

C-302

**ОБЪЕДИНЕННЫЙ ИНСТИТУТ ЯДЕРНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ**

**УДК 539.1.075**

**13-88-734**

**СЕМЕНОВ**

**Алексей Алексеевич**

**НОВЫЕ РАЗРАБОТКИ  
ШИРОКОЗАБОРНЫХ ДРЕЙФОВЫХ КАМЕР  
И ЭЛЕКТРОННОЙ АППАРАТУРЫ  
ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ ПРОЦЕССОВ  
С ОБРАЗОВАНИЕМ ЗАРЯЖЕННЫХ ЧАСТИЦ  
И  $\gamma$ -КВАНТОВ ВЫСОКОЙ ЭНЕРГИИ**

**Специальность: 01.04.16 - физика атомного ядра  
и элементарных частиц**

**Автореферат диссертации на соискание ученой степени  
кандидата технических наук**

Работа выполнена в Лаборатории ядерных проблем  
Объединенного института ядерных исследований.

Научные руководители:

доктор физико-математических наук  
профессор

Д. А. Будагов

кандидат физико-математических наук

Б. Ситар

Официальные оппоненты:

доктор физико-математических наук

В. Д. Пешехонов

кандидат физико-математических наук

М. Г. Горнов

Ведущее научно-исследовательское учреждение: Физический  
институт имени П. Н. Лебедева АН СССР, г. Москва.

Защита диссертации состоится " \_\_\_\_\_ " \_\_\_\_\_ 1988 г.  
в \_\_\_\_\_ час. на заседании Специализированного совета  
Д-047.01.03 при Лаборатории ядерных проблем ОИЯИ, г. Дубна  
Московской области.

Автореферат разослан " \_\_\_\_\_ " \_\_\_\_\_ 1988 г.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке ОИЯИ.

Ученый секретарь Специализированного совета  
доктор физико-математических наук

Ю. А. Батусов

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность диссертационной работы определяется тем, что выполненные в ней разработки координатных детекторов и электронной аппаратуры направлены на решение важнейших проблем совершенствования и развития современных исследовательских установок в области физики высоких энергий:

- создание экономичных детекторов значительного размера, способных обеспечить новые возможности как в отношении эффективной регистрации заряженных и нейтральных частиц, так и прецизионного измерения их кинематических параметров в событиях с большой множественностью;
- обеспечение высокой избирательности системы запуска установок, включающих годоскопические калориметры, к процессам с заданной сигнатурой;
- повышение быстродействия системы сбора данных.

Цель работы:

1. Разработка, исследование и применение широкоазорных дрейфовых камер нового типа и электронной аппаратуры к ним для регистрации заряженных частиц и электромагнитных ливней в экспериментах на ускорителях.

2. Разработка и создание быстродействующих электронных модулей для отбора событий в триггере I уровня по данным с ливневых годоскопических детекторов.

3. Разработка и создание аппаратных средств, обеспечивающих высокое быстродействие системы сбора данных для спектрометров, работающих на линии с ЭВМ.

Научная новизна:

- впервые для экспериментов на ускорителях предложены конструкции так называемых "безэлектродных" широкоазорных дрейфовых камер и исследованы их характеристики; на основании этих исследований определены условия эффективной работы данных камер в интенсивных пучках заряженных частиц;
- экспериментально обоснована возможность применения широкоазорных дрейфовых камер в системах регистрации электромагнитных ливней; предложено оригинальное устройство для регистрации электромаг-

нитного ливня от высокоэнергетического гамма-кванта, обеспечивающее рекордную точность в определении координаты оси ливня (авторское свидетельство СССР на изобретение /12/);

- разработана и создана электронная аппаратура для регистрации сигналов с широкоазорных дрейфовых камер, отличающаяся высокой точностью измерения временных интервалов и малым мертвым временем; по достигнутым параметрам эта аппаратура относится к числу лучших единичных разработок подобного типа;

- предложены и реализованы оригинальные методы отбора событий по углу разлета и по числу гамма-квантов, зарегистрированных в ливневом годоскопическом детекторе;

- разработано и внедрено быстродействующее устройство сопряжения контроллера крейта КАМАК с ЭВМ ЕС-1010, в котором впервые реализована передача как данных, так и команд контроллеру в режиме непосредственного доступа в память ЭВМ.

Практическая ценность работы заключается в том, что выполненные разработки применяются в составе действующей экспериментальной установки ГИПЕРОН на ускорителе ИФВЭ. Электронная аппаратура для отбора событий и для передачи данных в ЭВМ использовалась в экспериментах по исследованию образования псевдоскалярных и векторных мезонов ( $K^0$ ,  $K^{*2}(870)$ ,  $\rho$  и др.) в адрон-ядерных и адрон-нуклонных взаимодействиях при энергии  $\approx 12$  ГэВ на спектрометре ГИПЕРОН. Ряд разработок планируется использовать и при проведении новых экспериментов. В выполненных экспериментах было набрано и записано на магнитную ленту более 10 млн. триггеров. Электронная аппаратура для дрейфовых камер применяется также в Институте экспериментальной физики Словацкой академии наук (Кошице, ЧССР), в Университете им. Коменского (Братислава, ЧССР).

