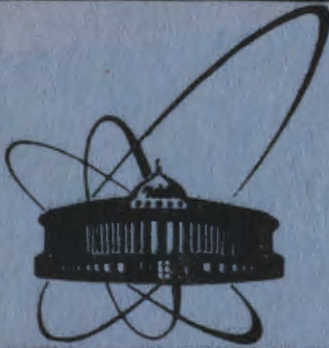


83-774

С 344.1м1



ОБЪЕДИНЕННЫЙ
ИНСТИТУТ
ЯДЕРНЫХ
ИССЛЕДОВАНИЙ
ДУБНА

928/84

13-83-774

А.С.Курилин, В.П.Пугачевич, А.А.Семенов,
С.В.Сергеев, П.Стрмень, А.А.Фещенко,
В.Б.Флягин, Й.Шпалек

ДВУХКООРДИНАТНАЯ
ПРОПОРЦИОНАЛЬНАЯ КАМЕРА
С ШАГОМ СИГНАЛЬНЫХ ПРОВОЛОК 1 мм
СПЕКТРОМЕТРА "ГИПЕРОН"

Направлено в журнал "Приборы и техника эксперимента"

1983

1. ВВЕДЕНИЕ

Комплекс координатных детекторов спектрометрической установки "Гиперон"¹/1/ представляет собой набор искровых /30 координатных плоскостей с общим числом каналов до 35 000/ и пропорциональных /ПК/ камер /28 координатных плоскостей/.

Чтобы свести уровень фона пучкового спектрометра установки до минимума, в нем используются только пропорциональные камеры. Ранее точность определения импульса падающих на мишень частиц ограничивалась шагом намотки /2 мм/ проволок в имевшихся в нашем распоряжении обычных камерах.

С целью повышения точности измерения импульса первичных частиц были созданы две комбинированные двухкоординатные камеры, у которых одна сигнальная плоскость выполнена с шагом намотки сигнальных проволок 1 мм, другая, ортогональная ей, обычная - с шагом 2 мм.

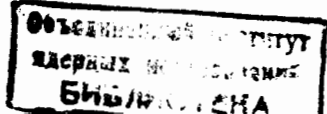
В нашей работе описываются конструктивные особенности, характеристики и результаты более чем двухгодичной эксплуатации этих двухкоординатных ПК.

2. КОНСТРУКЦИЯ ПРОПОРЦИОНАЛЬНОЙ КАМЕРЫ

Схематично конструкция комбинированной пропорциональной камеры показана на рис.1. Ее эффективная область имеет размеры 128x128 мм².

Камера представляет собой разборную конструкцию, которая состоит из четырех соединенных болтами частей: рамок с высоковольтными электродами /2/, /3/ и рамок с сигнальными проволочками /1/, /4/. Рамка /1/ несет сигнальные проволочки, намотанные с шагом 1 мм /5/. Соединение рамок между собой с ортогональной ориентацией сигнальных проволочек осуществляется с помощью направляющих втулок /6/ и специальных, точно выполненных стягивающих болтов /7/. Для уплотнения рамок использован шнур из пористой резины /8/, укладываемый в специальных пазах. Такая конструкция ПК позволяет при необходимости легко вскрывать камеру для проведения ремонтных работ.

Рамки /1-4/ изготавливаются из эпоксидного компаунда К-115 методом отливки². В качестве наполнителя используется кварцевая пыль. Для получения необходимой жесткости и уменьшения влияния усадок эпоксидного компаунда рамки армированы стеклом /17/. Окна камеры /9/ выполнены из полиэтилентерефталатной пленки толщиной 40 мкм.



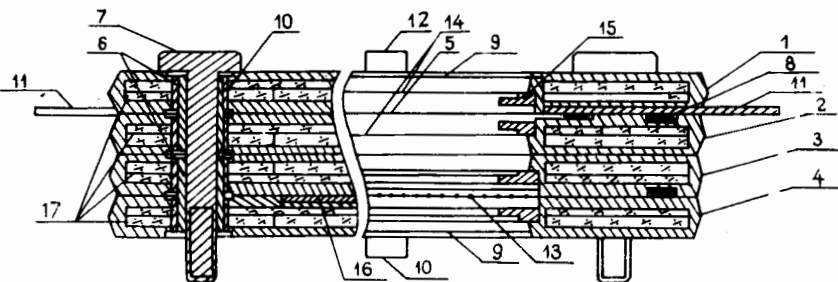


Рис.1. Конструкция двухкоординатной пропорциональной камеры.

