

P13-2011-43

М. А. Батурицкий¹, Ф. Е. Зязюля¹, А. С. Коренченко,
Н. П. Кравчук, Н. А. Кучинский*, С. А. Мовчан,
В. С. Смирнов, Н. В. Хомутов, В. А. Чеховский¹

**ДЕТЕКТОР С ПРОФИЛИРОВАННЫМ КАТОДОМ
И ДВУХКООРДИНАТНОЙ ПЭД-СТРИПОВОЙ
СИСТЕМОЙ СЧИТЫВАНИЯ**

Направлено в журнал «Приборы и техника эксперимента»

¹Национальный научно-учебный центр физики частиц и высоких энергий Белорусского государственного университета, Минск

*E-mail: kuchinski@jinr.ru

Батурицкий М. А. и др.

P13-2011-43

Детектор с профилированным катодом и двухкоординатной пэд-стриповой системой считывания

Проведено экспериментальное исследование детектора с профилированным катодом (profile-based) и пэд-стриповой системой катодного считывания. Катодные площадки (пэды), расположенные вдоль каждой анодной проволоки, соединяются по диагоналям, образуя стрипы, пересекающие под углом к анодной проволоке детектор. Наличие двух катодных координат и анодной проволоки позволяет решать проблему идентификации событий с большой множественностью в одном детекторе.

Работа выполнена в Лаборатории ядерных проблем им. В.П. Дзелепова ОИЯИ.

Препринт Объединенного института ядерных исследований. Дубна, 2011

Baturitskii M. A. et al.

P13-2011-43

Detector with a Profile-Based Cathode and the Two-Coordinate Pad-Strip Readout System

A detector with a profile-based cathode and a pad-strip cathode readout system is experimentally investigated. Cathode pads arranged along each anode wire are diagonally interconnected and make up strips that cross the detector at an angle with respect to the anode wire. Two cathode coordinates and an anode wire allow unique identification of events with high multiplicity in one detector.

The investigation has been performed at the Dzhelepov Laboratory of Nuclear Problems, JINR.

Preprint of the Joint Institute for Nuclear Research. Dubna, 2011

В настоящее время в физике высоких энергий широкое распространение получили трековые детекторы с профилированным катодом, самыми известными из которых являются «трубки Иароччи» (Iarocci tubes) [1, 2]. Основным преимуществом таких детекторов являются простота их конструкции и возможность модульного изготовления, т. е. возможность набора больших по площади детекторов из однотипных элементов. Надежность работы такого детектора определяется тем, что выход из строя одной проволоочки не приводит к нарушению работы всего детектора в целом.

Возможность определения координат вдоль проволоочки с помощью внешних стрипов, перпендикулярных анодным проволоочкам, в «трубках Иароччи» изучалась во многих работах [3]. Такой вариант считывания дает пространственное разрешение вдоль проволоочки $\sim 300\text{--}400$ мкм, но не решает проблему множественности в одном детекторе.

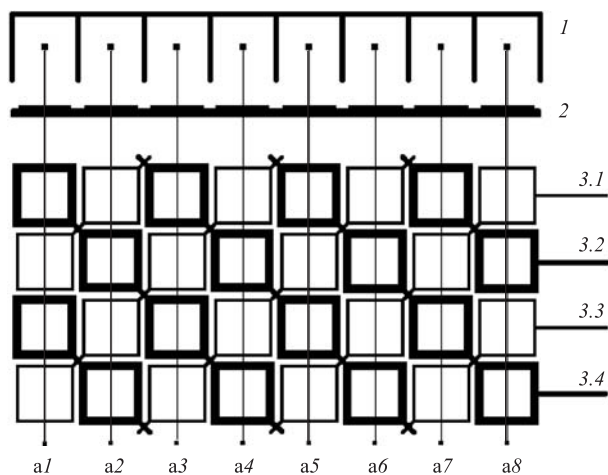


Рис. 1. Схема детектора с профилированным катодом и пэд-стрипового катода с усилителями: 1 — профилированный катод (алюминиевый профиль); 2 — пэд-стриповый катод; 3.1...3.4 — выходы пэд-стрипов, a1...a8 — анодные проволоочки

В нашей работе исследовалась возможность использования для определения координаты вдоль анодной проволоочки детектора с профилированным катодом системы катодных пэдов со стороны открытой части профиля. Пэды расположены вдоль анодной проволоочки. Благодаря эффекту экранировки боковыми стенками прямоугольной ячейки профиля сигналы на пэды в соседних ячейках не наводятся. Все пэды соединяются в своеобразные стрипы под симметричными углами к анодной проволоочке, как показано на рис. 1. В результате мы получаем вариант пэдового детектора, но с упрощенной системой считывания.