#### Автор защищает:

- результаты разработки широкоазорных дрейфовых камер нового типа и экспериментального исследования их характеристик;

- способ повышения пространственного разрешения в ливневом годоскопическом детекторе и его экспериментальное обоснование;

- предложение и практическую реализацию многостоповых преобразователей время-код и заряд-код;

- предложение и практическую реализацию: методов отбора событий по данным с ливневого годоскопического детектора, аппаратуры передачи информации в ЭВМ.

Апробация: основные результаты работы докладывались на научно-методических семинарах ЛЯП, ЛВЭ, ЛЯР ОИЯИ, представлялись на Международные конференции по физике высоких энергий (Лейпциг, 1984 г.; Беркли,

1986 г.; Мюнхен, 1988 г.), на Международную конференцию по координатным детекторам (Дубна, 1987), на Международные симпозиумы по ядерной электронике (Братислава, 1983 г.; Дубна, 1985 г.), опубликованы в виде журнальных статей и изданий ОИЯИ.

Публикации. В диссертации обобщены результаты работ, выполненных автором в 1980-1987 гг. Основные результаты работы изложены в 11 публикациях /I-II/; получено авторское свидетельство СССР на изобретение № I2I6750A /12/.

Структура и объем диссертации. Диссертация состоит из введения, четырех глав и заключения, в котором приводятся основные выводы. Работа изложена на 133 страницах, содержит 64 рисунка.

## СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Во введении обосновывается актуальность работы, сформулированы ее цели и определены основные положения, вынесенные на защиту.

В первой главе описываются конструкции и результаты экспериментальных исследований широкоазорных дрейфовых камер (ШДК) с полеформирующими электродами на стеклотекстолите и "безэлектродных" камер, в которых полеформирующие электроды, задающие линейно-падающий потенциал, отсутствуют. До начала наших работ /3-7/ безэлектродные камеры исследовались только в потоках частиц малой интенсивности - от радиоактивных источников или космического излучения.

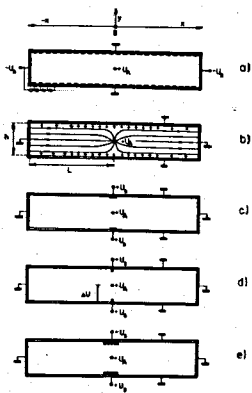
Нами разработаны и исследованы пять типов широкоазорных дрейфовых камер - электродная дрейфовая камера с полеформирующими электродами на стеклотекстолите и четыре типа безэлектродных дрейфовых камер (рис.1). Максимальная длина дрейфа электронов в этих камерах - 100 мм.

Электродная камера (рис.1а) имеет в центре сигнальную проволочку диаметром 20 мкм. На рамки из оргстекла наклеены стеклотекстолитовые стенки, на внутренней стороне которых имеются параллельные проволочке полеформирующие электроды /2/.

В трех типах безэлектродных камер (рис.1с-е) введены дополнительные электроды (в виде медных полосок или проволочек), управляющие газовым усилением и расположенные непосредственно под и над сигнальной проволочкой. Камеры продувались аргон-изобутановой смесью. Исследования проводились на пучках положительно заряженных адронов и позитронов с энергией 3-12 ГэВ.

Блок-схема канала электроники, используемой при измерениях, показана на рис.2. Зарядочувствительные усилители А1, размещенные непосредственно на камерах ДК, имели крутизну преобразования 0,4 В/пКл;

Рис.1. Схема электродной (а) и безэлектродных дрейфовых камер: без стабилизирующих электродов - б), со стабилизирующими электродами из медной полоски - с), из проволоочки диаметром 100 мкм - д), из 5 проволоочек диаметром 100 мкм - е).



коэффициент усиления в усилителе А2 регулируется от 1 до 10. Сигналы с выходов усилителей поступали на входы схемы временной привязки "детектор нуля". Время дрейфа измерялось многостоповым НЦП /8/, а амплитуда сигнала - с помощью модуля квантования на основе 6-разрядного быстродействующего параллельного АЦП /9/.

