

90-206

+



**СООБЩЕНИЯ
ОБЪЕДИНЕННОГО
ИНСТИТУТА
ЯДЕРНЫХ
ИССЛЕДОВАНИЙ
ДУБНА**

К 891

13-90-206

А. Н. Кузнецов

**ЭЛЕКТРОННАЯ СИСТЕМА
ОТБОРА СОБЫТИЙ И РЕГИСТРАЦИИ
ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЙ ИНФОРМАЦИИ
МНОГОДЕТЕКТОРНОГО ПОЛУПРОВОДНИКОВОГО
СПЕКТРОМЕТРА УСТАНОВКИ "Василиса"**

1990

При исследовании трансактинидных продуктов, образующихся в реакциях слияния, основной задачей измерений является надежность выделения корреляций и идентификация нуклидов. С этой целью для сепаратора ВАСИЛИСА^{1/} было создано новое приемное устройство, состоящее из восьми полупроводниковых детекторов (ППД). Для реализации его возможностей была разработана система регистрирующей электроники, существенно отличная от применявшейся ранее^{2/} с одним ППД. Она приводится в настоящей работе вместе с кратким описанием вновь разработанных блоков и усовершенствованием стандартной электроники.

1. Спектрометрический тракт полупроводникового детектора

Спектрометрический тракт каждого из восьми ППД содержит стандартный предусилитель и усилитель СУ-4К^{3/}, имеющий выходы A_i , $A/10_i$, B_i , где

i - номер детектора;

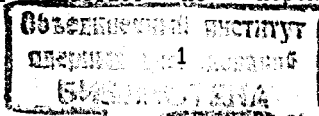
A_i - основной спектрометрический выход;

$A/10_i$ - дополнительный спектрометрический выход с амплитудой в 10 раз меньшей, чем на выходе A_i ,

B_i - быстрый логический выход, дополнительно сформированный по длительности (около 0,3 мкс).

2. Логика быстрого отбора

Как и раньше^{2/}, временной тракт установки содержит два детектора t_1 и t_2 на основе микроканальных пластин (рис. 1), формирователи со следящим порогом ФСП1 и ФСП2, а также преобразователь время-амплитуда ПВА-2К, вырабатывающий, кроме аналогового сигнала A_t , логический сигнал "Совп.", если интервал между "Стартом" и "Стопом" укладывается в заранее заданный. Дальнейшая схема строится на основе специально разработанных блоков СФ-11К - двоясных одновибраторов в модуле КАМАК шириной 1М. Каждый из независимых одновибраторов ОВ имеет два входа запуска, включаемых тумблером на задней панели по схеме И или ИЛИ, а также входы "Блок" и "Сброс". Блокировка работает по перекрытию фронта



запускающего сигнала, сброс - асинхронный и также блокирует запуск. Плавная регулировка длительности выходного импульса осуществляется многооборотным потенциометром на лицевой панели блока в диапазоне от 1 до 8 (относительных единиц времени); общий диапазон составляет 0,1+200 мкс, поддиапазоны выбираются 4-позиционным микропереключателем на печатной плате блока и перекрываются. У каждого одновибратора три выхода - два нормальных и инверсный TTL/NIM уровней. Все входы - NIM-уровней, длительность сигналов "Пуск" и "Сброс" - не короче 5 нс.

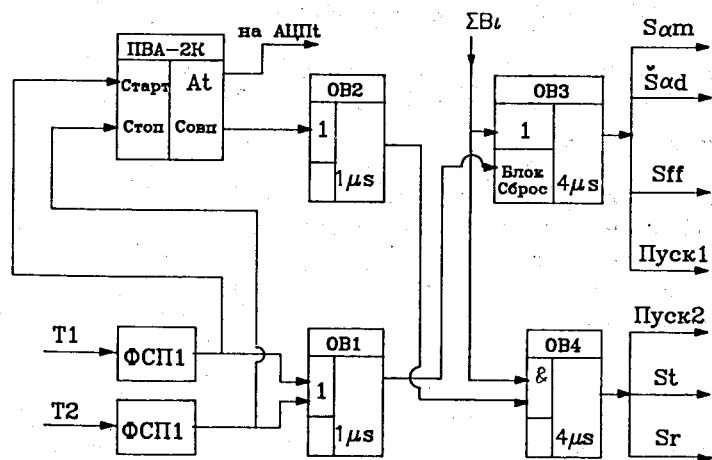


Рис. 1. Электроника быстрого предварительного отбора событий.

Возможны следующие комбинации сигналов быстрой логики в зависимости от типа события (см. рис. 1).

