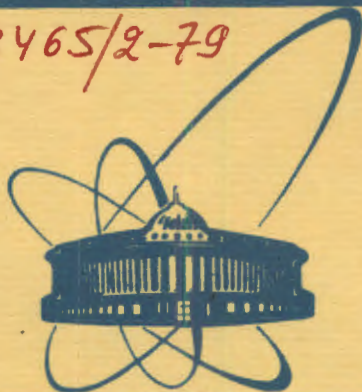


3/ix-7

3465/2-79



сообщения  
объединенного  
института  
ядерных  
исследований  
Дубна

C34501

A-391

13 - 12385

Ю.К.Акимов, В.А.Краснов, А.Б.Курепин,  
С.И.Мерзляков, Нгуен Нгок Лам, К.О.Оганесян,  
Е.А.Пасюк, С.Ю.Пороховой, В.П.Пугачевич,  
В.И.Разин, А.И.Решетин, В.К.Тюпиков,  
А.А.Фещенко, В.Б.Флягин

СИСТЕМА МОНИТОРИРОВАНИЯ ПУЧКА  
НА ПРОПОРЦИОНАЛЬНЫХ КАМЕРАХ  
ДЛЯ УСТАНОВКИ "ПИОН"

1979

13 - 12385

Ю.К.Акимов, В.А.Краснов,\* А.Б.Курепин,\*  
С.И.Мерзляков, Нгуен Нгок Лам, К.О.Оганесян,  
Е.А.Пасюк, С.Ю.Пороховой, В.П.Пугачевич,  
В.И.Разин,\* А.И.Решетин,\* В.К.Тюпиков,  
А.А.Фещенко, В.Б.Флягин

СИСТЕМА МОНИТОРИРОВАНИЯ ПУЧКА  
НА ПРОПОРЦИОНАЛЬНЫХ КАМЕРАХ  
ДЛЯ УСТАНОВКИ "ПИОН"

---

\* Институт ядерных исследований АН СССР, Москва

1981  
Ядерные исследования  
БИБЛИОТЕКА

Акимов Ю.К. и др.

13 - 12385

Система мониторинга пучка на пропорциональных камерах для установки "ПИОН"

Описываются характеристики пропорциональных многопроволочных камер размером  $128 \times 128$  мм<sup>2</sup> и способ их использования для мониторинга широкоапертурных пучков частиц. Сигнальные проволоки камер, намотанные с шагом 2 мм, объединяются в группы с числом проволок от 1 до 13. Камеры отличаются простотой конструкции и относительно низким уровнем шумовых импульсов. Рассматривается электроника, изготовленная для работы с камерами.

Испытания показали, что характеристики камеры практически не зависят от числа проволок в группе. Для описанной системы характерна универсальность, экономичность, автономность и высокое быстродействие в реальном масштабе времени.

Работа выполнена в Лаборатории ядерных проблем ОИЯИ.

Сообщение Объединенного института ядерных исследований, Дубна 1979

Akimov Yu. K. et al.

13 - 12385

Beam Monitoring System for Proportional Chambers of the PION Setup

Some characteristics of proportional multiwire chambers  $128 \times 128$  mm<sup>2</sup> in size and their application to monitoring particle beams of a wide aperture are described. Chamber signal wires, coiled with a 2 mm step, are united in groups with wire numbers from 1 to 13. The chambers are of a simple design and a relatively low noise. Electronic units created for chamber operating are considered. Tests indicated that chamber characteristics do not depend on a number of wires in a group. The system described operates in real time.

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

Communication of the Joint Institute for Nuclear Research. Dubna 1979

© 1979 Объединенный институт ядерных исследований Дубна

## ВВЕДЕНИЕ

В последние годы системы многопроволочных пропорциональных камер широко применяются в экспериментах на пучках ускорителей. В связи с этим представляет интерес изучение новых возможностей по исследованию детекторов частиц такого типа.

В ряде экспериментальных установок системы пропорциональных камер располагаются непосредственно в падающем пучке заряженных частиц для определения их траекторий. При размерах исследуемых мишеней в несколько десятков см<sup>2</sup> использование многопроволочных пропорциональных камер стандартного типа с шагом намотки чувствительных проволок в 2 мм требует значительного числа каналов электроники. Однако, если необходимо выделение траекторий частиц в пределах определенного телесного угла, то может быть осуществлено объединение чувствительных проволок камер в группы. Такой способ работы камер был использован для коллимации широкоапертурного пучка пионов на установке "Пион", создаваемой Лабораторией ядерных проблем ОИЯИ совместно с Институтом ядерных исследований АН СССР.

Группа из нескольких проволок соединялась с входом одного предварительного усилителя. Проводились сравнительные измерения характеристик камеры при изменении числа проволок в группе от 1 до 13.

