

799/95 344.1m + 344.32

Михалев Д.П. и др.

Б2-1-95-2



6(3)

ОБЪЕДИНЕННЫЙ ИНСТИТУТ ЯДЕРНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

Б2-1-95-2

ДЕПОНИРОВАННАЯ ПУБЛИКАЦИЯ

Михалев Д.П. и др. Б2-1-95-2

Дубна 1995

ОБЪЕДИНЕННЫЙ ИНСТИТУТ ЯДЕРНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ
ЛАБОРАТОРИЯ ВЫСОКИХ ЭНЕРГИЙ

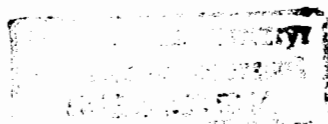
Б2-1-95-2

Д.П.Михалев, Э.О.Оконов, А.Н.Парфенов

ТРИГГЕРНАЯ СИСТЕМА
МНОГОПАРАМЕТРИЧЕСКОГО АНАЛИЗА И ОТБОРА СОБЫТИЙ
ДЛЯ РЕГИСТРАЦИИ РАСПАДОВ РЕЛЯТИВИСТСКИХ
ГИПЕРЯДЕР И СТРАННЫХ МНОГОКВАРКОВЫХ СОСТОЯНИЙ

12 янв. 95

Дубна 1994г.



Аннотация

Описана система многопараметрического быстрого анализа событий, разработанная с целью отбора и регистрации распадов различных странных объектов и релятивистских гиперядер. В качестве параметров по которым осуществляется отбор выбраны заряды распадающихся объектов, равенство сигналов полученных от двух детекторов, расположенных последовательно при прохождении этими частицами, а также уменьшение величины сигналов, полученных от продуктов распада по сравнению с исходными.

Основу системы составляет телескоп, состоящий из двух пар полупроводниковых детекторов. Первой парой регистрируются частицы на входе в распадный объем, второй – продукты распада на выходе из него. Сигналы с этих детекторов с помощью сверхбыстрых преобразователей Заряд–Цифра преобразуются в двоичный код и поступают в анализирующее устройство, где в соответствии с выбранным алгоритмом и осуществляется отбор. Время преобразования составляет около 60 нс, а время решения при таком четырехмерном анализе около 50 нс.

Работа выполнена при поддержке Российского фонда фундаментальных исследований (грант 93–02–15583).

Методические трудности обычных способов получения и исследования гиперядер связаны с тем, что они, являясь фрагментами покоящегося ядра-мишени, обладают очень малыми энергиями и пробегами не позволяли 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 эксперимент, в котором получались релятивистские гиперядра, которые образовывались как фрагменты ядра-снаряда, ускоренного на синхрофазотроне ОИЯИ до энергий 4 АГэВ [3]. В этом эксперименте использовался спектрометр со стримерной камерой, которая обладает значительным мертвым временем и временем памяти, что сильно ограничивало скорость набора статистики и интенсивность используемого пучка. Более того взаимодействия пучковых ядер на ядрах газа, наполняющего стримерную камеру, создают фон, который делает невозможным многочастичные мезонные и безмезонные распады, составляющие основную долю распадов гиперядер с $A \geq 10$. 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 создается триггерная система, которая будет вырабатывать запускающий импульс при распаде гиперядра в вакуумизированном распадном объеме. Выделение распадов гиперядер будет осуществляться по соотношению зарядов гиперядер и продуктов их распада, измеряемых с помощью полупроводниковых детекторов заряда ($dE/dx \sim Z^2$) — $SD - 0$ и $SD - 1$ окружающих вакуумизированный распадный объем (рис1).

Использование традиционного способа, основанного на применении дискриминаторов, не позволит получить высокий коэффициент подавления фоновых событий не снижая существенным образом эффективность регистрации, поскольку разница сигналов ($Q_0 - Q_1$), соответствующая распадам, зависит как от зарядов продуктов распада и так и от их количества. Получение информации о количестве фрагментов распада является сравнительно дорогостоящим делом. Поэтому было принято решение на первом этапе использовать для отбора лишь зависимость величины разностного сигнала $\Delta Q = Q_0 - Q_1$ от заряда распадающейся частицы.

