

28/11-81

P13-81-554

Л.С.Барабаш, А.В.Вишнеvский, Н.В.Власов,  
И.А.Голутвин, А.В.Зарубин, Ю.Л.Злобин,  
А.В.Карпухин, Ю.Т.Кирюшин, Л.В.Комогорова,  
Э.И.Мальцев, Ю.П.Петухов, А.А.Попов,  
Л.В.Светов, В.С.Хабаров, В.В.Чалышев,  
Ю.А.Яцуненко

ИССЛЕДОВАНИЕ  
ПРОСТРАНСТВЕННОГО РАЗРЕШЕНИЯ  
БОЛЬШОЙ ПРОПОРЦИОНАЛЬНОЙ КАМЕРЫ  
С АНАЛОГОВЫМ СЧИТЫВАНИЕМ ИНФОРМАЦИИ  
С КАТОДОВ

1981

В данной работе приводятся результаты исследования пространственного разрешения пропорциональной камеры размером  $3 \times 1,5 \text{ м}^2$  с катодным считыванием информации о координате прохождения частицы. Использование такого метода регистрации информации позволяет значительно повысить точность регистрации координат треков в пропорциональной камере. Изучалась точность регистрации электронной лавины в пропорциональной камере, имеющей широкие катодные полоски, что позволяет уменьшить число каналов электроники считывания информации.

Конструкция камеры аналогична описанной в работе [1]. Катоды выполнены из проводящей краски, расстояние между центрами полосок - 18 мм. Центры полосок двух катодов сдвинуты относительно друг друга на расстояние, равное половине ширины полоски, т.е. на 9 мм. Направление катодных полосок перпендикулярно направлению анодных проволок. Отрицательный потенциал подавался на катодные полоски через сопротивления 100 кОм. Проволочки анода были объединены и заземлены. Расстояние между анодом и катодом - 7 мм.

Оценка точности регистрации координаты прохождения частицы производилась по распределению величины  $\Delta = C_1 - C_2$ , где  $C_1$  и  $C_2$  - координаты лавины, вычисленные из распределений индуцированного заряда на разных катодах камеры. Принимая точность регистрации по катодам одинаковой, можно определить точность регистрации лавины одним катодом как  $\sigma = \sigma_{\Delta} \cdot \sqrt{2}$ , где  $\sigma_{\Delta}$  - среднеквадратичное отклонение распределения величины  $\Delta$ .

## АППАРАТУРА

Измерения проводились на стенде с радиоактивным источником  $^{106}\text{Ru}$ . Сигнал триггера вырабатывался системой запуска из четырех пропорциональных камер и сцинтилляционного счетчика и использовался для выработки сигнала, стробирующего входы амплитудно-цифровых преобразователей /АЦП/.

Каждая катодная полоска через разделительную емкость соединялась с входом зарядо-чувствительного усилителя /см. рис.1/. Сигнал с выхода усилителя по кабельной линии задержки поступал на вход АЦП. Сигналы регистрировались с 16 полосок на каждом катоде. Размер области пучка составлял по камере несколько сантиметров.

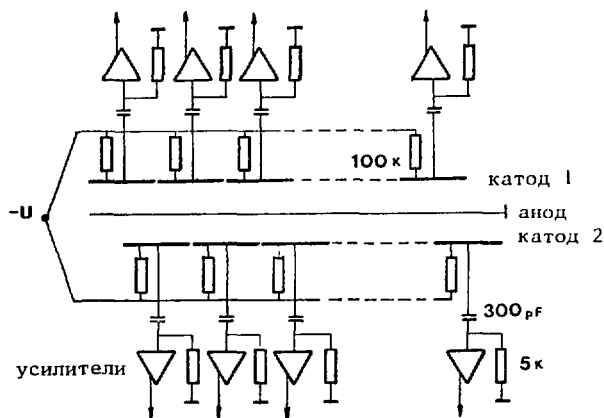


Рис.1. Схема подключения катодных полосок камеры к входам усилителей.

Калибровка каналов амплитудного анализа производилась через емкости между анодом и катодными полосками. Калибровочные характеристики снимались в 20 точках, из них 15 - для положительных зарядов и 5 - для отрицательных.