В рамках /1-4/ расположены точно обработанные юстировочные втулки /10/ и втулки для продува камеры газовой смесью /12/. Майларовые окна и втулки соединяются в единый блок-рамку в процессе полимеризации компаунда, что уменьшает количество механических операций и повышает надежность уплотнений камер. После полной полимеризации рамок юстировочные втулки /10/ обрабатываются на координатно-расточном станке, благодаря чему расстояния между центрами их отверстий выдерживаются с высокой точностью $\pm 0,01$ мм/. Эти отверстия становятся базовыми; относительно них в дальнейшем ведется установка печатных электродов /11/ и укладка сигнальных проволок /5/, /13/. Наличие точных базовых отверстий облегчает процесс юстировки камер на пучке и дает возможность сборки камер в блоки без индивидуальной подгонки.

Высоковольтные плоскости /14/ выполнены из алюминиевой фольги толщиной 14 мкм и вместе с рамкой /15/ из стеклотекстолита вклеиваются в специальные пазы рамок камеры.

Анодная плоскость /5/ намотана проволокой из золоченого вольфраморениевого сплава с шагом $1 \pm 0,02$ мм. Диаметр проволоки - 10 мкм, натяжение - $13 \pm 0,5$ г. Эти проволоки распиваются на ламелях плат, изготовленных печатным способом из фольгированного стеклотекстолита. Выводы с 1-миллиметровой плоскости сделаны через одну проволочку на две стороны камеры, номера каналов разбиты на две группы - четные и нечетные. Монтаж этих соединений заканчивается разъемами типа КАМАК.

Проволоки второй анодной плоскости /13/ имеют диаметр 20 мкм и намотаны с шагом $2 \pm 0,02$ мм. Натяжение при намотке составляло $45 \pm 0,5$ г. В этой плоскости вывод сделан на одну сторону.

Рамки, составляющие блок /рис.1/, идентичны по размерам, что позволяет выполнять различные компоновки камер. В нашем случае сигнальные проволоки /6/, /13/ располагались ортогонально друг другу, межэлектродные промежутки равны $4 \pm 0,05$ мм. Блок объединен в единый газовый объем.

3. РЕЗУЛЬТАТЫ ИСПЫТАНИЙ ДВУХКООРДИНАТНОЙ ПРОПОРЦИОНАЛЬНОЙ КАМЕРЫ НА ПУЧКЕ УСКОРИТЕЛЯ ИФВЭ

Испытания описанной выше пропорциональной камеры проводились в пучке частиц серпуховского ускорителя с импульсом $p = 11$ ГэВ/с. Сигналы с анодных проволок /см. рис.2/ поступали на усилители-формирователи 6УФ2-912^{3/}, расположенные непосредственно на камере, и далее с помощью скрученных пар передавались в блоки регистрации Г2-922^{3/}, размещенные в крейте КАМАК. Блоки регистрации стробировались сигналами со схемы совпадений сцинтилляционных счетчиков, расположенных в пучке частиц до и после камеры.

Связь крейта с ЭВМ ЕС-1010 осуществлялась контроллером ККО 04^{4/} через интерфейс с микропрограммным управлением^{5/}.

