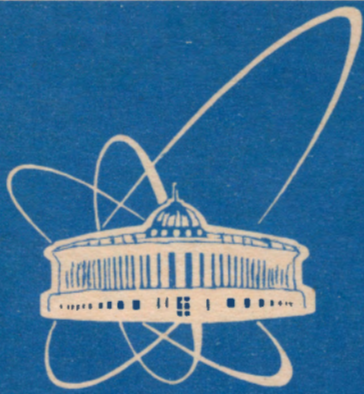


549-95



СООБЩЕНИЯ
ОБЪЕДИНЕННОГО
ИНСТИТУТА
ЯДЕРНЫХ
ИССЛЕДОВАНИЙ

Дубна

95-549

P1-95-549

Д.П.Михалев, В.А.Никитин,
Ю.О.Оконов, А.Н.Парфенов

ТРИГГЕРНАЯ СИСТЕМА
МНОГОПАРАМЕТРИЧЕСКОГО АНАЛИЗА
И ОТБОРА СОБЫТИЙ
ДЛЯ РЕГИСТРАЦИИ ГИПЕРЯДЕР*

* Работа выполнена при поддержке Российского фонда
фундаментальных исследований (гранты 93-02-15583, 94-02-04904)

Введение

Традиционный способ получения и исследования гиперядер состоит в наблюдении фрагментов покоящегося ядра - мишени. Эти фрагменты имеют малую энергию и пробег (десятки микрон в ядерной эмульсии), что ограничивает доступную для исследования область атомного номера гиперядра $A < 14$.

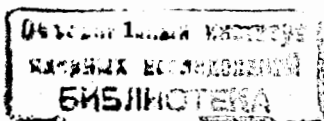
Для выхода из этого методического тупика в ЛВЭ ОИЯИ был предложен /1,2/ и успешно осуществлён эксперимент, в котором гиперядра образовывались как релятивистские фрагменты (РФ) ядра-снаряда, ускоренного на синхрофазотроне ОИЯИ до энергии $4 \text{ АГэВ} /3/$. В этом эксперименте использовался спектрометр со стримерной камерой, которая, обладая рядом достоинств, к сожалению, имеет значительное мертвое время и сильно ограничивает скорость набора статистики. Более того, взаимодействия РФ с ядрами газа, наполняющего стримерную камеру, создают фон, который делает невозможным идентификацию многочастичных распадов, составляющих основную долю распадов гиперядер с $A > 10$. Для дальнейших исследований гиперядер и поиска частиц типа странных дибарионов планируется /4/ использовать спектрометр с пропорциональными камерами ("Аномалон") /5/, который позволит увеличить скорость набора статистики более чем в 10 раз и регистрировать гиперядра с $A > 10$.

Триггерная система

Для запуска спектрометра создаётся триггерная система, изображенная на рис. 1. Первичное релятивистское ядро взаимодействует в мишени, и его фрагменты попадают в вакуумный объём. Ниже, для простоты, мы говорим только об одном РФ. Сопровождающие его релятивистские частицы дают постоянную добавку к амплитудам сигналов всех счетчиков, что не нарушает принципа действия триггерной системы. Это, по крайней мере, верно для класса событий, где один из РФ уносит основную часть заряда первичного ядра.

Пара кремниевых полупроводниковых детекторов (ППД) SD1, SD2 измеряет квадрат заряда РФ на входе в распадный объём: $Q_1 \simeq Q_2 \sim dE/dx = cZ_0^2$. Пара ППД SD3, SD4 измеряет сумму квадратов зарядов продуктов распада на выходе из распадного объёма: $Q_3 \simeq Q_4 = c \sum_i Z_i^2$. Здесь c - калибровочная константа спектрометрических трактов. Ниже мы полагаем, что все детекторы приведены к одной калибровке, т. е. $c_i = c$.

Распад фрагмента (гиперядра или другого нестабильного объекта) можно выделить по критерию $Q_1 + Q_2 > Q_3 + Q_4$. Отметим, что эта задача не реша-



ется простым применением дискриминаторов, так как сигналы Q_i зависят от Z_0 и Z_i и изменяются в широком диапазоне: предполагается, что $5 \leq Z_0 \leq 80$ и $1 \leq Z_i \leq Z_0 - 1$. Другое возможное решение состоит в получении информации о количестве продуктов распада Z_i . Оно требует применения полосковых ППД с большим числом каналов регистрации. Поэтому было решено на первом этапе использовать лишь четыре величины Q_i и быстрый процессор для их анализа по заданному алгоритму.