На основе предварительных испытаний была создана опытная система для коллимации пучка частиц, состоящая из четырех пропорциональных камер с группировкой чувствительных нитей и специальной электронной схемой для отбора траекторий в пределах заданного телесного угла. Испытания системы проводились на мезонном канале синхроциклотрона ЛЯП ОИЯИ. В настоящей работе описываются конструкция камер, регистрирующая электроника и приводятся основные результаты испытаний.

## КОНСТРУКЦИЯ ПРОПОРЦИОНАЛЬНОЙ КАМЕРЫ

Общий вид камеры приведен на рис. 1. Конструктивно она состоит из двух разъемных частей: рамки с катодной сеткой

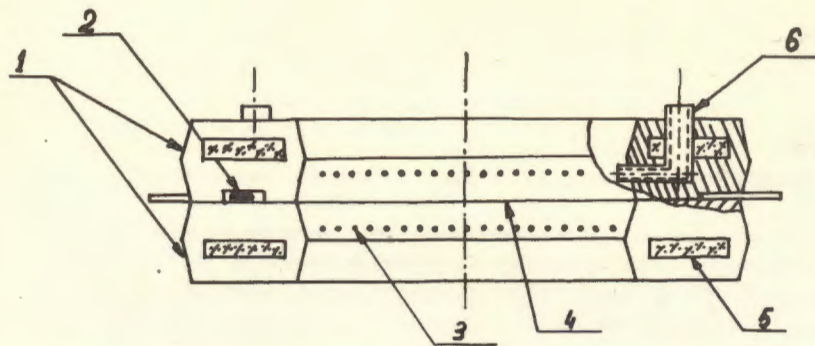


Рис.1. Конструкция пропорциональной камеры. 1 - рамки из эпоксидного компаунда, 2 - кольцо из губчатой резины, 3 - проволочки катодных сеток, 4 - проволочки анодной сетки, 5 - полоски стекла, 6 - отверстия для подвода газовой смеси.

и рамки с катодной и анодной сетками. Соединяются рамки при помощи четырех втулок, вмонтированных в углы рамок с относительной точностью  $\pm 10$  мкм, и направляющих шпилек. Герметичность обеспечивается кольцом из пористой резины, лежащим в специальном пазу одной из рамок. Обе рамки изготавливаются методом вакуумного литья из эпоксидного компаунда К-115 с кварцевым наполнителем /1/. Для жесткости они армированы полосками стекла. Окна камеры выполнены из лавсановой пленки толщиной 40 мкм. Проволочки катодных и анодных сеток закрепляются посредством пайки на полосках фольгированного стеклотекстолита, вклеенных в соответствующие пазы рамок. Намотка анодной сетки производится с точностью установки проволоки  $\pm 50$  мкм относительно центров направляющих втулок, что позволяет собирать камеры в блоки при достаточной длине шпилек без дополнительной юстировки. Анодная сетка наматывается проволокой из золоченого вольфрамо-рениевого сплава с шагом  $2 \pm 0,05$  мм. Диаметр проволоки - 20 мкм, натяжение  $45 \pm 1$  г. Сетки катодных плоскостей камеры намотаны проволокой из бериллиевой бронзы диаметром 100 мкм с шагом  $1 \pm 0,05$  мм и натяжением проволок  $150 \pm 2$  г. Поперечное сечение чувствительной области камеры составляет  $128 \times 128$  мм<sup>2</sup>, эквивалентное количество материала на пути частиц -  $0,05$  г/см<sup>2</sup>, максимальная некомпланарность проволочных электродов - 0,05 мм.

## ОЧИСТКА И КОНТРОЛЬ КАЧЕСТВА ИЗГОТОВЛЕНИЯ КАМЕР

Рамки с намотанными на них анодными и катодными сетками подверглись после их изготовления ряду технологических операций, обеспечивающих требуемые рабочие характеристики камер.

Контроль геометрического расположения проволочных электродов проводился согласно методу, предложенному в работе /2/. Измерялась емкость каждого проволочного электрода анодной сетки относительно обеих катодных сеток. Полученное распределение емкостей проволок по площади камеры представлено на рис. 2. Отсутствие хорошего контакта при