Для приема и обработки информации использовалась система сбора данных, условно названная САМЕХ-Д^{6/}, позволяющая считывать данные во время цикла ускорителя и запускать программу обработки в промежутках между циклами. Программа обработки позволяла получать значения эффективности камеры, строить гистограммы распределения чисел срабатываний по каналам /"профиль

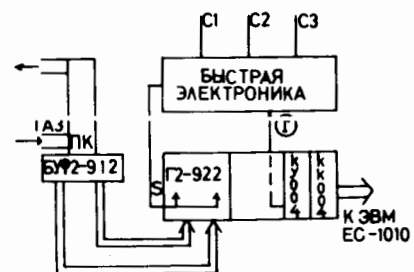
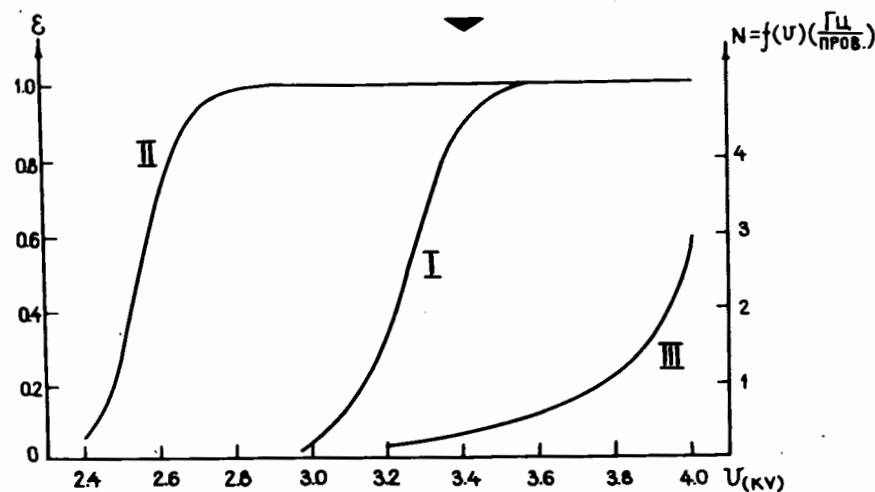


Рис.2. Блок-схема измерений.

Рис.3. Зависимость эффективности регистрации частиц от напряжения на камерах /кривая I - шаг намотки сигнальных проволок равен 1 мм; кривая II - шаг намотки сигнальных проволок равен 2 мм/.



пучка" и распределений по числам одновременно сработавших соседних каналов /"кластеров"/. Результаты могли быть представлены на экране дисплея VT-340 или выданы на печать /АЦПУ/.

На рис.3 приводятся полученные в этих опытах значения эффективностей входящих в блок камер с шагом сигнальных проволок 1 мм /кривая I/ и 2 мм /кривая II/ в зависимости от приложенного к ним высокого напряжения.

Представленные здесь и далее данные относятся к случаю, когда камеры продувались так называемой "магической" смесью $Ag + 27\% /C_4H_{10}/ + 0,3\% /CF_3Br/ + 2\% /OCH_3)_2 CH_2/$.

Из рисунка видно, что для "миллиметровой" камеры протяженность плато равна примерно 450В при эффективности лучше 99%. Ограничение плато при больших напряжениях наступает вследствие резкого возрастания уровня шумов.

Начало плато эффективности камеры с шагом 1 мм /I/ сдвинуто по напряжению примерно на 700 В по отношению к началу плато для камеры с шагом 2 мм /II/. Поскольку геометрия двух половин блока камеры с высокой степенью точности одинакова /различаются только шаг намотки и диаметр сигнальных проволок/, то эта разница характеристик служит мерой существенно возросших требований, предъявляемых при изготовлении камер с малым шагом /более жесткие допуски, повышенная чистота поверхностей и т.д./.

На рис.4 представлена кривая задержанных совпадений стробирующих сигналов по отношению к сигналам с камер при $T_{СТР} = 120$ нс. Кривая имеет явно выраженное плато, протяженность которого составляет около 70 нс.

Из "кластерной" диаграммы для камеры с шагом 1 мм /рис.5/ видно, что число событий, когда срабатывает только один канал,

