

ОБЪЕДИНЕННЫЙ  
ИНСТИТУТ  
ЯДЕРНЫХ  
ИССЛЕДОВАНИЙ  
ДУБНА



СЗУУ. 16  
Б-64

18/VI-7

13 - 7013

2237/2-73

В.К.Бирулев, Т.С.Григалашвили, Б.Н.Гуськов,  
Ф.Деак, Ю.В.Заневский, И.Мано, А.Н.Морозов,  
В.Д.Пешехонов, В.П.Пугачевич, Ю.И.Саломатин,  
А.Е.Сеннер, И.Сюч, Е.А.Силаев

КОНСТРУКЦИЯ И РАБОЧИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ  
ПРОПОРЦИОНАЛЬНОЙ КАМЕРЫ  
ПЛОЩАДЬЮ 600 x 300 мм<sup>2</sup>

**1973**

ЛАБОРАТОРИЯ ВЫСОКИХ ЭНЕРГИЙ

13 - 7013

В.К.Бирулев, Т.С.Григалашвили, Б.Н.Гуськов,  
Ф.Деак, Ю.В.Заневский, И.Маю, А.Н.Морозов,  
В.Д.Пешехонов, В.П.Пугачевич, Ю.И.Саломатин,  
А.Е.Сеннер, И.Сюч, Е.А.Силаев

**КОНСТРУКЦИЯ И РАБОЧИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ  
ПРОПОРЦИОНАЛЬНОЙ КАМЕРЫ  
ПЛОЩАДЬЮ 600 x 300 мм<sup>2</sup>**

Направлено в оргкомитет Совещания по методике  
пропорциональных камер (27-30 марта 1973 г.).

**Объединенный институт  
ядерных исследований  
БИБЛИОТЕКА**

Предполагаемое усовершенствование установки БИС /1/, с помощью которой были проведены эксперименты с  $K^0$ -мезонами на серпуховском ускорителе, предусматривает широкое применение пропорциональных камер. В связи с этим был разработан и частично испытан пробный вариант соответствующей аппаратуры, описание которой приводится в настоящей статье.

### Конструкция камеры

На рис. 1 схематично показано поперечное сечение

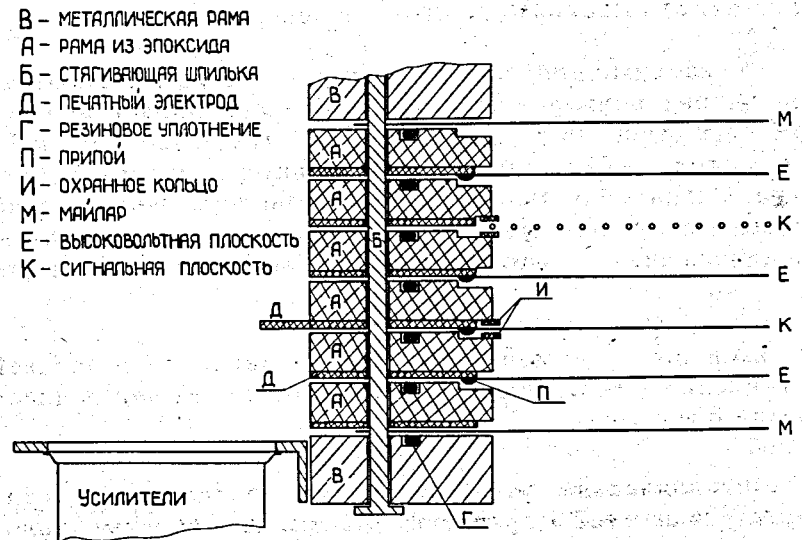


Рис. 1. Схематическое поперечное сечение пропорциональной камеры.

