

82.9/95 346.52 + 344.1м + 344.32 +

Еремеев Р.В. и др.

Б2-1-95-3



7/61

ОБЪЕДИНЕННЫЙ ИНСТИТУТ ЯДЕРНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

Б2-1-95-3

ДЕПОНИРОВАННАЯ ПУБЛИКАЦИЯ

Еремеев Р.В. и др. Б2-1-95-3

Дубна 1995

ОБЪЕДИНЕННЫЙ ИНСТИТУТ ЯДЕРНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ
ЛАБОРАТОРИЯ ВЫСОКИХ ЭНЕРГИЙ

БЭ-1-95-3

Р.В.Еремеев, Л.С.Малахова, Д.П.Михалев, В.В.Мялковский,
П.В.Номоконов, Э.О.Оконов, А.Н.Парфенов

СИСТЕМА ОТБОРА РАСПАДОВ РЕЛЯТИВИСТСКИХ ГИПЕРЯДЕР.

12 янв. 95

Дубна 1994г.



Аннотация

В работе описана система для выделения распадов релятивистских гиперядер, образующихся в ядро-ядерных взаимодействиях. Разработана и создана детекторная система, предназначенная для выделения этих распадов. Запускающий импульс вырабатывается по соотношению амплитуд ($dE/dx \sim Z^2$) в двух парах кремниевых детекторов толщиной 300 мкм. Первой парой измеряется заряд гиперфрагмента на входе в вакуумизированный распадный объем, второй – заряд продуктов его распада на выходе из этого объема.

Регистрирующая аппаратура выполнена в стандарте КАМАК, занимает один крейт, управление осуществляется с помощью включенной в систему ЭВМ *IBM PC AT 486DX – 33*.

Работа выполнена благодаря поддержке Российского Фонда Фундаментальных Исследований (грант 93-02-15583).

Серьезные методические трудности обычных способов получения и исследования гиперядер связаны с тем, что они, являясь фрагментами покоящегося ядра-мишени, обладают очень малыми энергиями и пробегами. Это обстоятельство не позволяло до сих пор непосредственно наблюдать и исследовать распады гиперядер с $A > 14$. Для выхода из этого методического тупика в ЛВЭ ОИЯИ был предложен [1, 2] и успешно осуществлен [3] новый эксперимент, в котором получались релятивистские гиперядра, которые образовались как фрагменты ядра-снаряда, ускоренного на синхрофазотроне ОИЯИ до энергии: 4 АГэВ. Основные преимущества этого экспериментального подхода сводятся к следующему:

- средние длины распадов таких релятивистских гиперядер достаточно велики (~ 25 см), чтобы использовать довольно толстые мишени, а также зарядные dE/dx детекторы, включив их в триггер;

- скорости всех образовавшихся гиперядер близки к скорости ядра-снаряда, что существенно облегчает измерение их времени жизни (по пробегам) и анализ их распадов;

- углы вылета образовавшихся гиперядер и продукты их распада ограничены малыми величинами, что дает возможность использовать спектрометры со сравнительно узкими апертурами.

К сожалению, в первом дубненском эксперименте использовался спектрометр со стримерной камерой, которая обладает значительным мертвым временем и временем памяти, что сильно ограничивает скорость набора статистики и интенсивность используемого пучка. Более того взаимодействия пучковых ядер на ядрах газа, наполняющего стримерную камеру, создают фон, который делает практически невозможной регистрацию многочастичных мезонных и безмезонных распадов, составляющих основную долю распадов гиперядер с $A \geq 10$.

Поэтому для дальнейших исследований гиперядер, а также странных кварковых состояний планируется [4] использовать спектрометр с пропорциональными камерами ("Аномалон") [5], который позволит увеличить скорость набора статистики более чем в 10 раз и регистрировать гиперядра с $A \geq 10$.