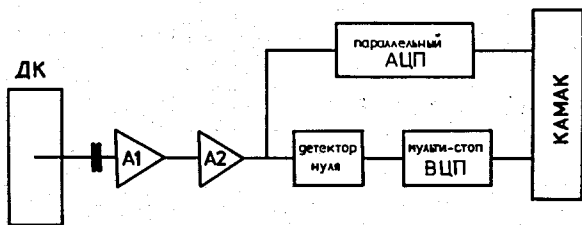


Рис.2. Блок-схема электронной аппаратуры для исследования широкоазорных дрейфовых камер. ДК - дрейфовая камера, А1 - предусилитель, А2 - усилитель с регулируемым коэффициентом усиления.

Особое внимание уделялось изучению влияния загрузки на характеристики камер. Камеры сохраняют высокую эффективность регистрации вплоть до загрузки  $5 \cdot 10^5$  частиц/с на проволоочку (рис.3). Из рис.4, 5 видно, что скорость дрейфа и пространственное разрешение практически не зависят от загрузки.

Наиболее существенный результат проведенных исследований безэлектродных камер состоит в определении такого режима их работы, при котором эффективность не зависит от изменений в загрузке.

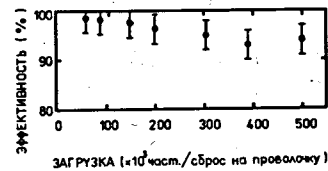


Рис.3. Зависимость эффективности работы безэлектродной камеры от загрузки.

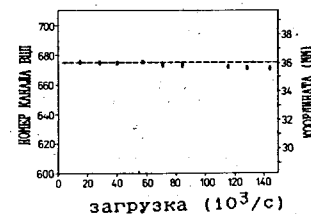


Рис.4. Зависимость измеряемого времени дрейфа при фиксированной координате прохождения частицы через безэлектродную камеру от интенсивности потока частиц.

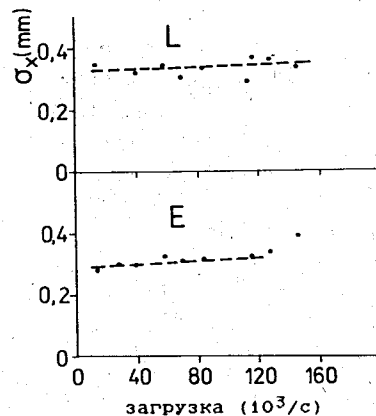


Рис.5. Пространственное разрешение  $\sigma_x$  в зависимости от интенсивности потока частиц, проходящих через безэлектродную (L) и электродную (E) камеры.

Уменьшение размеров ячейки приводит к резкому удорожанию детекторов, имеющих достаточно большие размеры. Поэтому для повышения пространственного разрешения электромагнитных calorimeters часто применяют системы с дополнительным координатным детектором, расположенным между конвертором гамма-квантов и основным calorimetром. Мы применили в качестве такого детектора широкоазорную дрейфовую камеру.

Для исследования характеристик широкоазорных дрейфовых камер в такой системе была собрана установка, показанная на рис.6 /6,7/. Регистрировались ливни, вызванные позитронами с энергией 3 ГэВ. Толщина конвертора варьировалась в пределах 1-4 рад. длин.

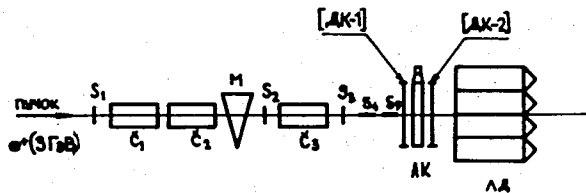


Рис.6. Схема экспериментальной установки. М - электромагнит, S и С - сцинтилляционные и черенковские счетчики, АК и ЛД - активный конвертор и ливневой детектор, ДК - дрейфовые камеры.

Регистрация сигналов, поступающих с безэлектродной камеры (ДК-2 на рис.6), проводилась одновременно двумя способами: с помощью многостопового время-цифрового преобразователя (ВЦП) /8/ и с помощью модуля квантования сигнала /9/ на основе быстродействующего параллельного аналого-цифрового преобразователя (АЦП). Устройство регистрации координаты ствола ливня с применением многостопового ВЦП в регистрирующем канале защищено авторским свидетельством № 1216750А /12/.

При использовании ВЦП координата ствола ливня определяется временной отметкой, соответствующей вершине сигнала с ДК-2. При обработке сигналов с АЦП были использованы три метода нахождения координаты оси электромагнитного ливня: метод вычисления центра тяжести сигнала, полученного с АЦП (АЦП-ц.т.), метод максимального значения (АЦП-макс.) и метод взвешенного максимума (АЦП-в.м.).