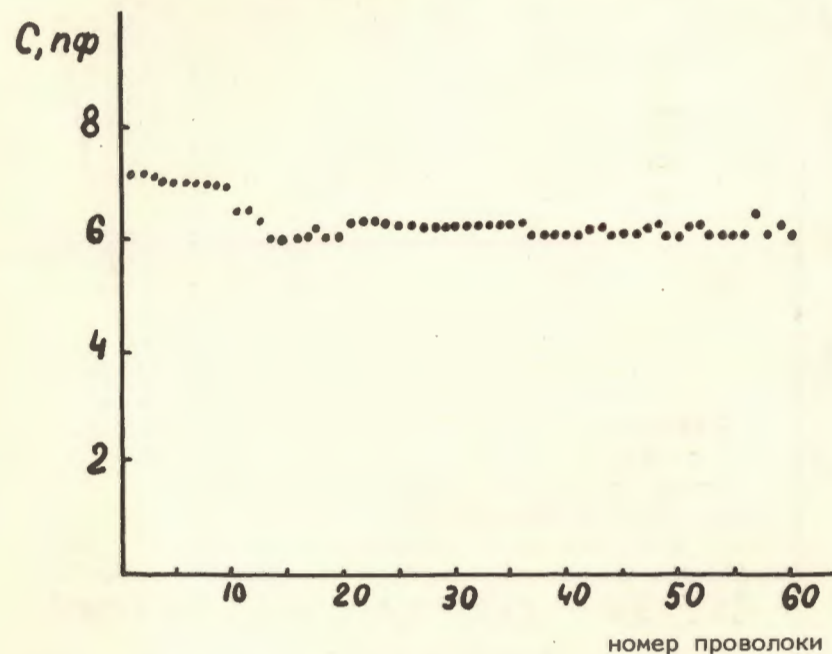


Рис.2. Распределение емкостей анодных проволок относительно обеих катодных плоскостей по площади камеры.

пайке проволок анодной сетки приводит к появлению выбросов на приведенном распределении. Далее проводилась ультразвуковая очистка проволок и поверхностей рамок в ванне с различ-

ными растворителями /бензин, спирт, фреон-113/ по методике, подробно описанной в работе /3/. Последовательность операций очистки, время обработки камер в ванне, состав раствора могут определяться опытным путем. При этом основными показателями, характеризующими степень чистоты камеры, были приняты:

- а/ отсутствие пылинок, окалины, паяльного флюса на проволочках при рассмотрении их под микроскопом,
- б/ малая величина суммарного темнового тока камер при испытании их под напряжением на воздухе.

На рис.3 показана зависимость суммарного тока со всех 64 проволочек анодной плоскости от приложенного напряжения.

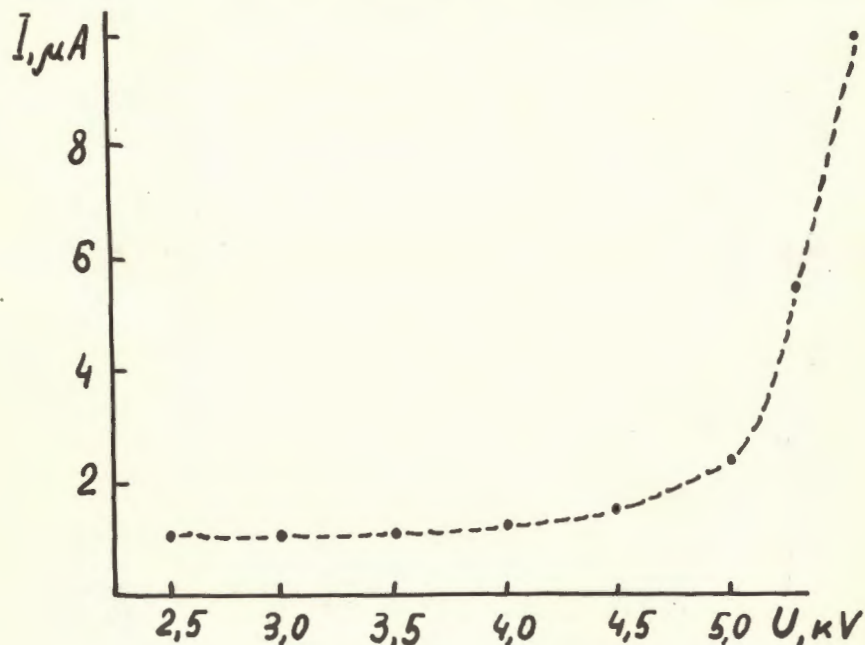


Рис.3. Суммарный темновой ток пропорциональной камеры в зависимости от приложенного напряжения на воздухе.

Из рисунка следует, что при испытаниях на воздухе значение темнового тока камеры в пересчете на одну анодную проволоку до напряжения ~5 кВ не превышает 0,04 мкА.

Следует отметить, что обработка рамок в ванне с фреон-113 представляется желательной вследствие повышения работы выхода электронов при пассивировании проволочек катодной плоскости /4/. При этом повышается стабильность работы камеры и снижается уровень шумовых импульсов.