Применяемые для измерения амплитуд импульсов с катодных полосок АЦП имели кусочно-ломаную характеристику с чувствительностью  $0,25 \cdot 10^{-12}$  кул/канал до точки перегиба и  $1 \cdot 10^{-12}$  кул/канал после точки перегиба. Ошибки измерения амплитуды сигналов с отдельных полосок при подключенной емкости катодных полосок составляли  $1,5 \div 2,0$  канала АЦП до точки перегиба характеристики и  $\sim 0,6$  канала после точки перегиба.

Для наполнения камеры использовалась "магическая" смесь газов: аргон - 67%, изобутан - 30%, метилаль - 3%, фреон 1381 - 0,2%.

#### УЧЕТ ИСКАЖЕНИЙ ФОРМЫ ИНДУЦИРОВАННОГО НА КАТОДЕ ЗАРЯДА

Основной причиной, приводящей к уширению формы распределения, регистрируемого на катоде камеры, является наличие емкости связи между катодными полосками. Величина ее при длине полосок 1,5 м составляет  $\sim 10$  пФ. Наличие такой емкости связи приводит к перераспределению зарядов с одной полоски на дру-

гую, причем количество перераспределившегося заряда пропорционально разности зарядов на полосках; коэффициент пропорциональности будем называть коэффициентом связи. Оценки этого коэффициента связи  $K$ , выполненные с учетом разделительной емкости и входной динамической емкости усилителя, дают значение  $K \sim 0,1$ . При обработке распределений, зарегистрированных на катодах камеры, исправленные амплитуды сигналов с каждой полоски находились как решение следующего матричного уравнения:

$$\begin{array}{|c|} \hline A_1 \\ \hline A_2 \\ \hline A_3 \\ \hline \vdots \\ \hline A_{n-1} \\ \hline A_n \\ \hline \end{array} = \begin{array}{|cccccc|} \hline 1-K & K & 0 & \dots & 0 & 0 \\ \hline K & 1-2K & K & \dots & 0 & 0 \\ \hline 0 & K & 1-2K & \dots & 0 & 0 \\ \hline \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ \hline 0 & 0 & 0 & \dots & 1-2K & K \\ \hline 0 & 0 & 0 & & K & 1-K \\ \hline \end{array} \begin{array}{|c|} \hline A'_1 \\ \hline A'_2 \\ \hline A'_3 \\ \hline \vdots \\ \hline A'_{n-1} \\ \hline A'_n \\ \hline \end{array}$$

где  $A_i$  - амплитуда сигнала, измеренная для  $i$ -ой полоски,  $A'_i$  - исправленная амплитуда сигнала для  $i$ -ой полоски,  $n$  - число полосок на катоде.

Знание коэффициента связи  $K$  является очень важным, так как от него зависит ширина распределения индуцированного заряда на катоде, и, в конечном счете, точность определения координаты лавины.

Значение коэффициента связи определялось минимумом зависимости  $\sigma_{\Delta}(K)$ , получаемой при обработке одних и тех же данных при нескольких значениях  $K$ . На рис. 2 приведены исследованные зависимости для разных  $K$  при напряжении на камере 4,6 кВ, ширине полоски

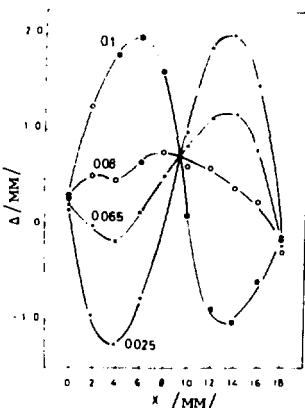


Рис. 2. Изменение среднего значения параметра  $\Delta$  в зависимости от координаты события в камере при разных коэффициентах связи. Ширина полосок 18 мм. Напряжение 4,6 кВ.

18 мм и длительности стробирующего импульса  $\tau = 200$  нс. Оптимальное значение  $K = 0,08$ . Ненулевые значения  $\Delta$  при  $K = 0,08$  объясняются неточностями калибровки каналов АЦП, погрешностями метода обработки и технологическими отклонениями при изготовлении катодных полосок в камере. Значение реального коэффициента связи зависит от длительности стробирующего импульса и задержки его относительно времени прохождения частицы через камеру. При ширине полосок 36 и 54 мм длительности стробирующих импульсов выбирались соответственно 150 и 100 нс.

Реальные /оптимальные/ значения коэффициентов связи для ширины полосок 36 и 54 мм составляют 0,05 и 0,04 соответственно.

Другим параметром камеры, влияющим на форму распределений индуцированного заряда, являются емкости между анодом и катодными полосками, приводящие к появлению отрицательного смещения в распределениях. Для учета этого эффекта каналы считывания информации калибровались и для отрицательных зарядов.