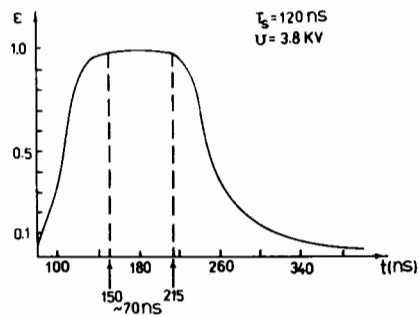
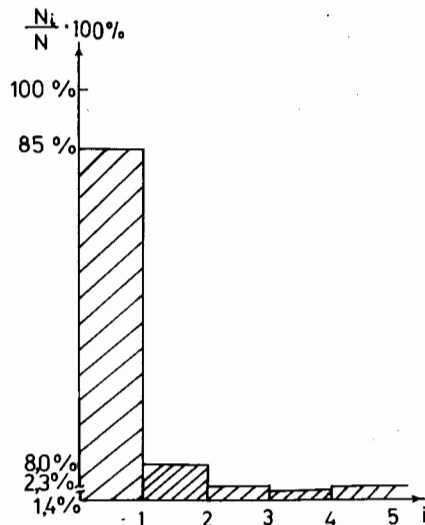


Рис.4. Кривая задержанных совпадений при длительности стробирующего сигнала 120 нс.

Рис.5. "Кластерная" диаграмма для пропорциональной камеры с шагом намотки сигнальных проволок 1 мм.



составляет подавляющее большинство /85%/. Процент "двухпроводочных" событий практически совпадает с аналогичными данными для "2-миллиметровой" камеры и с результатами, приведенными в литературе /7/ /также для шага 2 мм/. Таким образом, "кластерный" механизм образования сигналов ПК при переходе от шага 2 мм к шагу 1 мм не сказывается существенным образом в наших условиях на точности определения координат. Этот результат свидетельствует, по нашему мнению, о том, что размер зоны образования двойных кластеров в "1-миллиметровой" камере по сравнению с зоной их образования в "2-миллиметровой" камере сократился пропорционально шагу намотки.

Приведенные выше данные служат косвенным указанием на заметно возросшую точность определения координат в "1-миллиметровой" камере, что само по себе не является заранее очевидным фактом.

4. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПРОСТРАНСТВЕННОГО РАЗРЕШЕНИЯ ПРОПОРЦИОНАЛЬНОЙ КАМЕРЫ С ШАГОМ СИГНАЛЬНЫХ ПРОВОЛОК 1 ММ

Для непосредственного определения пространственного разрешения камер использовалась информация со всех координатных детекторов установки "Гиперон" /40 координатных плоскостей/. Подробное описание процедуры восстановления треков будет опубликовано отдельно.

Здесь достаточно сказать, что при офф-лайн-обработке восстанавливались параметры треков частиц, прошедших всю установку без рассеивания /треки пучка/. Далее определялись расстояния от трека до сработавшей проволоки исследуемой камеры и строились соответствующие распределения.

Таким образом были получены гистограммы, характеризующие пространственное разрешение ПК с шагом сигнальных проволок 1 мм /рис.6/ и 2 мм /рис.7/. Из этих гистограмм видно, что пространственное разрешение "миллиметровых" ПК $\sigma \approx 0,32$ в два раза лучше, чем камер с шагом 2 мм $\sigma \approx 0,65$. Это еще раз убеждает нас в том, что кластеризация в камере не мешает получить удвоенную разрешающую способность при переходе от шага намотки 2 мм к шагу 1 мм в наших условиях.

5. ВЫВОДЫ

1. Создана двухкоординатная пропорциональная камера с шагом намотки сигнальных проволок 1 и 2 мм и размером эффективной области 128×128 мм².
2. Камера с шагом сигнальных проволок 1 мм имеет достаточно протяженное плато /450В/ при уровне собственных шумов ~ 20 Гц/пр.с.
3. Выполненные на пучке частиц с энергией 11 ГэВ исследования показывают, что пространственное разрешение камеры с шагом намотки проволок 1 мм имеет $\sigma \approx 0,32$ мм/для шага 2 мм - $\sigma \approx 0,65$ /.