Для запуска этого спектрометра разработана триггерная система, которая будет вырабатывать запускающий импульс при распаде гиперядра в вакуумизированном распадном объеме. Основу этой системы составляет телескоп из 2-х пар полупроводниковых детекторов заряда ($dE/dx \sim Z^2$) толщиной 300 мкм и диаметром 25 мм.

Одна из этих пар регистрирует гиперфрагменты на входе в распадный объем, другая - на выходе из этого объема регистрирует продукты распада. Выделение распадов осуществляется по соотношению амплитуд сигналов, полученных с входной и выходной пар детекторов.

Для методических исследований этой триггерной системы была создана установка, блок-схема которой приведена на рис.1.

Сигналы с детекторов сначала усиливаются предусилителями PA , расположенными непосредственно около детекторов, а затем по длинным кабелям поступают в усилители A , размещенные в крейте с регистрирующей электроникой. Поскольку в этой системе планируется использовать специализированный процессор с временем решения несколько сотен наносекунд для быстрого выделения распадов по соотношению амплитуд передней и задней пар детекторов, то в методических целях сигналы регистрировались не только со "спектрометрических" выходов усилителя, но и с несформированных "быстрых" выходов. При этом сигналы со "спектрометрических" выходов измеряются преобразователями амплитуда-цифра $ADC\ 1 \div 4$ (8АЦП-335), а сигналы с "быстрых" выходов измеряются преобразователем заряд-цифра $QDC\ 1 \div 4$. На время, необходимое для выработки триггерного сигнала и стробирующих сигналов для ADC и $QDC\ 1 \div 4$, аналоговые сигналы задерживаются с помощью кабельных линий задержки. По окончании регистрации данные считываются из $ADC\ 1 \div 4$ и $QDC\ 1 \div 4$ в ЭВМ $IBM\ PC\ AT\ 486DX - 33$.

Схема выработки триггерного сигнала и стробирующих сигналов АЦП приведена на рис.2. "Триггер" вырабатывается по совпадению "быстрых" сигналов со всех 4-х детекторов. С помощью схемы совпадений $CC1$, куда импульсы подаются с выходов 1 интегральных дискриминаторов $D1 \div D4$. Величиной порога этих дискриминаторов задаются заряды регистрируемых частиц.

Схема построена таким образом, что за время "сброса" пучка набирается рабочая статистика, а в промежутках между циклами ускорения измеряются пьедесталы преобразователей и коэффициенты передачи измерительных трактов.

Для этого на каждом полупроводниковом детекторе помещен источник α -частиц ($^{241}_{95}Am$) с энергией 5,5 МэВ интенсивностью ~ 30 распадов/сек. По сигналу начала пучка ($START\ OF\ BEAM$) таймером $T1$ вырабатывается интервал, определяющий время набора статистики. Соответствующий этому состоянию признак передается в ЭВМ. По сигналу, выработанному схемой совпадений $CC1$ срабатывают таймеры $T8$ и $T9$, вырабатывающие сигналы $GATE1$ для $ADC\ 1 \div 4$ и $GATE2$ для $QDC\ 1 \div 4$. Кроме того взводится триггер, выполненный на основе таймера $T7$, блокирующий схему совпадений $CC1$. Эта блокировка снимается после того, как данные, зарегистрированные в ADC и QDC , будут считаны в ЭВМ и сигналом по входу R триггер $T7$ будет сброшен.

По окончании сброса пучка ускорителя на выходе 1 таймера $T3$ вырабатывается сигнал, разрешающий набор "пьедесталов". Во время этого сигнала таймер $T6$ пропускает импульсы, вырабатываемые генератором, собранным на таймере $T5$ за счет подключения его инверсного выхода ко входу "старт". Импульсами таймера $T6$, прошедшими через логический смеситель (OR), также как и при рабочем режиме запускаются таймеры $T8$ и $T9$. А поскольку на аналоговых входах преобразователей $ADC\ 1 \div 4$ и $QDC\ 1 \div 4$ в это время сигналов нет (вероятность появления α -сигналов или фоновых сигналов мала), то в ADC и QDC регистрируются "пьедесталы" измерительных трактов.