Разрешения  $\sigma_z$ , полученные по всей площади камер, исключая интервал вблизи проволоочки (-5, 15 мм), в зависимости от толщины конвертора приведены на рис.7. Видно, что разрешения, достигнутые методами АЦП-в.м., АЦП-макс., ВЦП, имеют довольно близкие значения и заметно отличаются от разрешения, полученного методом АЦП-ц.т. Таким образом, нами установлено, что определение координаты оси ливня по максимальному значению энерговыделения производится точнее, чем по центру тяжести. Это можно объяснить тем, что последний метод учитывает полное распределение заряда в ливне в плоскости, перпендикулярной направлению его развития, для которого характерны большие флуктуации, в то время как положение ствола ливня, соответствующее наибольшей плотности заряда, относительно направления фотона подвержено меньшему разбросу.



Рис.7. Зависимость пространственного разрешения  $\sigma_z$  от толщины конвертора:  $\circ$  - метод АЦП-ц.т.,  $\bullet$  - ВЦП,  $\times$  - АЦП-макс.,  $+$  - АЦП-в.м.

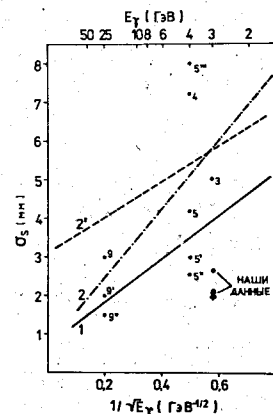


Рис.8. Пространственное разрешение ЛД с конвертором и координатным детектором в зависимости от энергии  $E_\gamma$ . 1 - Сох (сцинтилляционный годоскоп - 1 см) /13/; 2 - Rameika (2 - сцинт. годоскоп - 0,5 см, 2' - СГС-трубки) /23/; 3 - Powell (сцинт. годоскоп - 1,5 см) /33/; 4 - Brau (сцинт. годоскоп - 2,5 см) /43/; 5 - Gabathuler (проп. камеры: 5''' - цифровая информация, 5 - вычисление ц.т., 5' - фит по данным из анода, 5'' - фит по данным из катода) /53/; 9 - Akordjanov (ЛД: 9 - ц.т., 9' - экспоненциальная функция, 9'' - фит подобранной функцией) /63/;  $\circ$  - наши данные;  $\times$  - наши данные после учета угловой расходимости.

13 - Nucl.Instr. and Meth., 1984, 219, p.491; 23 - IEEE Trans.Nucl. Sci., 1984, NS-31, p.60; 33 - Nucl.Instr. and Meth., 1982, 198, p.217; 43 - Nucl.Instr. and Meth., 1982, 196, p.403; 53 - Nucl.Instr. and Meth., 1978, 157, p.47; 63 - Nucl.Instr. and Meth., 1977, 140, p.441.



отличие разработанной регистрирующей электроники - малое мертвое время (64 нс) и практически неограниченная множественность регистрируемых сигналов с дрейфового промежутка.

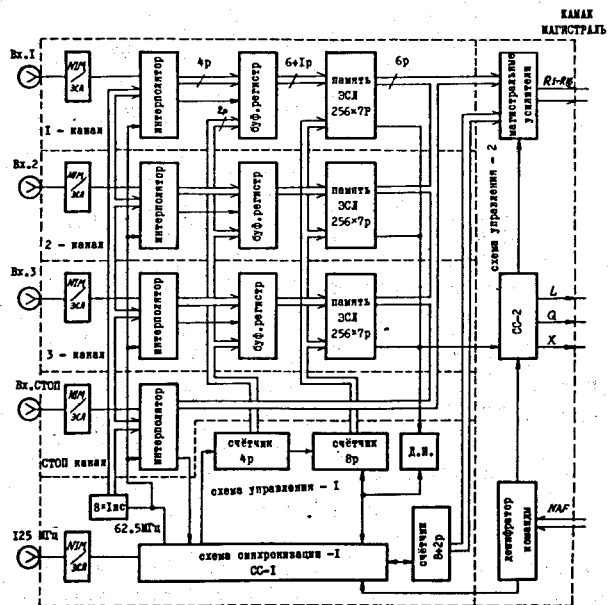


Рис.9. Блок-схема многостопоного преобразователя время-код с разрешением 1 нс.

Многостоппый время-цифровой преобразователь /8/ обеспечивает регистрацию до 256 импульсов при расстоянии между соседними импульсами в 64 нс. В основу работы преобразователя (см. рис.9) положен метод прямого заполнения измеряемого интервала импульсами генератора эталонной частоты (125 МГц) с последующим их подсчетом и записью в буферную память. Для определения времени прихода сигнала использован оригинальный хронотронный интерполатор, обеспечивающий достижение точности измерения времени прихода импульса внутри основного тактового сигнала с точностью 1 нс. Преобразователь содержит буферную память на 256 слов по 7 разрядов в каждом из трех информационных каналов. Запись информации в буферную память прекращается после прихода сигнала СТОП. При этом в памяти хранятся двоичные коды, соответствующие моментам времени прихода сигналов за 16,384 мкс до прихода сигнала СТОП.