Легко видеть, что при этом $\Delta Q_{min} = Q_0 - Q_{1max} \sim 2(Z_0 - 1) \sim 2(\sqrt{Q_0} - 1)$ соответствует распаду частицы, имеющей заряд Z_0 , на 2 частицы с зарядами 1 и $(Z_0 - 1)$, а $\Delta Q_{max} = Q_0 - Q_{1min} \sim (Z_0^2 - Z_0) \sim (Q_0 - \sqrt{Q_0})$, что соответствует распаду на Z однозарядных фрагментов. Точность измерения величины ΔQ определяется как разрешением собственно полупроводниковых детекторов, так и электронной аппаратуры, преобразующей аналоговые сигналы с детекторов в цифровой вид. Эти преобразователи имеют разрешение существенно лучшее, чем полупроводниковые детекторы (5%) т.к. сравнительно легко построить ADC и решающее устройство соответственно с разрешением 8 бит и 7 бит, что соответствует точностям 0,5% и 1%. Поскольку относительная ошибка определения разностного

сигнала $(Q_0 - Q_1)/Q_0$ определяется разрешением полупроводниковых детекторов (5%), то предлагаемый способ позволяет выделять случаи 2-х частичных распадов для величины $Z_0 \leq 39$, что соответствует иттрию. При 3-х частичных распадах, в которых 2 фрагмента однозарядные, отбор можно производить уже при $Z_0 \leq 78$, что соответствует платине.

В работе [6], посвященной поиску аномалонов среди продуктов фрагментации ядер кислорода, показано, что если для регистрации частиц на входе использовать не один детектор, а пару и провести 2-х мерный анализ на равенство зарядов, зарегистрированных в каждом детекторе из этой пары, то уровень фоновых событий можно снизить на несколько порядков, практически не снижая общей эффективности. То же самое касается и детектора на выходе из распадного объема. Таким образом, телескоп ($dE/dx \sim Z^2$) для отбора распадов гиперядер по соотношению сигналов с детекторов, установленных на входе и на выходе из распадного объема должен состоять по меньшей мере из 4-х детекторов, объединенных в 2 пары (рис 2).

Алгоритм отбора при этом получается следующий (рис 3): Сначала аналоговые сигналы Q_i^j , соответствующие зарядам пролетевших частиц преобразуются в цифровой вид (7 разрядные двоичные слова). Затем отбираются события по равенству зарядов измеренных в каждой паре т.е. $Q_0^1 \approx Q_0^2$ и $Q_1^1 \approx Q_1^2$. В случае положительного решения вычисляются средние значения $Q_0 = (Q_0^1 + Q_0^2)/2$ и $Q_1 = (Q_1^1 + Q_1^2)/2$. Эти числа поступают в решающее устройство, в котором проверяется выполнение неравенства:

$$2(\sqrt{Q_0} - 1) \leq (Q_0 - Q_1) \leq (Q_0 - \sqrt{Q_0})$$

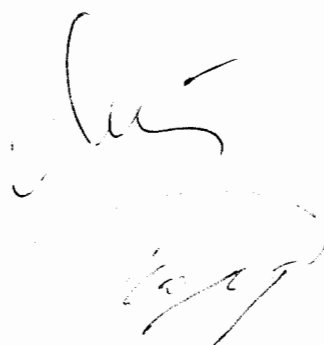
левая часть которого соответствует распаду гиперядра на два фрагмента с зарядами 1 и $(Z_0 - 1)$, а правая часть – распаду на Z_0 фрагментов с единичными зарядами.

Преобразователи величины заряда в двоичный код планируется выполнить на основе Флэш АЦП в виде отдельного модуля. Время преобразования около 60 нс после окончания сбора заряда с детектора. Остальные решающие устройства будут построены на основе быстродействующих запоминающих устройств в виде, так называемых, просмотрных таблиц результаты в которые заносятся заранее. Время решения такого устройства составит около 50 нс. Таким образом общее время выработки триггерного сигнала составит около 110 нс.

В заключение авторы считают своим приятным долгом выразить благодарность Никитину В.А. и Номоконову П.В. за проявленный интерес к работе и полезные замечания, а также Российский Фонд Фундаментальных Исследований, благодаря которому выполнена эта работа

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.Cim., 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] Авдейчиков В.В. и др. ОИЯИ 1-84-486, Дубна, 1984



Handwritten signature and date: "11/11/93" and "11/11/93".