По окончании сигнала с таймера $T3$ процесс регистрации "пьедесталов" заканчивается и сигналом с выхода DEL запускается таймер $T4$, разрешающий набор информации от α -частиц (измерение коэффициентов преобразования трактов). Сигналом с выхода 2 таймера $T4$ разрешается срабатывание схемы совпадений $CC2$, а сигнал с выхода 1 сообщает ЭВМ о том, что идет набор α -пиков. При этом таймеры $T8$ и $T9$ запускаются сигналом $CC2$ по приходу α -частицы в любом из детекторов. Для этого сигналы с дискриминаторов $D1 \div D4$ объединяются по ИЛИ и после этого запускают схему совпадений $CC2$. Блокировка схемы совпадений $CC2$ на время считывания данных в ЭВМ как и в случае набора рабочей статистики осуществляется по входу антисовпадений сигналом с выхода 1 триггера $T7$. Поскольку в этом режиме сигнал от α -частиц имеется лишь в одном канале из четырех, пьедесталы, регистрируемые в остальных каналах, в гистограммы не записываются. Эта режекция осуществляется программным путем.

Программное обеспечение установки выполняет задачи управления аппаратурой сбора данных, предварительной обработки и сохранения полученной информации на магнитном диске. Управление аппаратурой в крейте КАМАК осуществляется с помощью контроллера КК009 [6]. Для передачи сигналов синхронизации между ЭВМ и крейтом КАМАК используется плата интерфейса ПИ-001, вставленная в $IBM PC$. При считывании данных из ADC и QDC анализируется состояние сигналов, поступающих в компьютер на входы 1 и 2 (рис.2). Это позволяет различить информацию, полученную при различных режимах измерения. Считываемые данные вместе с признаком, определяющим режим измерения, можно записывать на магнитный диск для последующей обработки. Полученные данные оперативно выводятся на дисплей компьютера в виде гистограмм, что позволяет наблюдать работу системы в реальном масштабе времени. На экран одновременно может выводиться до шести различных гистограмм.

В программе сбора данных заложена возможность оперативно менять конфигурацию системы, изменять количество и масштаб выводимых гистограмм, выводить информацию в виде графиков. В программе предусмотрен режим ручного контроллера крейта КАМАК, что позволяет выполнять любую последовательность команд КАМАК. Считываемые данные и состояние статусных сигналов отображаются на экране. Имеется возможность заиклить выполнение команды, что удобно при настройке аппаратуры.

Программное обеспечение написано на языке СИ⁺⁺, исполняемый модуль имеет размер около 120 кбайт. Программе требуется 200 кбайт оперативной памяти для работы. При выполнении программы на компьютере $IBM PC 486DX - 33$ время выполнения одной команды КАМАК составляло 2.5 микросекунд.

На рис.3 приведены гистограммы α -пика и сигнала от тестового генератора, иллюстрирующие работу одного из каналов системы.

Набор рабочей статистики планируется провести в февральском 1995г. сеансе ускорения ядер углерода на синхрофазотроне ЛВЭ.

В заключение авторы считают своим приятным долгом выразить благодарность Никитину В.А. за проявленный интерес к работе и полезные замечания, а также Авдейчикову В.В., Голованову Л.Б. и Токарскому В.П. за помощь в изготовлении детекторной системы.

Мы благодарим также Российский фонд фундаментальных исследований, при поддержке которого проведена эта работа (грант 93-02-15583).

Литература

- [1] Подгорецкий М.И. ОИЯИ 8309, Дубна, 1974, стр.81.
- [2] Оконов Э.О. ОИЯИ 8309, Дубна, 1974, стр.104.
- [3] Авраменко С. и др. Nuov.Sim., 1989, A102, p.95.
- [4] Оконов Э.О. ОИЯИ P1-87-191, Дубна, 1987, ОИЯИ E1-90-591, Дубна, 1991.
- [5] Зарубин А.В. и др. ОИЯИ Б-1-93-444, Дубна, 1993.
- [6] Георгиев А., Чурин И.Н. ОИЯИ, P10-88-381, Дубна, 1988.