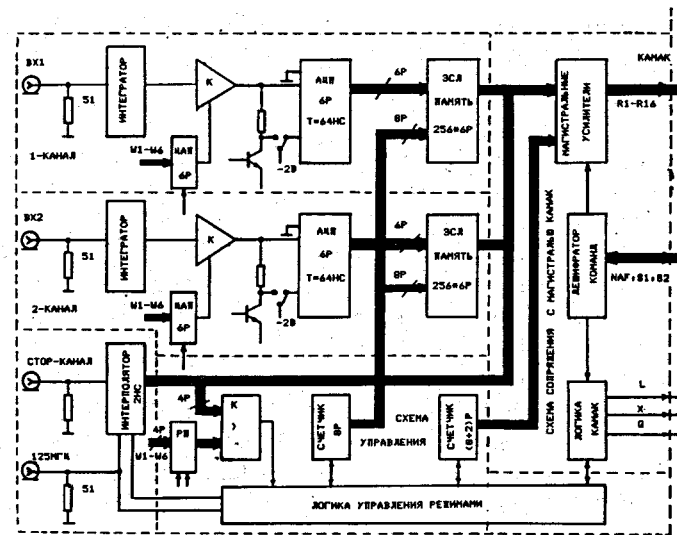


Рис.10. Блок-схема модуля квантования сигналов на основе быстродействующего параллельного АЦЦ.

Модуль квантования сигнала /9/ на основе шестизрядного параллельного АЦЦ обеспечивает интегрирование и квантование сигнала с периодом 64 нс. Количество выборок, запоминаемых во встроенной буферной памяти, - 256; это дает возможность использовать модуль для различных задач, связанных с анализом быстрых непериодических сигналов. Модуль выполнен на основе аналого-цифрового преобразователя параллельного типа И107ПВ1 (см. рис.10). Входной сигнал  $U(t)$  предварительно преобразуется в соответствии с соотношением

$$Q(t) = K \int [U(t) - U(t-64\text{нс})] dt \approx Q(t) - Q(t-64\text{нс}),$$

т.е. напряжение  $q(t)$  пропорционально заряду, поступившему на вход модуля за интервал  $[t-64\text{нс}, t]$ . Данное преобразование позволило достигнуть весьма существенного уменьшения погрешности при измерении зарядов в импульсах, длительность которых меньше или сравнима с периодом выборок. Коды выборок (период 64 нс) с выхода АЦЦ записываются в буферную память. Таким образом, в буферной памяти модуля сохраняется, по существу, гистограмма распределения заряда, поступившего на вход преобразователя за 16 мкс до прихода сигнала СТОП.

Далее в третьей главе описан (разработанный для приведенных выше преобразователей) модуль синхронизации и тактирования, вырабатывающий серию тактовых импульсов с частотой 125 МГц и обеспечивающий прецизион-

ную (1 нс) задержку сигнала СТОП на время до 16 мкс. Стабильность и точность задержки сигнала СТОП обеспечиваются оригинальной схемой временного интерполятора хронотронного типа.

В четвертой главе описываются электронные модули, разработанные для отбора событий на уровне быстрого триггера ( $t \leq 150$  нс) с использованием информации с ливневого годоскопического детектора (ЛГД), а также быстродействующее сопряжение системы сбора данных установки ГИПЕРОН с ЭВМ ЕС-1010.

Программа исследований на установке ГИПЕРОН предусматривает изучение процессов с образованием нескольких гамма-квантов в конечном состоянии. Для эффективного набора статистики необходимо было, наряду с существенным увеличением быстродействия системы сбора данных, также реализовать систему запуска установки на основе скоростного анализа информации, поступающей с ЛГД. Разработанная нами система запуска позволяет на уровне быстрого триггера (время решения 150+200 нс) производить отбор событий по следующим критериям:

- сравнение суммарного энерговыделения  $E_{\Sigma}$  в ЛГД с заданным пороговым значением  $E_0$ ;
- оценку количества  $i$  зарегистрированных ливней с энергиями  $E_i \geq E_0$ ;
- оценку угла разлета пары гамма-квантов.

Для задания порогового энерговыделения с точностью 10% при включении в триггер большого количества (до 200) элементов calorиметра нами разработаны и применяются специализированные быстродействующие (задержка не более 20 нс) модули на основе аналоговых сумматоров. Каждый модуль (рис.11) состоит из токового сумматора, быстродействующего усилителя, амплитудного дискриминатора и выходного формирователя. Основные параметры модуля: время решения - 20 нс, количество входов - 34, относительная погрешность суммирования сигналов - 10%. Наличие линейного выхода позволяет организовать триггер на суммарное энерговыделение в более чем 34 ячейках calorиметра.