Герметичность камер после их сборки проверялась способом, представленным на рис. 4. При помощи двух чувствитель-

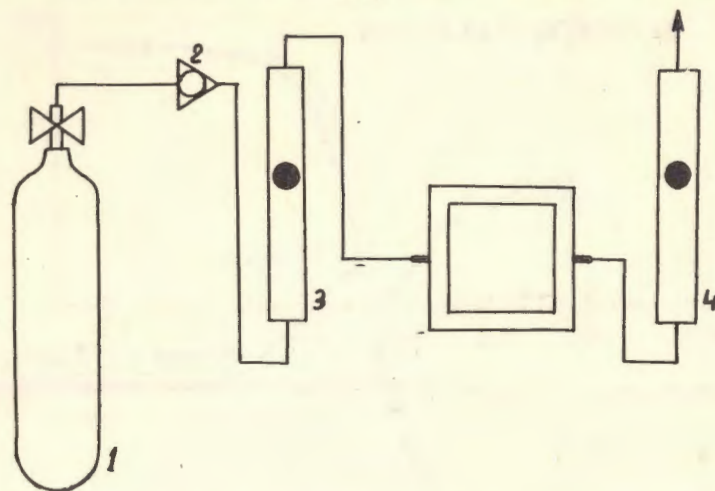


Рис.4. Схема испытания камер на герметичность. 1 - баллон с аргонem, 2 - игольчатый вентиль, 3, 4 - расходомеры для сравнения потоков на входе и выходе камеры.

ных расходомеров сравнивался поток газа (Ar) на входе и выходе камеры. Камера считалась достаточно герметичной, если потери газа составляли не более 0,5%.

#### СТЕНДОВЫЕ ИСПЫТАНИЯ КАМЕР

После сборки и проведения описанных выше операций проводились испытания пропорциональных камер на стенде по методике, аналогичной описанной в работе /2/.

Камеры работали на газовой смеси  $Ar + 30\% CO_2 + 2,6\% C_2H_5OH$ . Для испытаний применялся источник  $\beta$ -частиц  $^{90}Sr$ . Коллимация осуществлялась двумя свинцовыми пластинками с зазором 1 мм. Запуск схемы стробирования импульсов с камеры проводился

системой из двух сцинтилляционных счетчиков, включенных на совпадения. Длительность импульсов строба менялась в пределах от 10 до 200 нс. Для изучения зависимости характеристик камеры от числа параллельно соединенных анодных проволок  $\beta$ -источник перемещался по площади камеры.

На рис. 5 представлены кривые зависимости эффективности камеры от приложенного напряжения для минимально ионизиру-

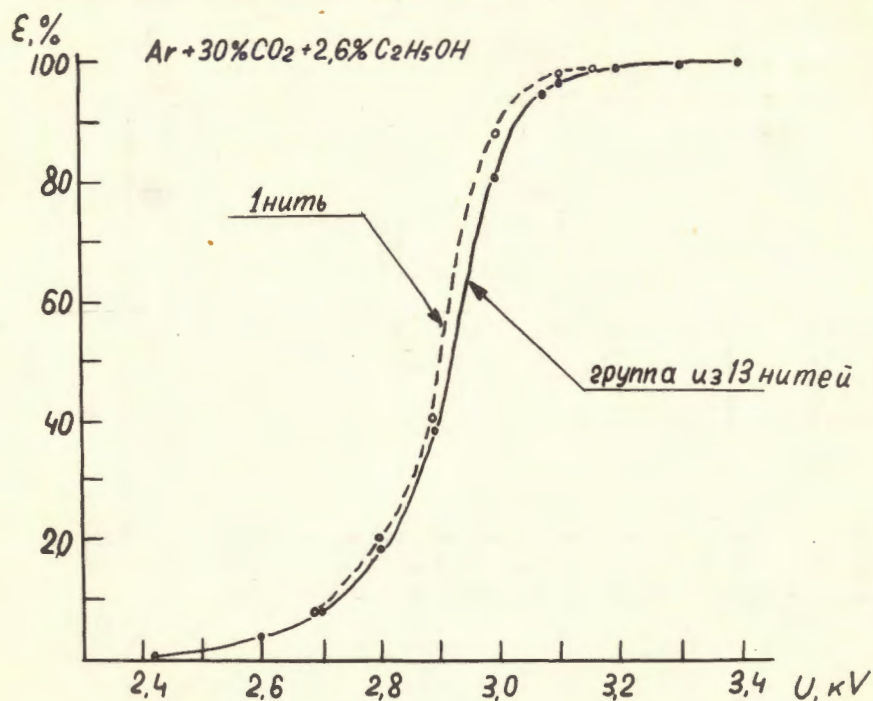


Рис. 5. Зависимость эффективности пропорциональной камеры от приложенного напряжения для минимально ионизирующих частиц.

щих частиц в центре /число параллельно соединенных нитей равно 13/ и на краю рабочей области камеры /единичные нити/. Видно, что в области рабочих напряжений эффективность камер практически не зависит от числа проволок в группе. Зависимость числа шумовых импульсов /без  $\beta$ -источника/ от приложенного напряжения показана на рис. 6.