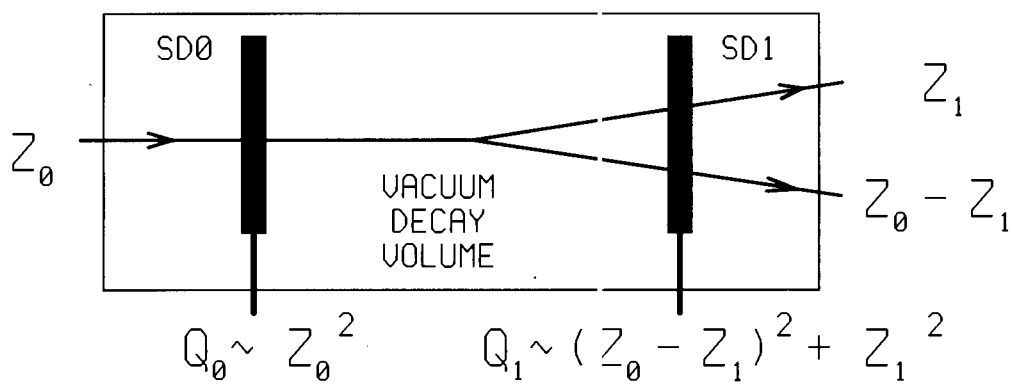


Рис. 1

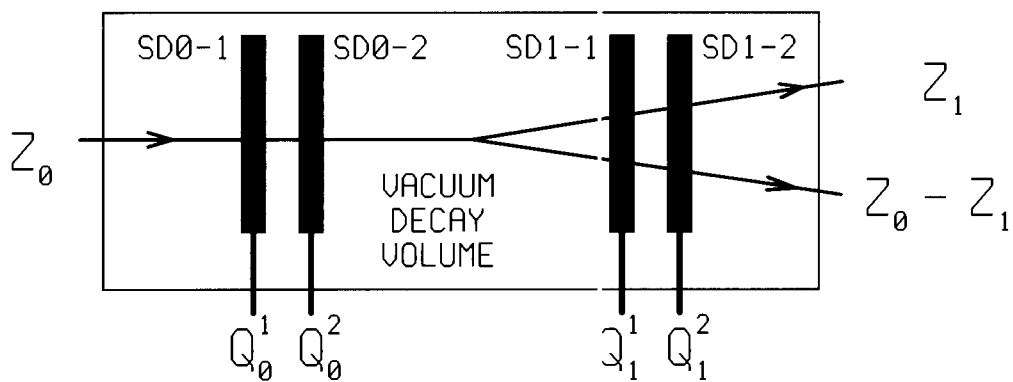


Рис. 2

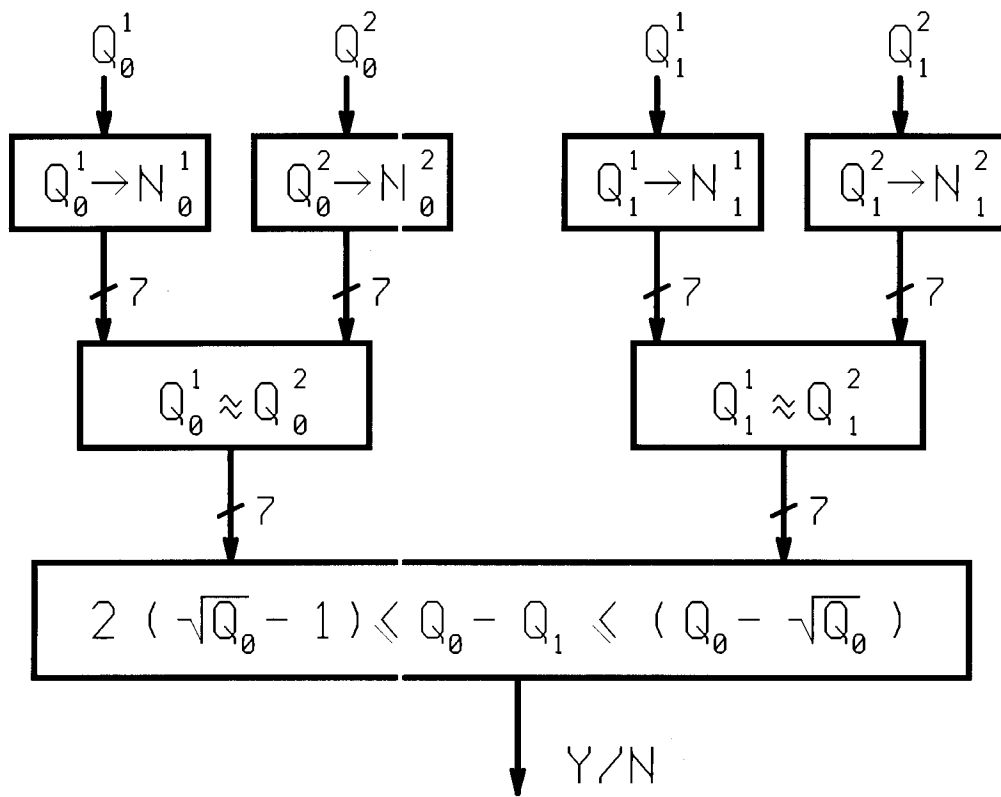


РИС. 3