пропорциональной камеры /ПК/ с рабочей площадью  $600 \times 300 \text{ мм}^2$ . Камера разборная и имеет в газовом объеме две сигнальные плоскости - X и Y. Она состоит из шести одинаковых диэлектрических рам, стягиваемых шпильками между двумя металлическими рамами. Уплотнением служит резиновый шнур, укладываемый в паз. Диэлектрические рамы изготовлены из полос, отлитых из эпоксидной смолы с наполнителем.

Каждая рама имеет наклеенный по площади печатный высоковольтный или сигнальный электрод, выполненный на фольгированном двухстороннем или, соответственно, одностороннем стеклотекстолите толщиной 1,5 мм. По внутреннему параметру некоторые рамы имеют охранные кольца из фольгированного одностороннего стеклотекстолита. Расстояние между фольгой охранных колец и проводочками сигнальной плоскости - 0,5 мм.

Плоскости, на которые подается высокое напряжение, намотаны из медной проволоки  $\phi 0,1 \text{ мм}$  с шагом 1 мм параллельно большей стороне камеры. Проволочки этих плоскостей распаиваются на печатный электрод, состоящий из 6 параллельных групп, подключенных к общей шине через высокоомное сопротивление.

Сигнальные плоскости образованы из рам с намотанной на них вольфрамовой золоченой проволокой  $\phi 20 \text{ мк}$  при натяжении 45 г с шагом 2 мм. Эти проволочки распаиваются с двух концов на сигнальные печатные электроды. Сигнальная плоскость X /проволочки параллельны большей стороне камеры/ имеет 2 поддерживающие линии, расположенные на расстоянии  $\pm 200 \text{ мм}$  от центра камеры.

Газовый объем камеры изолируется майларовой пленкой толщиной 50 мкм. Расстояние между любой парой плоскостей 8 мм.

Металлические рамы используются также для установки усилителей и крепления камеры на экспериментальном канале.

Общий вид камеры показан на рис. 2.

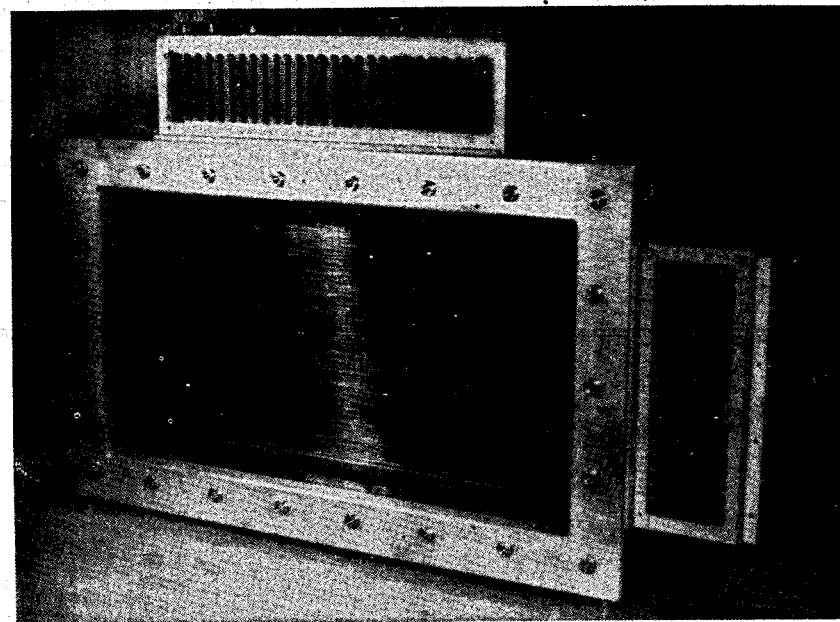


Рис. 2. Общий вид камеры.

#### Предварительная проверка камеры

После изготовления работа камеры проверялась на стенде с помощью источника  $\text{Sr}^{90}/2/$  на газовой смеси  $\text{Ar} + \sim 18\% \text{CO}_2 + 3\% \text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ . Порог чувствительности усилителей был  $\sim 3 \text{ мкА}$ .