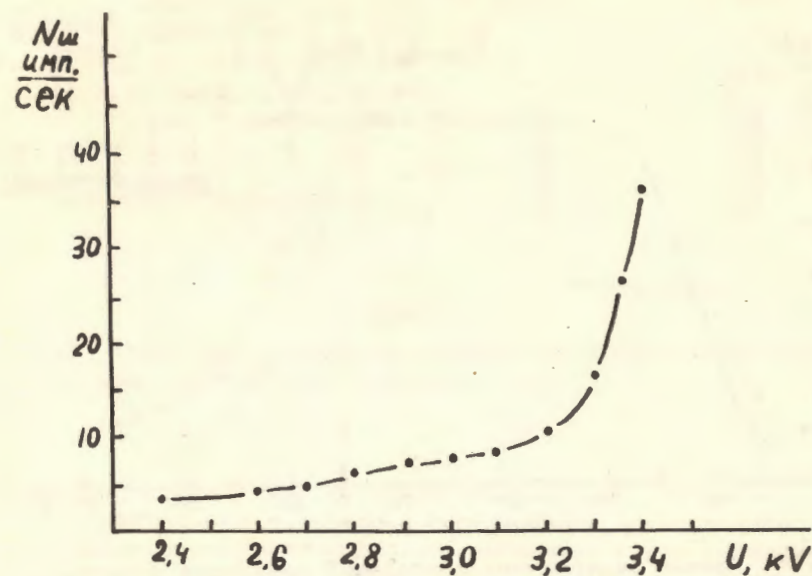


Рис. 6. Число шумовых импульсов камеры при испытаниях без  $\beta$ -источника в зависимости от напряжения.

Для определения временного разрешения камер измерялись кривые задержанных совпадений импульсов от камеры по отношению к импульсам строба. На рис. 7 показаны типичные временные спектры совпадений. Ширина вершины распределения определяется длительностью импульсов формирователя. Временное разрешение камеры совместно с регистрирующей электроникой можно рассчитать, исходя из длительности спада кривой задержанных совпадений после учета длительности импульса строба. Видно, что временное разрешение существенно не зависит от числа объединенных проволок на входе предусилителя и составляет величину около 50 нс. Время срабатывания камеры, определяемое по положению кривой задержанных совпадений, также одинаково для различного числа проволок в группе /максимальное отклонение равно 20 нс/.

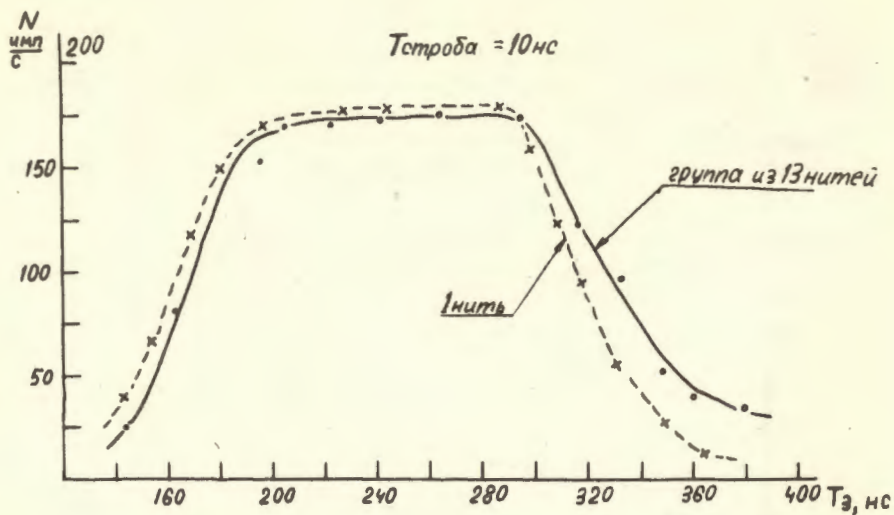


Рис. 7. Кривые задержанных совпадений импульсов с камеры с импульсами сцинтилляционного телескопа. Длительность импульсов строба - 10 нс.

#### ГЕОМЕТРИЯ И ХАРАКТЕРИСТИКИ СИСТЕМЫ КОЛЛИМАЦИИ ПУЧКА

Для изучения возможности коллимации и мониторинга частиц при работе на установке "Пион" были изготовлены четыре одинаковые пропорциональные камеры описанного выше типа. Схема расположения камеры и блока сцинтилляционных детекторов установки "Пион" представлена на рис. 8.