Электромагнитный ливень развивается, как правило, в нескольких элементах calorиметра, образуя группу (кластер) из смежных "сработавших" элементов достаточно сложной конфигурации. Для подсчета числа кластеров (фотонов) нами был предложен оригинальный метод, основанный на сравнении зарегистрированной топологии кластера с табличной. Блок-схема модуля для оценки числа ливней в calorиметре приведена на рис.12. Модуль состоит из быстродействующего программируемого масочного кодировщика, выполненного на микросхемах K500PEI49, сумматоров  $\Sigma 1$  и  $\Sigma 2$ , цифрового компаратора и выходного формирователя импульсов. С помощью компаратора К задается соотношение  $N_H < N < N_B$ , где  $N_H$  и

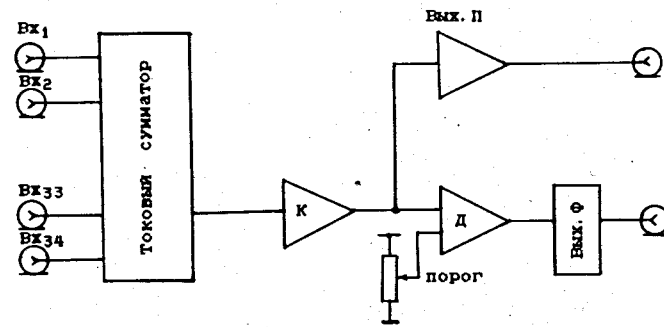


Рис.11. Блок-схема модуля для отбора событий по энерговыделению в ЛГД на 34 входа. К - усилитель, Д - амплитудный дискриминатор, Вых.П, Вых.Ф - линейный и формирующий усилительные каскады.

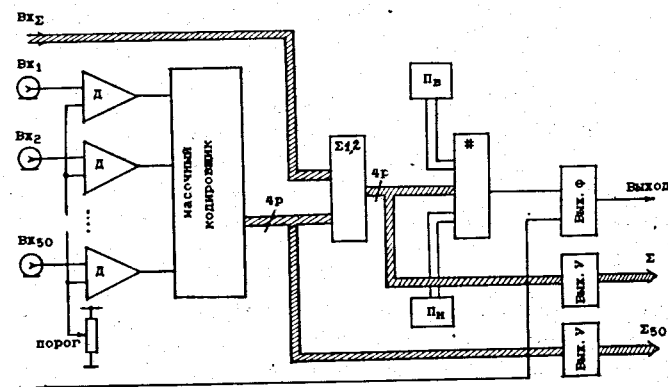


Рис.12. Блок-схема модуля для отбора событий по количеству ливней в ЛГД. Д - амплитудные дискриминаторы,  $\Sigma$  - сумматор, К - цифровой компаратор,  $P_B$ ,  $P_H$  - переключатели, задающие число ливней, Вых.У, Вых.Ф - выходные формирующие каскады.

$N_B$  - значения нижней и верхней границы для количества ливней. Основные характеристики модуля: количество входов 50, время выработки решения - 120 нс, диапазон регулировки порога - 200-1700 мВ. Предусмотрена возможность каскадирования данных блоков при работе с большим, чем 50, числом элементов калориметра.

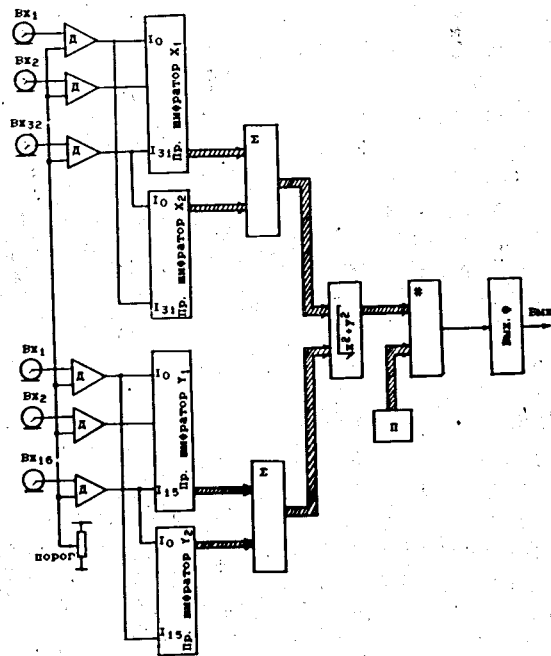


Рис.13. Блок-схема модуля отбора событий по углу разлета гамма-квантов. Д - амплитудный дискриминатор,  $\Sigma$  - сумматор, Т - табличный преобразователь, К - компаратор, П - переключатель, Вых.Ф - выходной формирователь.