На рис. 3а показана эффективность камеры в зависимости от высокого напряжения. Эта зависимость имеет "плато", длина которого для Y-плоскости  $\sim 550 \text{ в}$ , а для X-плоскости  $\sim 500 \text{ в}$ . На рис. 3в приведены кривые задержанных совпадений сигналов камеры и стробирующего импульса длительностью 10 и 20 нсек, откуда видно, что временное разрешение камеры  $2\tau$  равно приблизительно 50 и 60 нсек, соответственно. Измерения проводились при напряжении 4,9 кв.

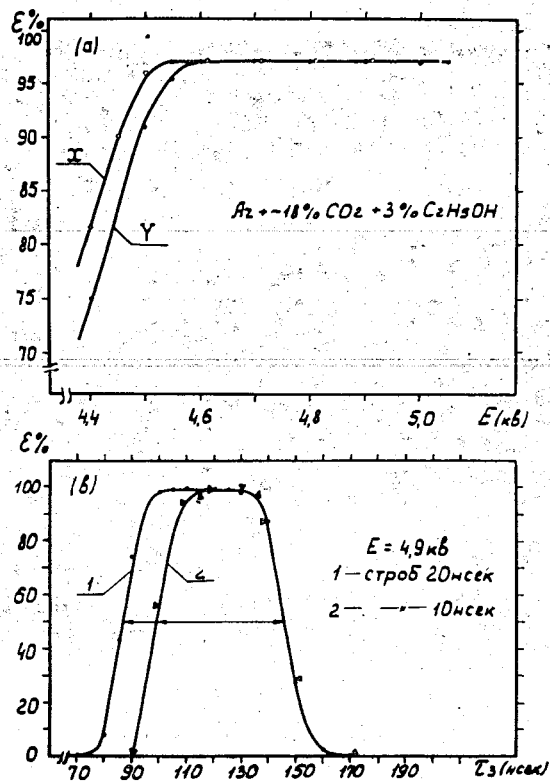


Рис. 3. а/ Эффективность камеры в зависимости от высокого напряжения. б/ Эффективность камеры как функция задержки "строб"-сигнала длительностью 20 нсек при различной загрузке камеры и  $E = 4,9$  кв.

На рис. 4 показана эффективность камеры в зависимости от задержки строб-сигнала длительностью 20 нсек при разной загрузке камеры. Уширение кривой задержанных совпадений при  $I \approx 10^6$  1/сек связано с увеличением угловой расходимости ионизирующих частиц. На том же рисунке показано влияние формирователя, имеющего "мертвое" время в тракте регистрации, на уменьшение "хвоста" кривой задержанных совпадений.

При перемещении коллимированного источника по проволочкам X-плоскости на расстояние  $\sim 400$  мм

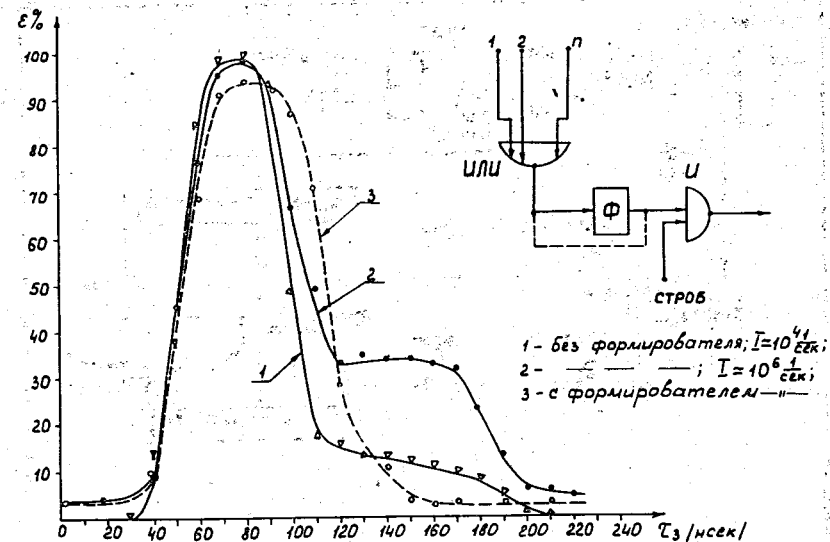


Рис. 4. Эффективность камеры как функция задержки "строб" сигнала - длительностью 20 нсек при различной загрузке камеры  $E = 4,9$  кв.