Точность измерения величины Q определяется как разрешением собственно ППД, так и электронной аппаратуры, преобразующей аналоговые сигналы с детекторов в цифровой вид.

В работе /6/ для идентификации РФ использовался телескоп из четырёх ППД с толщиной каждого детектора 2 мм. Относительное амплитудное разрешение одного ППД составляет $\delta Q/Q = 4,5\%$ для заряда фрагмента $Z=8$. Абсолютное зарядное разрешение $\delta Z = .1/2Z\delta Q/Q$ не зависит от Z в интервале $2 \leq Z \leq 8$ и составляет 0,17. Телескоп из четырёх ППД дает $\delta Z=0,085$. Ядерные взаимодействия фрагментов в веществе ППД порождают большие флуктуации амплитуд Q_i . Критерий совпадения сигналов в двух ППД $Q_i \approx Q_j$ позволяет значительно подавить фон взаимодействий и шумов. Основываясь на этом опыте, мы планируем использовать в нашей триггерной системе две пары ППД с толщиной каждого детектора 300 мкм. При этом ожидаемое зарядное разрешение одного детектора составляет $\delta Z_1 = 0,44$, а пары $\delta Z_2 = \delta Z_1/\sqrt{2} = 0,31$. Амплитудное разрешение пары составляет $\delta Q/Q = 2\delta Z_2/Z = 7,7\%$ для $Z=8$. У нас нет данных о поведении величины δZ в области $Z > 8$. Естественно считать, что стандартное отклонение амплитуды $\delta Q \sim \delta n = \sqrt{n}$ определяется статистикой δ -электронов $n \sim Q \sim Z^2$. Тогда δZ не зависит от Z , что и наблюдается в /6/.

Логика получения триггерного сигнала

Алгоритм отбора распадов показан на рис. 2. Сначала аналоговые сигналы Q_i , $i = 1-4$, преобразуются в цифровой вид (7-разрядные двоичные слова N_i). Затем отбираются события по равенству зарядов, измеренных в каждой паре, т.е.

$$|Q_i - Q_{i+1}| < 3\sigma, \quad \sigma = \sqrt{2}\delta Q, \quad \delta Q = 2cZ\delta Z_1, \quad i = 1, 3. \quad (1)$$

Здесь σ - стандартное отклонение величины $Q_i - Q_{i+1}$, c - калибровочная константа в соотношении $Q=cZ^2$. В случае положительного решения (1) вычисляются средние значения $Q_{in} = (Q_1 + Q_2)/2$ и $Q_{out} = (Q_3 + Q_4)/2$. Эти