Оценка угла разлета двух гамма-квантов сводится к вычислению расстояния между ливнями в плоскости ЛГД (при известном расстоянии до мишени). Блок-схема решающего устройства для быстрой оценки угла разлета гамма-квантов (рис.13) включает входные формирователи с приоритетными шифраторами и функциональный табличный преобразователь, вычисляющий расстояние между ливнями. Основные технические характеристики мо-

дуля: время решения - 60 нс, максимальное число элементов калориметра - 16x32, максимальный угол разлета квантов (в ячейках калориметра) - 16, диапазон регулировки порога - 200-1700 мВ.

Далее в четвертой главе описывается скоростное устройство сопряжения контроллера крейта КК004 с ЭВМ ЕС-1010, разработанное для повышения быстродействия системы сбора данных установки ГИПЕРОН /10/. При его разработке применен микропрограммный принцип управления, отвечающий наиболее прогрессивному направлению в создании быстродействующих устройств сопряжения ЭВМ с внешними устройствами. Сопряжение позволяет работать в следующих режимах:

- обмен одиночными словами;
- обмен массивами на программном или микропрограммном уровне;
- передача команд на КК004 и обмен данными на микропрограммном уровне как по каналу данных, так и по каналу команд;
- обмен данными и командами из буферов, расположенных в произвольных (не связанных) областях ОЗУ (режим сцепления блоков).

Скорость обмена информацией (при длине линии связи 20 м, времени выполнения команды контроллером 1,5 мкс и параллельном выполнении процессором фоновых программ) характеризуется следующими цифрами:

- в режимах передачи массивов - 3-5,5 мкс/слово;
- в командном режиме - 5,5 мкс/слово при обмене массивами и 7,5 мкс/слово при обмене одиночными словами.

Аппаратура допускает одновременную работу двух интерфейсов в командном режиме и четырех - в случае, если командный режим не используется. Внедрение этого устройства в состав спектрометра ГИПЕРОН /11/ позволило увеличить скорость приема информации от 5 до 8 раз (в зависимости от исследуемой реакции и состава используемых детекторов).

#### Выводы:

1. Разработаны и впервые исследованы в интенсивных пучках безэлектродные дрейфовые камеры; предложены методы, обеспечивающие высокую эффективность ( $> 99\%$ ) и точность ( $\sigma < 0,4$  мм) регистрации заряженных частиц до равномерной загрузки  $10^7/\text{м}^2\text{с}$ .

2. Предложена и экспериментально обоснована методика регистрации электромагнитных ливней с помощью безэлектродных дрейфовых камер, ранее для этих целей не использовавшихся. Достигнуты: высокая эффективность регистрации ливней ( $> 99\%$ ), линейность зависимости координата-время дрейфа ( $\leq 0,5\%$ ) и рекордное пространственное разрешение  $\sigma_z = 1,9 \pm 0,1$  мм по координате оси ливня.

3. Разработано и внедрено защищенное авторским свидетельством СССР на изобретение № 1216750 от 11.06.84 г. устройство для определения координаты оси электромагнитного ливня в однородном ливневом детекторе, обеспечившее достижение высокой точности измерений.



4. Разработана и создана используемая в эксперименте электронная аппаратура для регистрации информации с широкоазорных дрейфовых камер - многостоповный время-цифровой преобразователь, модуль квантования сигнала, модуль синхронизации и тактирования, обеспечивающая регистрацию до 256 импульсов с дрейфового промежутка. Достигнутые параметры многостопового время-цифрового преобразователя (точность (1 нс) при максимальной величине диапазона 16 мкс, малое мертвое время (64 нс)), а также малый шаг выборки (64 нс) модуля квантования сигналов обеспечивают высокую пространственную точность измерения отдельных треков и хорошее разрешение соседних треков ( $\leq 0,5$  см) в дрейфовых камерах.

5. Предложены и реализованы методы отбора событий на уровне быстрого триггера ( $\approx 120$  нс) по критериям: энерговыделение, угол разлета и множественность гамма-квантов, зарегистрированных ливневым годоскопическим детектором.

6. Разработано и внедрено скоростное устройство сопряжения с микропрограммным управлением ЭВМ ЕС-1010 и крейта КАМАК, обеспечивающее передачу как данных, так и команд контроллеру в режиме непосредственного доступа в память (данный режим предложен и реализован впервые). Внедрение этого устройства на установке ГИПЕРОН позволило увеличить скорость набора статистики от 5 до 8 раз.