задержка сигнала пропорциональной камеры изменялась на  $\sim 3$  нсек<sup>1/3</sup>.

Интенсивность шумовых сигналов всей плоскости X при  $E = 4,9$  кв составляла  $\sim 20\ 000$  сек<sup>1/3</sup>.

#### Схема запуска установки и регистрирующая электроника

Блок-схема включения камеры в электронику спектрометра БИС для выработки импульса запуска и регистрации координат трека приведена на рис. 5.

Для съема сигналов с камеры применялись 4-канальные усилители<sup>14</sup>, имеющие пять выходов. Четыре выхода - индивидуальные для каждого канала и пятый - общий по схеме "ИЛИ" для всех четырех каналов. На каждый канал выводились по две соседние проволочки. Таким образом, шаг канала составлял 4 мм, а число каналов по X-координате было 100 и по Y-координате - 60.

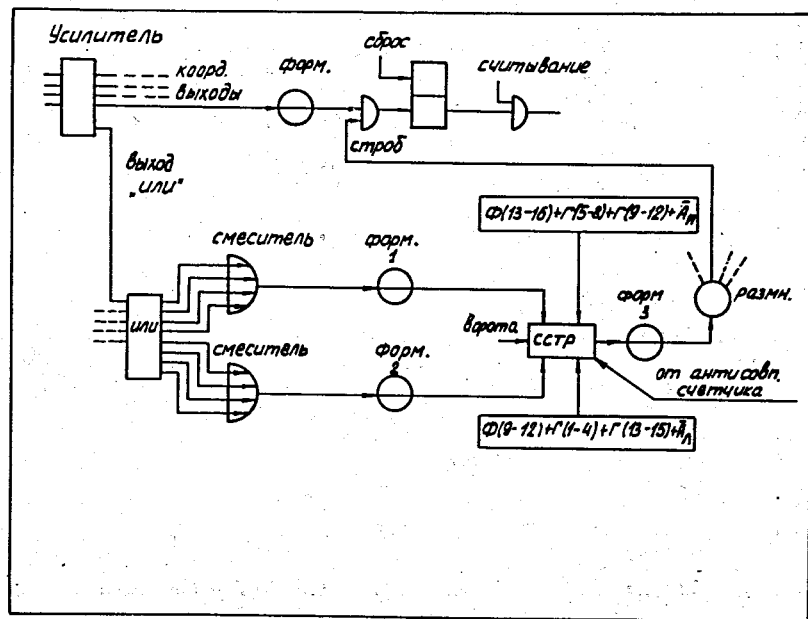


Рис. 5. Блок-схема триггерной и регистрирующей электроники пропорциональной камеры.

Параметры выходных сигналов усилителя следующие: импульс отрицательный, амплитуда 0,8 в на 50 ом, время нарастания и спада сигнала ~10 нсек, длительность ~100 нсек для индивидуального выхода и ~40 нсек для выхода "ИЛИ".