Детекторы образуют полой сцинтилляционный "коридор", внутри которого располагаются твердые мишени или объем полости заполняется исследуемыми газами. Поперечное сечение "коридора" -  $100 \times 100 \text{ мм}^2$ , длина 600 мм. Пропорциональные камеры, объединенные попарно, располагались перед сцинтилляционным блоком. Расстояние между центрами пар камер было выбрано 560 мм. Расстояние от второй по направлению пучка пары камер до конца сцинтилляционного "коридора" составляло 900 мм.

На систему коллимации и мониторинга, состоящую из пропорциональных камер, накладывалось требование выделения из широкоапертурного пучка максимального числа пионов,

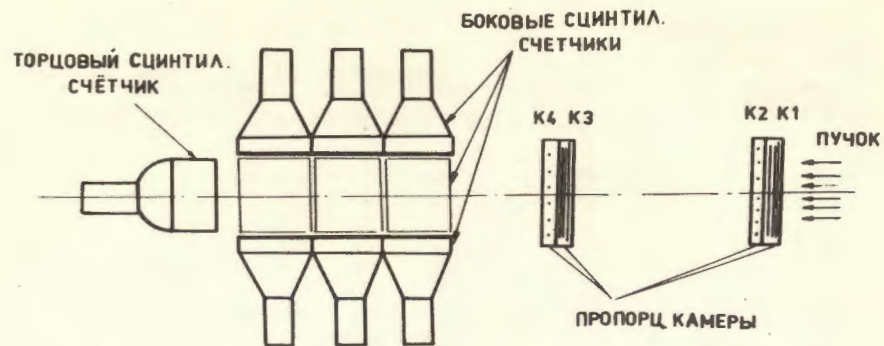


Рис. 8. Геометрия системы коллимации пучка на четырех пропорциональных камерах для установки "Пион".

проходящих через "коридор" без попадания на его грани. Отбор необходимых траекторий производился организацией совпадений определенным образом выбранных групп сигнальных проволок из обеих пар камер.

Для проверки эффективности такого способа коллимации на расстоянии 900 мм от второй пары пропорциональных счетчиков был установлен сцинтилляционный счетчик-мишень размером  $100 \times 100 \text{ мм}$ , включенный на совпадение с системой пропорциональных камер.

Схема объединения чувствительных проволок камер в группы для данной геометрии представлена на рис. 9. Границы групп нитей отмечены горизонтальными пунктирными линиями. Поскольку геометрия эксперимента одинакова в вертикальной и горизонтальной плоскостях, на рисунке приводится группировка проволок только для вертикальной плоскости. Центральные группы в обеих камерах состояли из 6 проволок. Количество проволок в других группах определялось геометрическим построением. Последовательность построения указана стрелками на рисунке. В качестве опорных точек при построениях принимались крайние точки счетчика-мишени. Сигнальные проволоки камер указаны точками на рисунке. При общем количестве групп проволок в плоскости камеры, равном 9, размер чувствительной области составляет  $60 \times 60 \text{ мм}^2$ . Неиспользуемые анодные проволочки камер были заземлены.

В описанной геометрии получены следующие результаты. Без включения логики отбора траекторий скорость счета сцинтилляционного счетчика-мишени составляла  $\sim 10000 \text{ с}^{-1}$ ,

плоскость мишени-  
сцинтиллятора

плоскость К3

плоскость К1

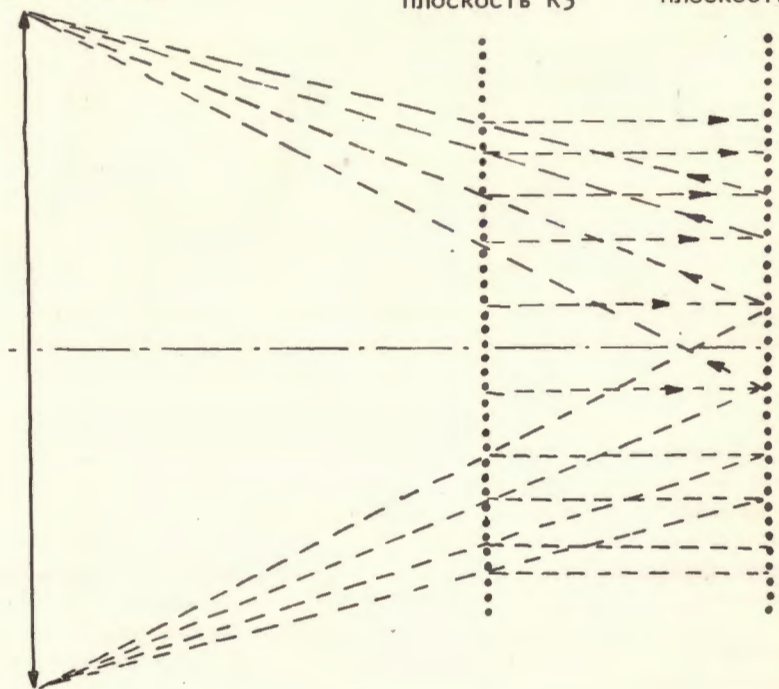


Рис.9. Схема объединения чувствительных проволок пропорциональных камер в группы для вертикальной плоскости. Последовательность построений для исходных точек 1 и 2 указана стрелками.