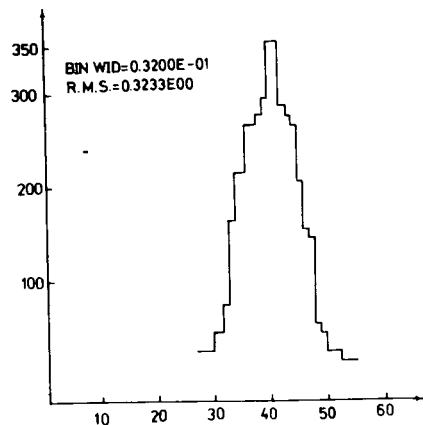
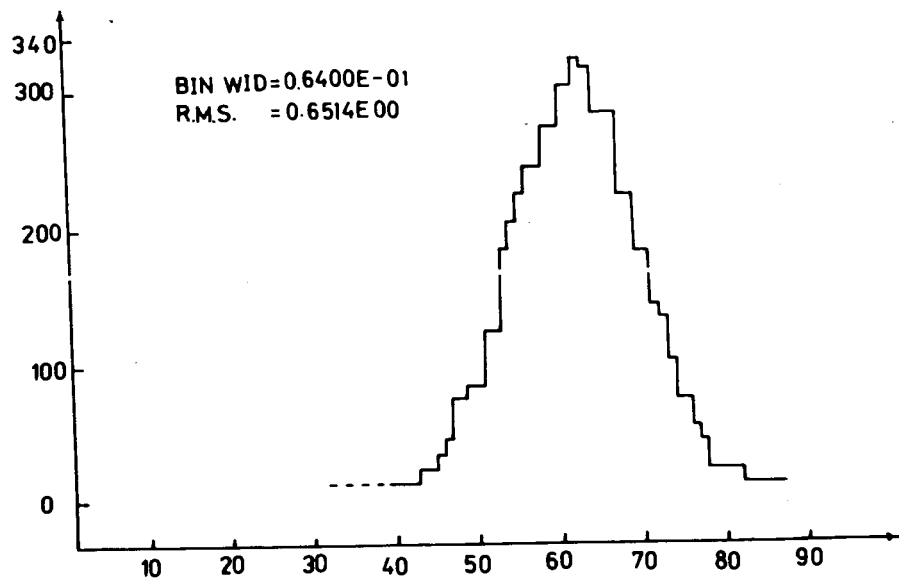


Рис.6. Распределение кратчайших расстояний между треками и сработавшими проволоками для камеры с шагом намотки проволок 1 мм.

Рис.7. Распределение кратчайших расстояний между треками и сработавшими проволоками для камеры с шагом намотки проволок 2 мм.



4. Идентичность распределений вероятности срабатываний соседних каналов в 1- и 2-миллиметровой камерах свидетельствует о том, что при наших условиях размер зоны образования двойных кластеров пропорционален шагу сигнальных проволок.

5. Две двухкоординатные камеры более двух лет работают в составе пучкового спектрометра установки "Гиперон" и показали высокую надежность и стабильность параметров.

В заключение авторы благодарят В.П.Джелепова, Ю.А.Будагова, Ю.Ф.Ломакина за помощь, оказанную при изготовлении камер; В.М.Кутьина, А.С.Блика - за содействие при запуске камер на канале ускорителя ИФВЭ; Н.Н.Кузнецова, Л.В.Черкасову - за большую работу по монтажу камер.

ЛИТЕРАТУРА

1. Акименко С.А. и др. ОИЯИ, 1-8948, Дубна, 1975.
2. Пугачевич В.П. Авторское свидетельство СССР №231019 от 04.08.66. Бюлл. ОИПОТЗ, 1968, №35, с. 66.
3. Аблеев В.Г. и др. ОИЯИ, 13-8829, Дубна, 1975.
4. Журавлев Н.И. и др. ОИЯИ, 10-8754, Дубна, 1974.
5. Семенов А.А. и др. ОИЯИ, 13-82-5, Дубна, 1982.
6. Сергеев С.В. ОИЯИ, 10-82-225, Дубна, 1982.
7. Дамаскинский Е.А. и др. Препринт ЛИЯФ, №293, Ленинград, 1976.

Рукопись поступила в издательский отдел
15 ноября 1983 года.

НЕТ ЛИ ПРОБЕЛОВ В ВАШЕЙ БИБЛИОТЕКЕ?

Вы можете получить по почте перечисленные ниже книги, если они не были заказаны ранее.