Таким образом, имеется двухкоординатная система катодных пэдов и с учетом наличия третьей координаты — сигнала с анодной проволоочки — реализуется возможность идентифицировать треки частиц в условиях большой множественности в одной плоскости детектора.

Экспериментальный детектор был изготовлен на основе стандартной «трубки Иароччи», использовавшейся в экспериментах COMPASS: открытый алюминиевый профиль с толщиной стенок 0,6 мм. Внутренний размер каждой из 8 ячеек $9,4 \times 9,4$ мм. Расстояние между центрами ячеек 10 мм. Аноды выполнены из золоченой вольфрамовой проволоочки диаметром 30 мкм.

Плата с пэд-стриповой системой катодов представляет собой односторонне фольгированную стеклотекстолитовую плату размером 80×40 мм с нанесенными на нее пэдами. Соединение пэдов между собой сделано по противоположной стороне платы.

Размер пэдов для данной серии измерений 9×5 мм (9 мм поперек анодной проволоочки и 5 мм вдоль). Анодная проволоочка проходит точно по оси пэдов. Высокое напряжение подается на анодные проволоочки, и сигналы с них снимаются через высоковольтные конденсаторы. Возможно как внешнее,

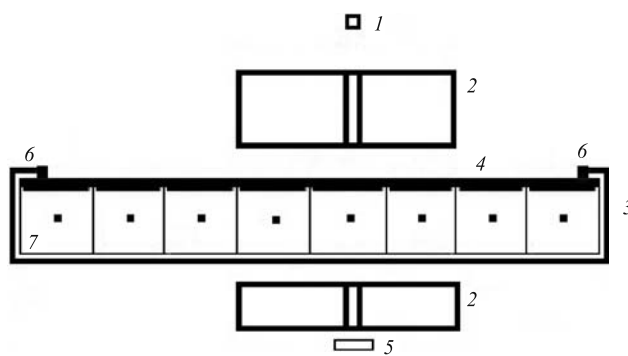


Рис. 2. Схема детектора и экспериментальной установки: 1 — источник Sr^{90} ; 2 — коллиматоры диаметром 2 мм; 3 — газоизолирующая оболочка; 4 — плата пэд-стрипового катода; 5 — сцинтиллятор $5 \times 5 \times 2$ мм; 6 — газовое уплотнение; 7 — алюминиевый профиль $9,6 \times 9,6$ мм

так и внутреннее по отношению к анодной проволочке размещение пэдов. В наших измерениях использовался внутренний вариант. Точная фиксация катодных пэдов относительно анодных проволочек обеспечивалась пазами в плате, куда попадают ребра алюминиевого профиля.

Схема детектора и экспериментальной установки приведена на рис. 2. Детектор с пэд-стриповым катодом помещался между коллимированным источником Si^{90} и сцинтилляционным счетчиком $5 \times 5 \times 2$ мм. Диаметр коллиматора 2 мм. Для работы с источником в алюминиевом профиле вдоль анодной нити сделана щель шириной 0,5 мм. Такая же щель сделана в плате с пэдами и газоизолирующей оболочке.