при одновременном срабатывании какой-либо из граней блока сцинтилляторов, равно  $\sim 2000 \text{ с}^{-1}$ . Включение логики отбора понизило скорость счета до величины  $\sim 3 \cdot 10^3 \text{ с}^{-1}$ , но при этом число фоновых срабатываний от попадания частиц в боковые грани составило  $9 \text{ с}^{-1}$ , то есть уменьшилось более чем в 200 раз.

Таким образом, использованная система коллимации позволила почти на два порядка улучшить соотношение между фоновой и полезной загрузкой при относительно малой потере в эффективности использования пучка.

## ЭЛЕКТРОНИКА

Камеры работали с усилителями-формирователями, построенными по схеме, приведенной на рис. 10. За основу усилитель-

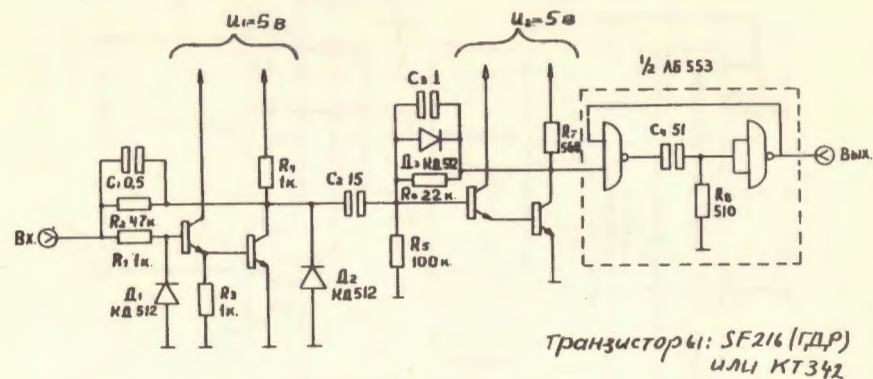


Рис.10. Схема усилителя-формирователя для пропорциональной камеры. Потребляемый ток - 22 мА.

ной части была взята схема /5/ на двух транзисторных "двойках", отличающаяся простотой, относительно малой потребляемой мощностью и небольшой стоимостью. На вход поступают импульсы тока отрицательной полярности. После первого каскада усиления импульсы укорачиваются дифференцирующей RC-цепочкой. Одновибратор, выполненный на микросхеме К1ЛБ553, служит для формирования импульсов по длительности  $T_{\text{имп}} = 100 \text{ нс}$ . Усилитель обеспечивает время нарастания импульса на выходе  $\sim 30 \text{ нс}$  при максимальной чувствительности на входе  $1 \div 2 \text{ мкА}$ . Усилители подключаются к одному источнику питания напряжения  $+5 \text{ В}$  и потребляют ток  $22 \text{ мА}$  на канал.

Работа схемы блока отбора траекторий частиц пучка показана на рис. 11. Входные формирователи предназначены для улучшения формы импульсов после прохождения ими линии связи. Длительность выходных импульсов формирователей -  $100 \text{ нс}$ . Запоминание сигналов происходит на регистре триггеров памяти. Выходы триггеров потенциально связаны с набором схем "И", при помощи которых осуществляется отбор двойных совпадений групп нитей, согласно схеме, приведенной на рис. 8.



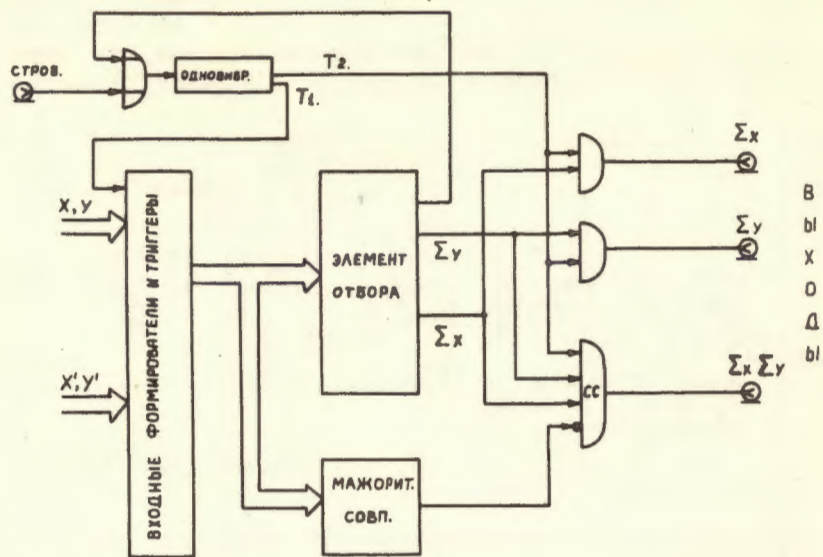


Рис. 11. Логическая схема блока отбора траекторий частиц в пределах заданного телесного угла.