Работы, опубликованные по теме диссертации:

1. Ю.А.Будагов, В.Б.Виноградов, В.Глика, В.П.Джелепов, Я.Пишут, Н.Пишутова, П.Повинец, А.А.Семенов, Б.Ситар, П.Стрмень, С.Усачев, В.Б.Флягин, М.Худы, В.Черны, И.Штефунко, Р.Яник. Развитие экспериментальной программы в рамках сотрудничества ГИПЕРОН и БАС. - Братислава, 1980: УКЛР 80-30.
2. Ю.А.Будагов, А.П.Нагайцев, А.А.Смельяненко, А.А.Семенов, И.Е.Чириков-Зорин, В.Глинка, Б.Ситар, И.Шпалек, А.М.Артыков. Широкоазорная дрейфовая камера с полеформирующими электродами на стеклотекстолите. - Дубна, 1984. - 7 с. (Сообщение/Объед. ин-т ядерн. исслед.: PI-84-546).
3. Yu.A.Budagov, A.P.Nagaytsev, A.A.Omelyanenko, A.A.Semenov, S.V.Sergeev, V.Hlinka, P.Povinec, B.Sitar, J.Spalek, A.M.Artykov. Electrodeless drift chamber in a flux of more than  $10^5$  particles per second per wire. - Nucl.Instr. and Meth., A238, 1985, p.245-248.
4. V.Hlinka, R.Janik, P.Povinec, B.Sitar, E.Kladiva, M.Seman, J.Spalek, G.S.Bitsadze, Yu.A.Budagov, V.V.Glagolev, V.M.Korolev, A.A.Omelyanenko, A.A.Semenov, S.V.Sergeev, A.M.Blik, A.S.Solovyev, A.B.Yordanov, R.V.Tsenov, I.A.Minashvilli, A.M.Srtykov, M.N.Omelyanenko. Recent Advances in Wide-Gap Drift Chambers Developing for the Spectrometer Hyperon. - Acta Physica Slovaca, 36, 1986, No.4, p.255-265.

5. Yu.A.Budagov, V.V.Glagolev, V.M.Korolev, A.A.Omelyanenko, A.A.Semenov, S.V.Sergeev, V.Hlinka, R.Janik, P.Povinec, B.Sitar, E.Kladiva, M.Seman, J.Spalek, A.B.Yordanov, A.M.Artykov, M.N.Omelyanenko. How to Use Electrodeless Drift Chambers in Experiments at Accelerators. - Nucl.Instr. and Meth., A255, 1987, p.493-500.
6. Yu.A.Budagov, A.A.Omelyanenko, A.A.Semenov, S.V.Sergeev, B.Sitar, J.Spalek, R.Tsenov. Measurement of Electromagnetic Shower Position with an Electrodeless Drift Chamber. - Nucl.Instr. and Meth., A238, 1985, p.74-78.
7. G.S.Bitsadze, Yu.A.Budagov, V.V.Glagolev, V.M.Korolev, A.A.Omelyanenko, A.A.Semenov, S.V.Sergeev, V.Hlinka, B.Sitar, E.Kladiva, J.Spalek, A.M.Blik, A.S.Solovyev, A.B.Yordanov, R.V.Tsenov, I.A.Minashvilli, A.M.Artykov. Accuracy of Electromagnetic Shower Position Determination by a Wide-Gap Drift Chamber. - Nucl.Instr. and Meth., A251, 1986, p.61-66.
8. Yu.A.Budagov, M.Seman, A.A.Semenov, B.Sitar, J.Spalek. Multi-Hit Drift Time Digitizer with One-Nanosecond Resolution. - Nucl.Instr. and Meth., A234, 1985, p.302-304.
9. Ю.А.Будагов, В.Г.Зинов, М.Семан, А.А.Семенов, Б.Ситар, И.Шпалек. Модуль квантования сигналов на основе быстродействующего параллельного аналого-цифрового преобразователя в стандарте КАМАК. - Приборы и техника эксперимента, № 4, 1987, с.59-60.
10. А.А.Семенов, С.В.Сергеев. Устройство сопряжения с микропрограммным управлением на ЭВМ ЕС-1010 для контроллера крейта ККО04. - Дубна, 1982. - 10 с. (Сообщение/Объед. ин-т ядерн.исслед.: I3-82-5).
11. А.Г.Асмолов, Ю.А.Будагов, М.Семан, А.А.Семенов, С.В.Сергеев, В.Б.Флягин, И.Шпалек. Система накопления и экспресс-обработки информации спектрометра ГИПЕРОН. - В кн.: XII Международный симпозиум по ядерной электронике, тезисы докладов, 1985, с.25.
12. Ю.А.Будагов, М.Н.Омельяненко, А.А.Омельяненко, А.А.Семенов, Б.Ситар, И.Шпалек. Устройство для определения координаты вершины ливня от высокоэнергетического гамма-кванта. - Авторское свидетельство СССР № I2I6750 от 11.06.84 г. Бюллетень ОИПОТБ, 1986, № 9, с.225.

Рукопись поступила в издательский отдел  
6 октября 1988 года.