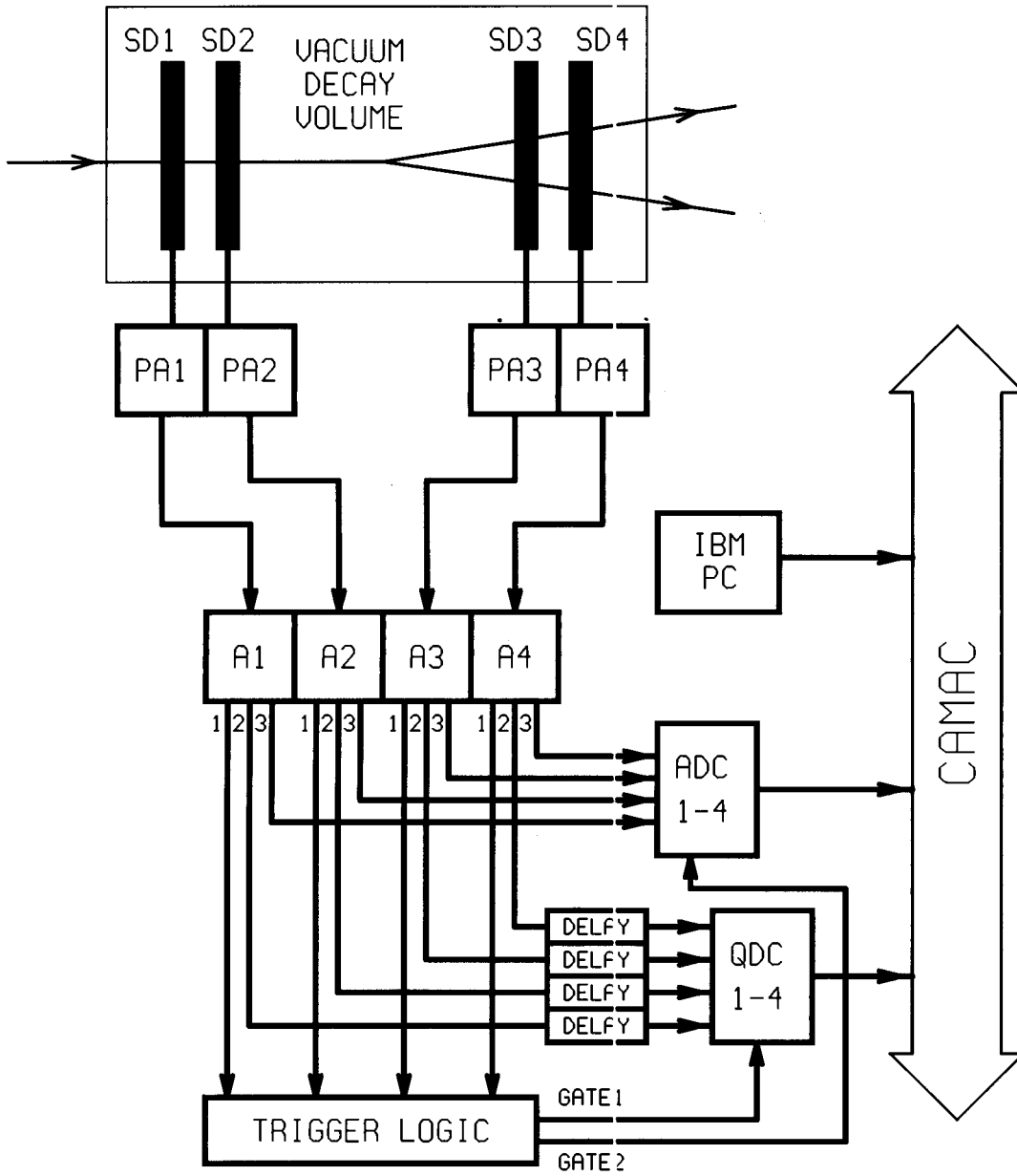


Рис. 1

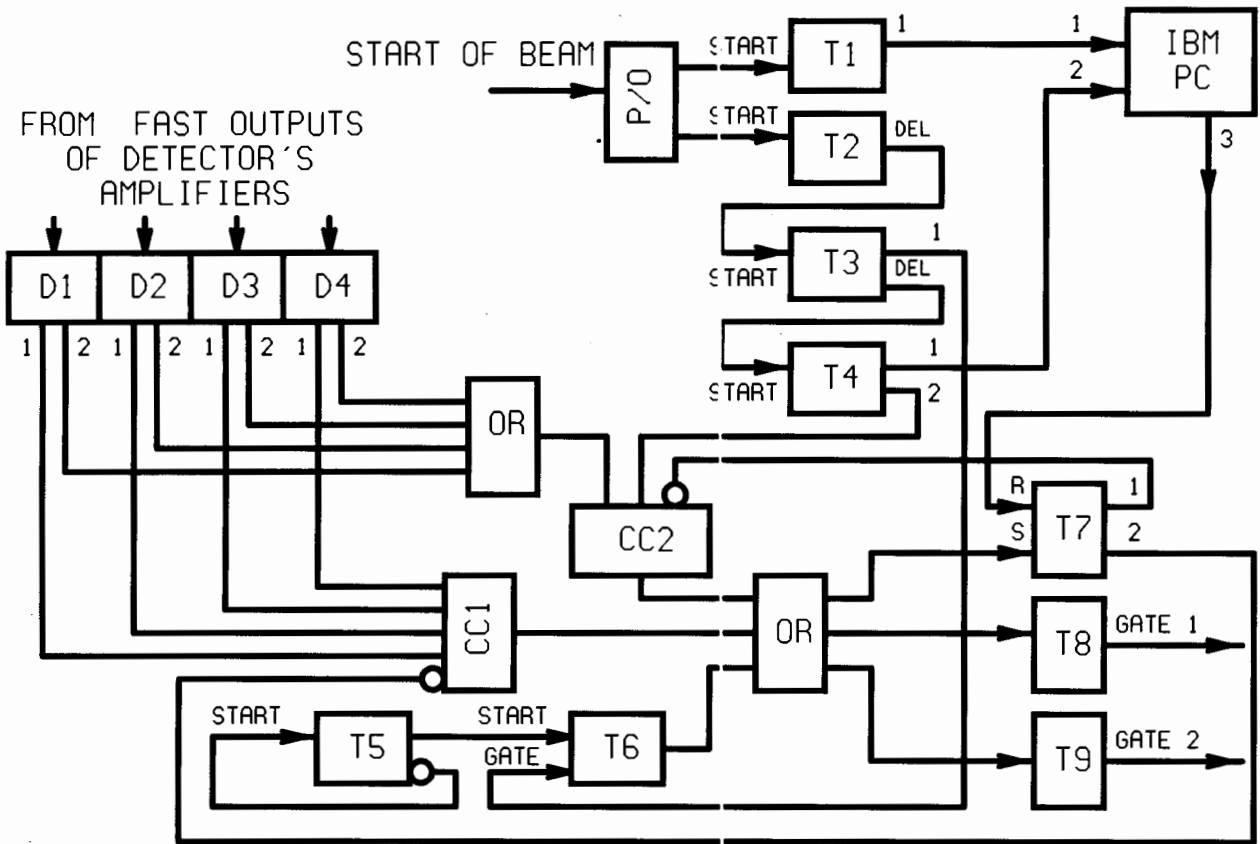


Рис. 2

name: ADC1

_ADC1__CH_3

Enters	1200
Mean	259.47
Sigma	76.52
Under	0
Over	0

1000.
500.
0.
0.

500. 1000.