Сцинтилляционный счетчик и сигнал с анодной нити использовались для триггера. Сам детектор с помощью прецизионной механической системы, обеспечивающей точность 10 мкм, мог перемещаться относительно источника

Параметры электроники, использовавшейся в измерениях

Параметр	Ampl8-3	КАТОД-1
Входное сопротивление, Ом	50	50
Коэффициент преобразования	70 мВ/мкА	< 6 мВ/фКл
Рассеиваемая мощность, мВт/канал	< 80	< 17
Эквивалентный входной шумовой ток (RMS), нА	40 (Сд = 0) 60 (Сд = 60 пФ)	—
Эквивалентный входной шумовой заряд (RMS), электронов	—	2400 + 12/пФ
Число каналов в корпусе	8	16

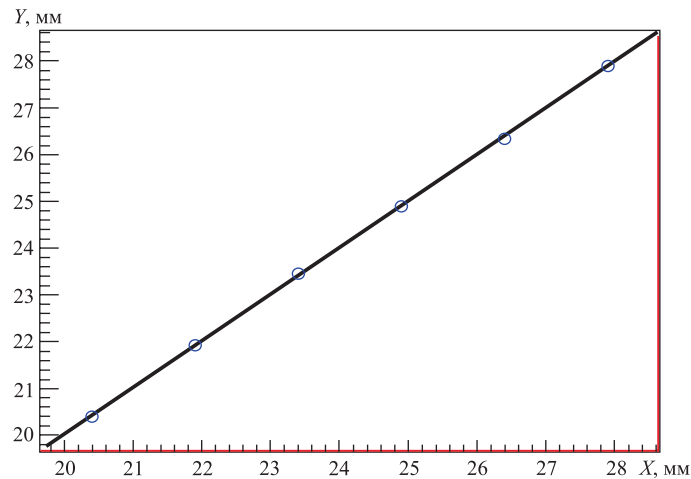


Рис. 3. Установленное положение радиоактивного источника (X) и измеренное (Y) при 3,40 кВ

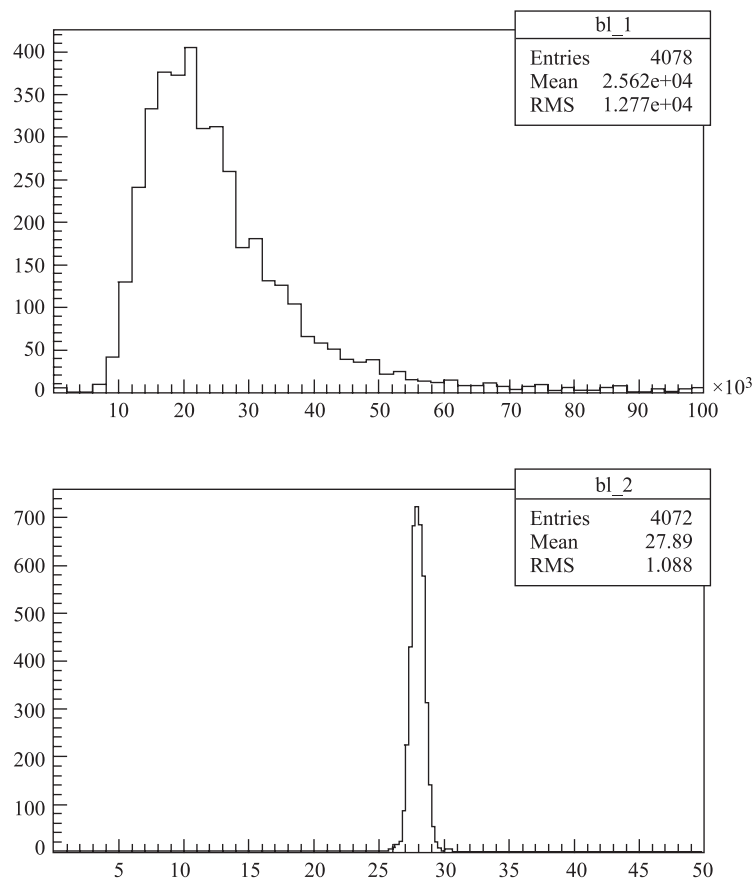


Рис. 4. Суммарный спектр зарядов, наведенных на пэды, в одиночных событиях в относительных единицах и измерение координаты для одного положения источника вдоль анодной проволоочки при напряжении 3,40 кВ

и сцинтиллятора. Сигналы с пэдовых стрипов усиливались 16-канальным катодным усилителем на основе микросхемы КАТОД-1 [4] и подавались на блок дискретизации формы импульса (waveform digitizers) VME CAEN V1720 с частотой дискретизации 250 МГц и 12-разрядным АЦП [5]. Сигналы с анодных проволоочек усиливались 8-канальным усилителем Ampl8-3 [6], используемым в экспериментах D0 (FNAL) [7] и COMPASS (CERN) [8]. Обе микросхемы усилителя разработаны в Национальном центре физики частиц и высоких энергий в Минске (см. таблицу).