Индивидуальные выходы усилителей использовались для регистрации координат треков частиц. Сигналы с этих выходов поступали на регистрирующую электронику по кабелям РК-50-2-13 длиной 100 м. Сигналы "ИЛИ" использовались в быстрой логике спектрометра /5/ для выработки запускающего импульса. В логику запуска включались сигналы X-плоскости вместо первой плоскости запускающих счетчиков - Ф1 /рис. 6/: Эти сигналы поступали по кабелям РК-50-2-13 длиной 40 м в блок "ИЛИ", где осуществлялось предварительное формирование импульсов по амплитуде и длительности. Кроме

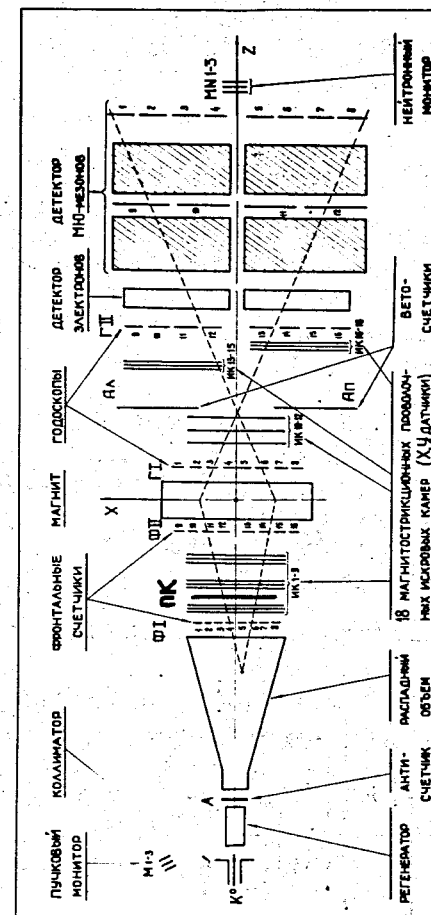


Рис. 6. Схема установки БИС.

индивидуальных выходов в этом блоке имелись выходы, объединяющие четыре соседних канала по схеме "ИЛИ". С выходов блока "ИЛИ" сигналы собирались на двух смесителях, имевших 12 входов, типа "142" /6/. На первый смеситель подавались сигналы, соответствующие каналам с 1 по 64, на второй - с 33 по 100. Это соответствовало возможным координатам левой и правой части "вилки" распада каона. С выходов смесителей импульсы, сформированные по длительности на формирователях Ф100, подавались на входы схемы совпадений ССТР, вырабатывающей импульс запуска установки /временная формировка сигналов на этих входах отсутствовала/. Импульс с выхода формирователя имел длительность 30 нсек, "мертвое" время составляло 100 нсек. На другие два входа ССТР подавались сигналы от схем совпадения, выделяющих левую и правую частицы "вилки" с помощью счетчиков, расположенных в плоскостях ФII, ГI и ГII /рис. 6/.

Импульс запуска установки стробировал сигналы координатных выходов усилителей. Формирователь 3 позволял менять длительность строба. Схема координатного тракта без усилителя приведена на рис. 7. После входного каскада импульс дифференцировался и имел длительность ~40 на полувысоте и амплитуду ~0,35 в.

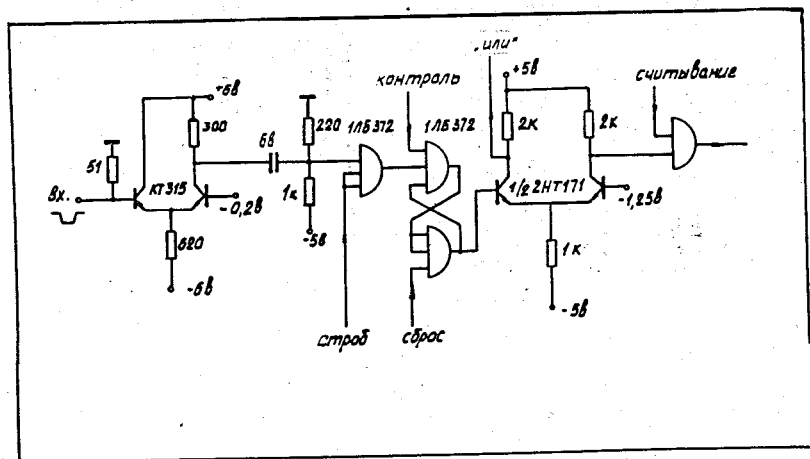


Рис. 7. Схема координатного тракта.