Вычисление координаты лавины производилось двумя способами: по средневзвешенному распределению индуцированного на катоде заряда и методом фитирования /МНК/ этого распределения приближенной функцией. При использовании метода средневзвешенного для устранения влияния малоинформативных данных с крайних катодных полосок вводился порог для амплитуд сигналов. Этот порог подбирается эмпирически и не зависит, вообще говоря, от ошибок в каналах. Далее средневзвешенное определялось обычным способом.

При вычислении координаты лавины с использованием МНК фитирование экспериментальных данных производилось распределением Коши, проинтегрированным по катодной полоске.

Распределение Коши бралось в виде

$$f(x) = \frac{A}{((x - x_0) / S)^2 + 1} \cdot q,$$

где  $x_0$  - координаты центра,  $S$  - полуширина на полувысоте,  $A$  - значение функции в максимуме,  $q$  - постоянное смещение.

Если  $x_i$  - координата центра  $i$ -ой полоски и  $W$  - ее ширина, то проинтегрированным распределением Коши является функция

$$F_i = \int_{x_i - W/2}^{x_i + W/2} f(x) dx.$$

Выбор распределения Коши, а не каких-либо других /гауссовского, распределений с гиперболическими функциями/ был обусловлен тем, что значения точности определения координаты лавины при использовании других распределений оказались существенно хуже.

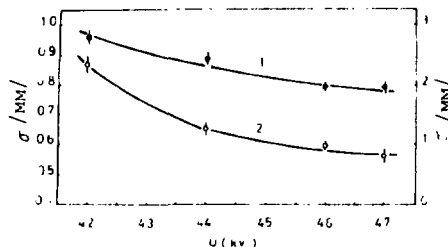


Рис.3. Зависимость точности регистрации лавины в камере от напряжения при ширине полосок 18 мм. Кривая 1 - для координат, вычисленных по средневзвешенному /правая шкала/, кривая 2 - для координат, вычисленных по МНК /левая шкала/.

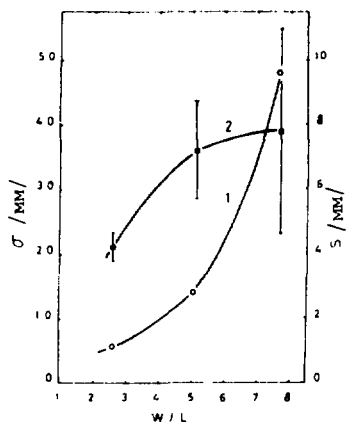


Рис.4. Зависимость точности регистрации лавины /кривая 1, левая шкала/ и значения параметра  $S$  /кривая 2, правая шкала/ от ширины полосок при напряжении на камере 4,6 кВ.

На рис.3 показана зависимость точности регистрации координаты лавины в камере при  $W = 18$  мм от напряжения для двух способов вычисления координаты. Кривая 1 получена для способа средневзвешенного, кривая 2 - для МНК. Как видно из рисунка, фитирование экспериментальных распределений приближенной функцией позволяет реализовать более высокую точность определения координаты лавины.

На рис.4 приведены зависимость точности определения координаты лавины /кривая 1/ и зависимость параметра  $S$  распределения заряда на катоде /кривая 2/ от ширины полосок при напряжении на камере 4,6 кВ /ширина полосок дается в единицах  $W/L$ , где  $L$  - расстояние между анодом и катодом/. Точность оценивалась по координатам лавины, определенным с использованием МНК. Видно, что точность регистрации резко ухудшается при  $W = 54$  мм, что вызвано уменьшением количества экспериментальных точек для распределения заряда. Плохо определяется и параметр  $S$  /относительная ошибка достигает 40%/.

При ширине полосок 18 и 36 мм картина существенно лучше, и точность регистрации примерно совпадает с точностью определения координат в обычных пропорциональных камерах с шагом считывания с анодов 2 и 4 мм соответственно.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Вишневский А.В., и др. ПТЭ, 1979, №3, с.60.

Рукопись поступила в издательский отдел  
2 октября 1981 года.

---

Вышел свет очередной номер журнала "Физика элементарных частиц и атомного ядра", том 12, вып.5. Подписка на журнал проводится в агентствах и отделениях "Союзпечати", в отделениях связи, а также у общественных распространителей печати.