Координата вдоль проволочки определяется методом нахождения центра тяжести распределения зарядов на пэд-стрипах. Надо отметить, что использование техники дискретизации формы импульса дает дополнительные возможности. Хорошее временное разрешение электроники позволяет при помощи сигналов с пэд-стрипов измерять время дрейфа и, соответственно, перпендикулярную координату относительно проволочки. На рис. 3 показано полученное методом измерения центра тяжести наведенных на стрипах сигналов распределение координат треков относительно реального положения источника.

Суммарный заряд, зарегистрированный на пэдах, и соответствующее пространственное распределение треков вдоль анодной проволочки приведены на рис. 4. При этом суммарный заряд, наведенный на пэды, прямо пропорционален заряду анода и составляет около 25 % от полного заряда на аноде. Поскольку используемые нами коллиматоры имели диаметр 2 мм, то из пространственного распределения можно сделать вывод о том, что точность измерения координаты вдоль проволочки менее 100 мкм. Это значение совпадает с теоретической оценкой, сделанной в работе [9].

Таким образом, предложена простая и экономичная схема катодного считывания с профилированных детекторов типа «трубок Иароччи», позволяющая проводить идентификацию треков в многочастичных событиях и измерять координату вдоль проволочки с точностью лучше 100 мкм.

Работа выполнена при поддержке РФФИ, грант 11-02-01472-а, и БРФФИ, грант Ф10Д-006.

ЛИТЕРАТУРА

1. Appel R. et al. A Large Acceptance, High Resolution Detector for Rare K^+ -Decay Experiments // Nucl. Instr. Meth. A. 2002. V. 479. P. 349–406.
2. Iarocci E. Plastic Streamer Tubes and Their Applications in High Energy Physics // Nucl. Instr. Meth. A. 1983. V. 217, No. 1. P. 30–42.
3. Khovansky N. et al. Spatial Resolution of Profile-Based Detectors with External Pick-Up Strips // Nucl. Instr. Meth. A. 1994. V. 351. P. 317–329;
Bauer G. et al. Resolution of Plastic Streamer Tubes with Analog Readout // Nucl. Instr. Meth. A. 1987. V. 260. P. 101–113.
4. Golutvin I.A. et al. The Catod-1 Strip Readout ASIC for the Cathode Strip Chamber. JINR, E13-2001-151. Dubna, 2001.
5. CAEN Electronic Instrumentation, 2010. Products Catalog. V1720.
6. Alexeev G.D. et al. The Eight-Channel ASIC Bipolar Transresistance Amplifier DOM Ampl-8.3 // Nucl. Instr. Meth. A. 2001. V. 462. P. 494–505.

7. *Abazov V. M. et al.* The Upgraded D0 Detector // Nucl. Instr. Meth. A. 2006. V. 565. P. 463.
8. The COMPASS Experiment at CERN // Nucl. Instr. Meth. A. 2007. V. 577. P. 455–518.
9. *Gatti E. et al.* Analysis of the Position Resolution in Centroid Measurements in MWPC // Nucl. Instr. Meth. 1981. V. 188. P. 327–346.

Получено 13 мая 2011 г.

Редактор *А. И. Петровская*

Подписано в печать 29.06.2011.

Формат 60 × 90/16. Бумага офсетная. Печать офсетная.

Усл. печ. л. 0,37. Уч.-изд. л. 0,43. Тираж 265 экз. Заказ № 57356.

Издательский отдел Объединенного института ядерных исследований
141980, г. Дубна, Московская обл., ул. Жолио-Кюри, 6.

E-mail: publish@jinr.ru

www.jinr.ru/publish/