Регистрирующая электроника пропорциональной камеры, выполненная в стандарте "САМАС", содержала контроллер и 8 регистров на 20 разрядов каждый. Аппаратура работала на линии с ЭВМ БЭСМ-3М и ТРА-И. Связь с ЭВМ осуществлялась через блок управления /1/, который управлял работой установки, занесением информации со всех объектов на 45-разрядный промежуточный регистр и передавал информацию в ЭВМ. Блок-схема вывода информации с регистров пропорциональной камеры представлена на рис. 8.

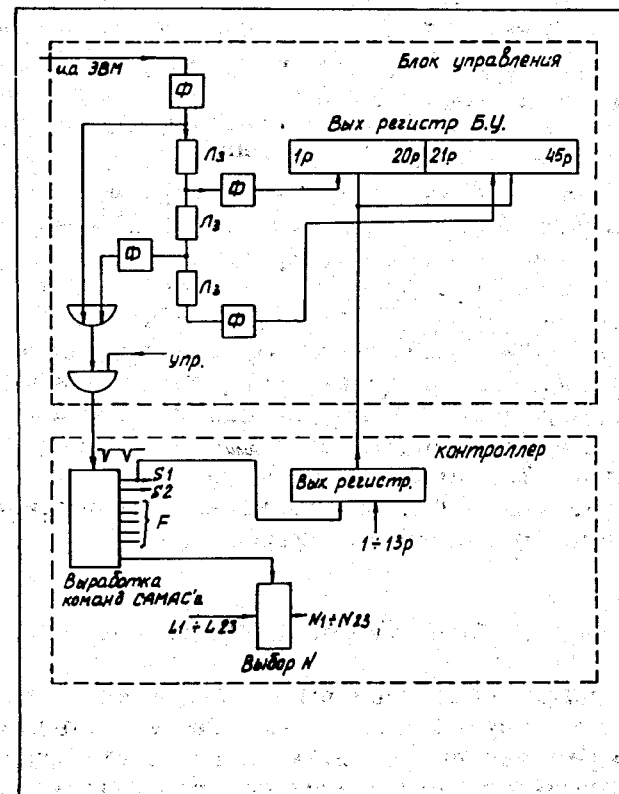


Рис. 8. Блок-схема вывода информации с регистров ПК на ЭВМ.

45-разрядный регистр блока управления был разделен на две части. На каждый импульс ответа ЭВМ блок вырабатывал два импульса для опроса внешних объектов, информация с которых заносилась либо в первую, либо во вторую половину регистра.

Каждый 20-разрядный регистр, запоминающий информацию с ПК, был разделен на четыре группы по 5 триггеров. По импульсу опроса в контроллере вырабатывались управляющие сигналы "САМАСа", считывалась и сбрасывалась одна группа, где было срабатывание триггера, и информация поступала в блок управления в виде 31-разрядного слова со следующей структурой слова: разряды 1-5 соответствовали пяти триггерам в группе, 6-7 - номер группы в регистре, 8-12 - номер регистра. 13 разряд служил признаком смены плоскости ПК /первая группа каждой плоскости передавалась с единицей в 13-м разряде/.

Контроль работы системы проводился следующим образом. Для проверки работы запоминающих регистров и логики считывания подавался контрольный сигнал, который заносил единицу во все четные или во все нечетные триггеры регистра и эта информация передавалась в ЭВМ. Для проверки работы всего тракта регистрирующей электроники контрольный сигнал подавался одновременно на входы всех усилителей с последующей передачей информации в ЭВМ. Во время набора статистики ЭВМ периодически могла выдавать отношение числа срабатываний каждого канала пропорциональной камеры к числу запусков спектрометра.