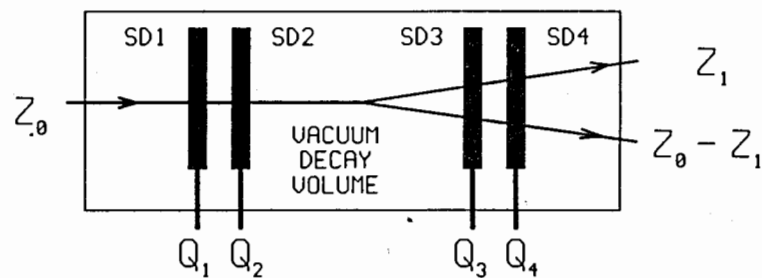


РИС. 1

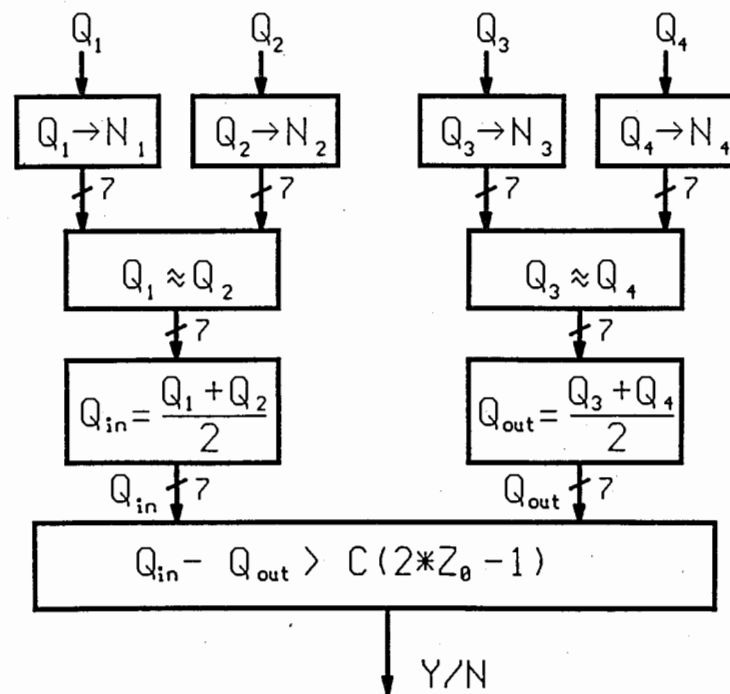


РИС. 2

числа поступают в решающее устройство, в котором проверяется выполнение условия

$$Q_{in} - Q_{out} \geq \Delta Q_{min}.$$

Здесь $\Delta Q_{min} = c(2Z_0 - 1)$ - минимальная разность входного и выходного сигналов, которая получается для двухчастичного распада $Z_0 \rightarrow (Z_0 - 1) + 1$.

Триггерная система будет эффективно подавлять события без распада РФ, если амплитудное разрешение удовлетворяет условию

$$\Delta Q_{min} \geq 2\sigma, \quad (2)$$

где σ - есть стандартное отклонение величины $Q_{in} - Q_{out}$, вычисляемое аналогично (1), но для зарядового разрешения пары ППД $\delta Z_2 = 0,31$. Условие (2) имеет вид $(2Z_0 - 1)/Z_0 \geq 1,75$ и выполняется для всех РФ с $Z_0 > 4$.

Преобразователи величины заряда в двоичный код выполнены на основе АЦП параллельного типа в виде отдельного модуля. Время преобразования около 50 нс после окончания сбора заряда с детектора. Остальные элементы системы отбора построены на основе быстрых запоминающих устройств в виде так называемых просмотровых таблиц, в которые заранее заносятся результаты решения. Время решения такого устройства около 50 нс. Таким образом, общее время выработки триггерного сигнала составляет около 100 нс.

В заключение авторы считают своим приятным долгом выразить благодарность Номоконову П.В. за проявленный интерес к работе и полезные замечания, а также Российскому фонду фундаментальных исследований, благодаря которому выполнена эта работа.

Литература

1. Подгорецкий М.И. Нуклотрон и релятивистская ядерная физика. ОИЯИ 8309, Дубна, 1974, стр.81.
2. Оконов Э.О. Нуклотрон и релятивистская ядерная физика. 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. В.В. Авдейчиков и др. ЯФ, 1986, т.44, вып.2, стр.440.

Рукопись поступила в издательский отдел
29 декабря 1995 года.

Михалев Д.П. и др.

P1-95-549

Триггерная система многопараметрического анализа и отбора событий для регистрации гиперядер

Описана система многопараметрического быстрого анализа событий, разработанная с целью отбора и регистрации распадов релятивистских гиперядер. Основу системы составляет телескоп, состоящий из двух пар полупроводниковых детекторов. Первой парой регистрируется частица на входе в распадный объем, второй — продукты распада на выходе из него. Сигналы с этих детекторов с помощью сверхбыстрых конверторов заряд-цифра преобразуются в двоичный код и поступают в анализирующее устройство, где в соответствии с выбранным алгоритмом осуществляется отбор событий. Отбор событий выполняется по следующим параметрам и критериям: а) заряд частицы, входящей в распадный объем, находится в заданных пределах; б) сигналы первой пары детекторов совпадают с заданной точностью; в) сигналы второй пары детекторов совпадают с заданной точностью; г) средний сигнал второй пары детекторов меньше среднего сигнала первой пары детекторов. Время преобразования составляет около 60 нс, а время решения при таком четырехмерном анализе около 50 нс.

Работа выполнена в Лаборатории высоких энергий ОИЯИ.

Сообщение Объединенного института ядерных исследований. Дубна, 1995

Mikhalev D.P. et al.

P1-95-549

Trigger System of Multiparameter Analysis and Selection of Hypernuclei

The system of fast multiparameter analysis of events aiming to select and record decays of relativistic hypernuclei is described. The basic component of the system is the telescope of two pairs of semiconductor detectors. The first pair detects the particle entering the decay volume, the second pair detects disintegration products at the exit of decay volume. The detector signals are being transformed to binary code by means of fast analog-to-digital converters and enter to analyzer, which makes events selection according to specified algorithm. The event selection is being performed upon the following parameters and criteria: a) the charge of particle entering the decay volume is within specified limits; b) the signals of the first pair of detectors are equal within specified accuracy; c) the signals of the second pair of detectors are equal within specified accuracy; d) mean signal of the first pair is greater than mean signal of the second pair. Conversion time is about 50 ns, and solution time is about 40 ns.

The investigation has been performed at the Laboratory of High Energies, JINR.

Communication of the Joint Institute for Nuclear Research. Dubna, 1995