Выходные схемы "И" подключены к двум общим шинам, каждая из которых относится к отбору траекторий частиц по одной / X или Y / координате. Сигнал, образующийся на какой-либо из этих шин, вызывает появление импульсов T1 и T2 управляющего одновибратора. Импульс T1 блокирует на 100 нс входы регистра, а импульс T2, возникающий после окончания импульса T1, используется для пропускания на выход схемы сигналов отбора по координате X ( $\Sigma X$ ), координате Y ( $\Sigma Y$ ) и обеим координатам ( $\Sigma X \Sigma Y$ ). Последний сигнал ( $\Sigma X \Sigma Y$ ) является сигналом, отвечающим прохождению частицы в пределах заданного телесного угла. Если через какую-либо камеру проходит одновременно две или более частиц, то срабатывает мажоритарная схема совпадений, выдающая импульс запрета, и такие события исключаются. Входные и выходные сигналы блока отбора соответствуют уровню NIM. Принципиальная схема блока отбора приведена на рис. 12.

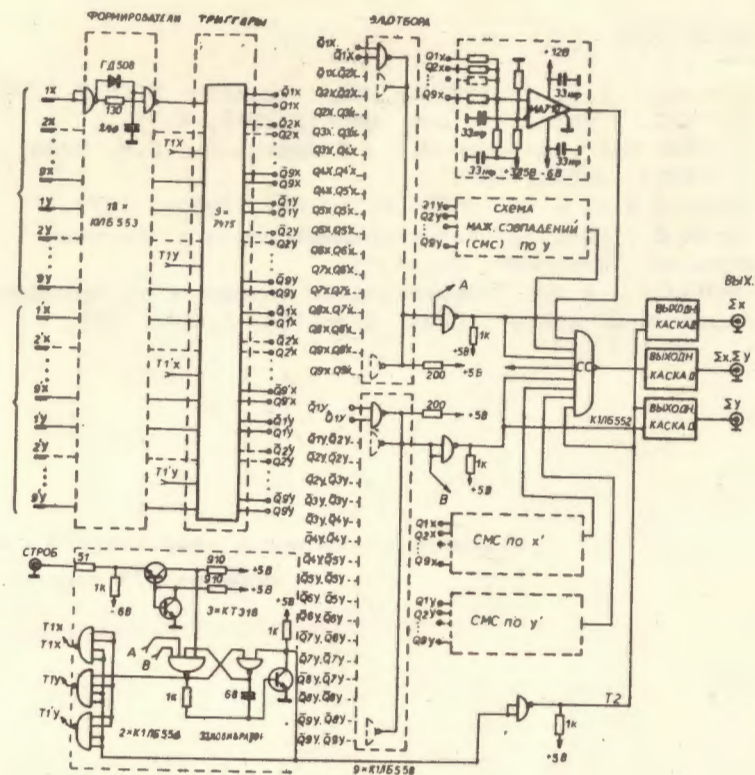


Рис. 12. Принципиальная схема блока отбора.

### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В заключение можно отметить простоту и универсальность применения описанной выше системы коллимации пучка в экспериментах на ускорителях при разной геометрии установок. Экономичность, автономность, высокое быстродействие в реальном масштабе времени расширяют границы возможных применений систем коллимации пучка описанного типа. Кроме того, малое количество вещества на пути пучка позволяет уменьшить его рассеяние по сравнению со сцинтилляционным телескопом и обеспечить работу экспериментальной установки в режиме малой фоновой загрузки, что существенно при измерениях ядерных реакций, идущих при малых сечениях.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Пугачевич В.П. Авторское свидетельство СССР № 231019 от 4.08. 1966. Бюллетень ОИПОТЗ, 1968, № 35, с. 66.
2. Зарубин А.В., Кирюшин Ю.Т., Микиртычьянц С.М. ОИЯИ, Р13-8941, Дубна, 1975.
3. Краснов В.А. и др. ОИЯИ, Р13-11846, Дубна, 1978.
4. Актон Д., Свифт Д. Газоразрядные лампы с холодным катодом. "Энергия", М., 1965.
5. Hartill D.L. В сб. "Международное совещание по методике проволочных камер". ОИЯИ, Д13-9164, Дубна, 1975, с. 124-127.

Рукопись поступила в издательский отдел  
16 апреля 1979 года.