#### Работа камеры на ускорителе

С помощью описанной выше регистрирующей электроники проверялась работа камеры в условиях пучка нейтральных частиц. Загрузка камеры вторичными заряженными частицами из мишени - регенератора составляла  $\leq 10^6$  сек<sup>-1</sup>.

Испытания проводились на указанной выше газовой смеси при напряжении  $E = 4,9$  кв. Напряжение на камере во время сброса изменялось в зависимости от интен-

сивности до 100 вольт. Изменение задержки координатных сигналов в пропорциональной камере составляло при этом  $\sim 7$  нсек на 100 вольт.

Кривые задержанных совпадений для схемы ССТР, вырабатывающей импульс запуска спектрометра, приведены на рис. 9. Временное разрешение  $2\tau \approx 45$  нсек

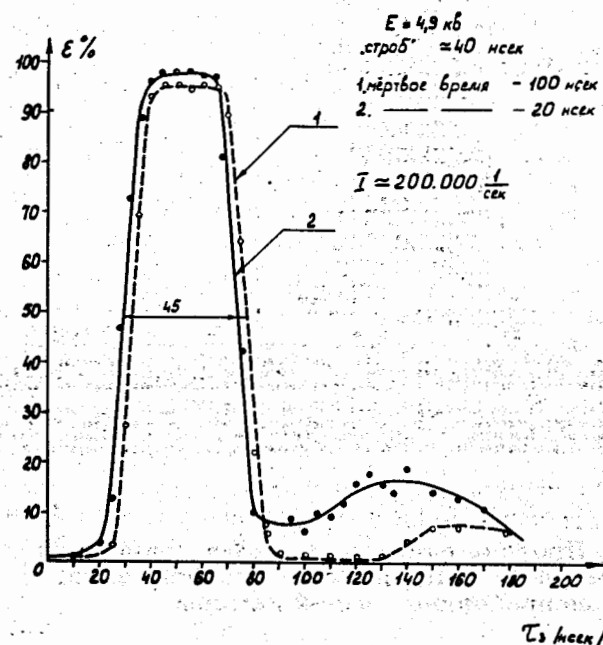


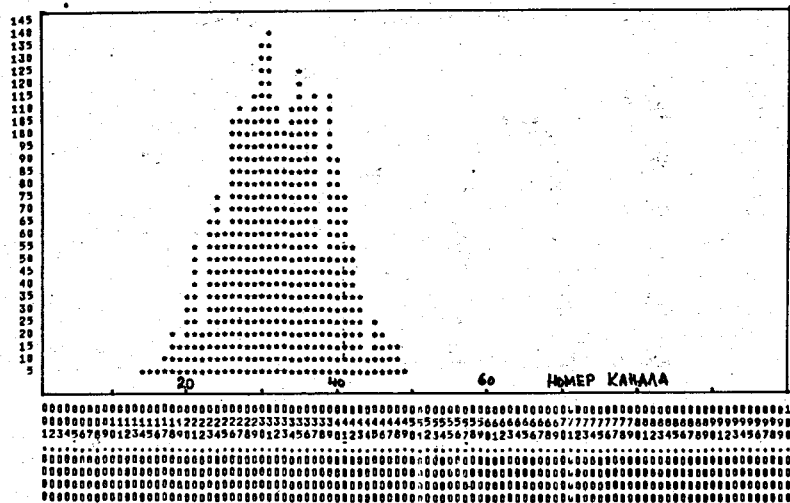
Рис. 9. Кривые задержанных совпадений сигналов пропорциональной камеры, используемых для запуска спектрометра.

при эффективности камеры  $\sim 98\%$ . Увеличение "мертвого" времени в трактах сигналов ПК /формирователи 1 и 2/ до 100 нсек убирает "хвост" кривой совпадений, вызывая, естественно, дополнительные просчеты. Эффективность камеры составляет при этом  $\sim 95\%$ .