	Труды VI Всесоюзного совещания по ускорителям заряженных частиц. Дубна, 1978 /2 тома/	7 р. 40 к.
	Труды VII Всесоюзного совещания по ускорителям заряженных частиц, Дубна, 1980 /2 тома/	8 р. 00 к.
D11-80-13	Труды рабочего совещания по системам и методам аналитических вычислений на ЭВМ и их применению в теоретической физике, Дубна, 1979	3 р. 50 к.
D4-80-271	Труды Международной конференции по проблемам нескольких тел в ядерной физике. Дубна, 1979.	3 р. 00 к.
D4-80-385	Труды Международной школы по структуре ядра. Алушта, 1980.	5 р. 00 к.
D2-81-543	Труды VI Международного совещания по проблемам квантовой теории поля. Алушта, 1981	2 р. 50 к.
D10,11-81-622	Труды Международного совещания по проблемам математического моделирования в ядерно-физических исследованиях. Дубна, 1980	2 р. 50 к.
D1,2-81-728	Труды VI Международного семинара по проблемам физики высоких энергий. Дубна, 1981.	3 р. 60 к.
D17-81-758	Труды II Международного симпозиума по избранным проблемам статистической механики. Дубна, 1981.	5 р. 40 к.
D1,2-82-27	Труды Международного симпозиума по поляризационным явлениям в физике высоких энергий. Дубна, 1981.	3 р. 20 к.
P18-82-117	Труды IV совещания по использованию новых ядерно-физических методов для решения научно-технических и народнохозяйственных задач. Дубна, 1981.	3 р. 80 к.
D2-82-568	Труды совещания по исследованиям в области релятивистской ядерной физики. Дубна, 1982.	1 р. 75 к.
D9-82-664	Труды совещания по коллективным методам ускорения. Дубна, 1982.	3 р. 30 к.
D3,4-82-704	Труды IV Международной школы по нейтронной физике. Дубна, 1982.	5 р. 00 к.
D2,4-83-179	Труды XV Международной школы молодых ученых по физике высоких энергий. Дубна, 1982.	4 р. 80 к.
	Труды УШ Всесоюзного совещания по ускорителям заряженных частиц. Протвино, 1982 /2 тома/	11 р. 40 к.
D11-83-511	Труды совещания по системам и методам аналитических вычислений на ЭВМ и их применению в теоретической физике. Дубна, 1982.	2 р. 50 к.
D7-83-644	Труды Международной школы-семинара по физике тяжелых ионов. Алушта, 1983.	6 р. 55 к.
D2,13-83-689	Труды рабочего совещания по проблемам излучения и детектирования гравитационных волн. Дубна, 1983.	2 р. 00 к.

Заказы на упомянутые книги могут быть направлены по адресу:
101000 Москва, Главпочтамт, п/я 79
Издательский отдел Объединенного института ядерных исследований

Курилин А.С. и др. 13-83-774
Двухкоординатная пропорциональная камера с шагом сигнальных проволок 1 мм спектрометра "Гиперон"

Приводится описание конструкции двухкоординатной пропорциональной камеры с шагом намотки сигнальных проволок 1 мм. Высоковольтные электроды камеры выполнены из алюминиевой фольги толщиной 14 мкм. Эффективная область камеры - 128x128 мм², межэлектродный зазор - 4 мм. Камеры данного типа прошли испытания на пучке ускорителя ИФВЭ и постоянно используются в физических экспериментах.

Работа выполнена в Лаборатории ядерных проблем ОИЯИ.

Препринт Объединенного института ядерных исследований. Дубна 1983

Kurilin A.S. et al. 13-83-774
Two-Coordinate Proportional Chamber with 1 mm Step of Signal Wires of HYPERON Spectrometer

A two-coordinate proportional wire chamber with 128x128 mm² effective zone is described. Test results obtained on the accelerator beam with using "magic" gas mixture are presented. Chamber cathode planes are made of aluminium foil 14 mkm thick. Its anode plane with 1 mm step is prepared from 10 mkm wire. The wires of the second plane placed orthogonally to the "millimeter" one, have 2 mm step; wire diameter is 20 mkm. Chamber interelectron gaps - 4 mm. Its efficiency is higher than 99%, counter plateau width is more than 400 V.

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

Preprint of the Joint Institute for Nuclear Research. Dubna 1983

Перевод О.С.Виноградовой