Временное разрешение по координатным сигналам составляло  $2\tau \approx 60$  нсек при длительности стробирующего сигнала 20 нсек и  $\sim 90$  нсек - при длительности "строба" 50 нсек.



Полученный в процессе наладки ПК профиль пучка частиц для зарегистрированных установкой событий приведен на рис. 10.

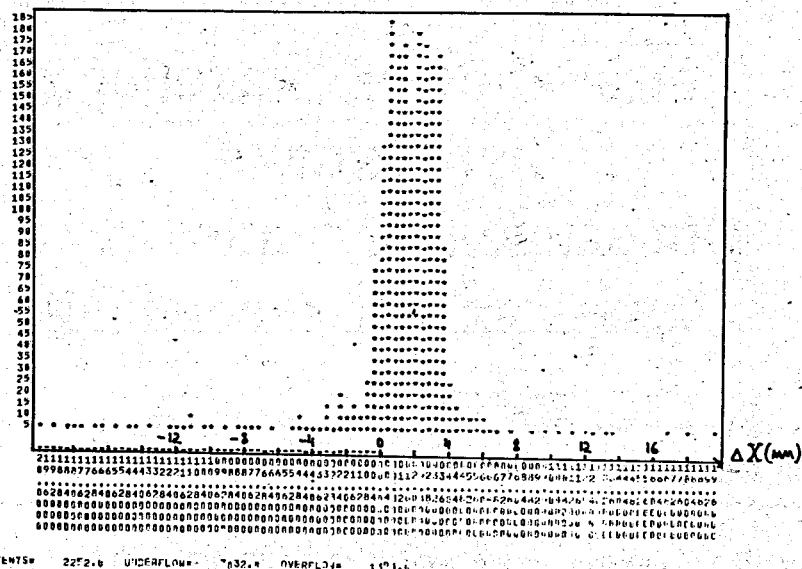


CONTENTS= 2343.0 UNDERFLOW= 5574.0 OVERFLOW= 211.0

Рис. 10. Профиль распадных частиц, зарегистрированных спектрометром БИС в ходе эксперимента. Получен с помощью пропорциональной камеры.

Точность локализации трека заряженной частицы в ПК при шаге каналов 4 мм показана на рис. 11, где представлено распределение  $X$  /или  $Y$  / координат трека в ПК, найденного с помощью искровых камер и соответствующего данному сработавшему каналу ПК.

В заключение авторы благодарят А.С.Вовенко и И.А.Савина за постановку задачи и постоянный интерес к работе, А.Анцупова, В.А.Белякова, А.Е.Московского, М.Н.Михайлову, Р.М.Базлову, А.Ф.Елишева, В.И.Какурину, В.Максименкову, Б.М.Старченко и В.В.Степанову за монтаж схем регистрирующей электроники, И.Н.Какурину и А.И.Широкова за монтаж крейта и камеры.



CONTENTS= 222.0 UNDERFLOW= 632.0 OVERFLOW= 119.0

Рис. 11. Распределение, характеризующее пространственную точность пропорциональной камеры. Стандартная ошибка составляет ~ 1,5 мм.

#### Литература

1. С.Г.Басиладзе, Т.В.Беспалова, В.К.Бирулев и др. Препринт ОИЯИ, P1-5361, Дубна, 1970.
2. V.D.Peshekhonov, Yu.V.Zanevsky, Nucl. Instr. and Meth., 100, 505 (1972).
3. G.Charpak et al. Nucl. Instr. and Meth., 97, 377 (1971).
4. Е.А.Силаев. Препринт ОИЯИ, 13-6669, Дубна, 1972.
5. В.К.Бирулев, А.С.Вовенко и др. Препринт ОИЯИ, 1-6665, Дубна, 1972.
6. С.Г.Басиладзе и др. Препринт ОИЯИ, 13-6383, Дубна, 1972.

Рукопись поступила в издательский отдел  
22 марта 1973 года.