1) В случае α -распада материнского или дочернего ядра (α - или α -событие), а также в случае спонтанного деления ядра в ППД ($\beta\beta$ -событие), отсутствуют сигналы временных детекторов t_1 и t_2 , а значит, не запускаются OB1, OB2, OB4 и отсутствует блокировка OB3. Последний срабатывает при появлении сигнала

$\Sigma Вt$ (логической суммы сигналов быстрых выходов усилителей СУ-4К) и генерирует сигналы стробов $S_{\alpha m}$, $S_{\alpha d}$, S_{ff} для соответствующих регистраторов амплитуды.

2) В случае попадания в ППД ядер отдачи (γ -событие) появляется хотя бы один из сигналов t_1 , t_2 , срабатывает OB1, блокируя OB3. Если при этом t_1 и t_2 удовлетворяют условию временного отбора, срабатывает OB2, а при появлении быстрого сигнала СУ-4К, также и OB4; последний генерирует сигналы стробов регистрации S_t и S_r для соответствующих амплитудно-цифровых преобразователей (АЦП).

Отметим, что каждый сигнал строба регистраторов сопровождается общим "пуском" для крейта регистрирующей электроники.

3. Организация амплитудных измерений

Общий подход и аппаратура, применяемые в ЛЯР ОИЯИ для многоканальных и многопараметровых амплитудных измерений, подробно приведены в работах ^{4,5}. Состав модулей данной установки показан на рис. 2 и включает в себя: блок организации многопараметровых спектрометрических измерений КЛ-23К, группу АЦП типа ПА-24К, 8-входовые аналоговые мультиплексоры MS типа АМ-24К.

АЦП нормально закрыты блоком КЛ-23К по резервной шине P2 магистрали крейта. По сигналу "Пуск" от схемы быстрого отбора КЛ-23К генерирует сигнал ТВ - снятие блокировки по шине P2 на время, регулируемое в пределах 100+500 мкс. Однако АЦП исходно заблокированы также и по разъемам "Блок" на лицевых панелях, так что открываются в интервале ТВ только соответствующими стробами $S_{\alpha m}$, S_{ff} и т.д. от логики быстрого отбора. Спектрометрические сигналы A_i от усилителей поступают на мультиплексор MS_{α} , а сигналы $A/10_i$ - на мультиплексор MS_{ff} . Сигнал с выхода MS_{α} подается одновременно на АЦП $_{\alpha m}$, АЦП $_{\alpha d}$, АЦП $_{\beta}$. Включение конкретного АЦП определяется логикой быстрого отбора. По переднему фронту сигнала времени преобразования ВП от АЦП в соответствующий регистр мультиплексора заносится код номера канала, который выходит на магистраль КАМАК по сигналу "МИГ" от данного АЦП при

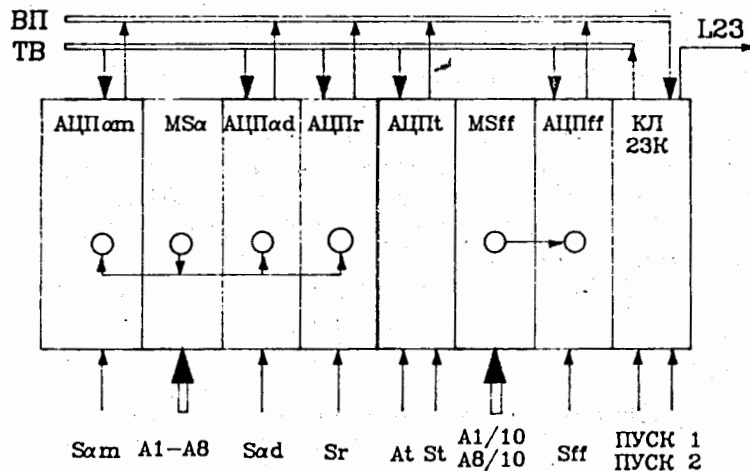


Рис. 2. Система модулей амплитудного анализа в регистрирующем крейте.

чтении последнего и в виде 3 старших разрядов добавляется к 12-разрядному коду амплитуды. Для обеспечения работы одного мультиплексора с тремя АЦП в блок MSα дополнительно установлены два регистра и по два разъема для сигналов ВП и "МИГ" соответствующих АЦП. Такое решение позволило разместить всю аппаратуру амплитудной регистрации в 8 станциях крейта КАМАК.

Выбранный способ организации амплитудных измерений допускает два "аппаратных" уровня предварительного отбора событий:

- 1) блоками быстрого отбора во временном интервале от сигналов временной отметки (t_1 , t_2 , V_1) до вершины импульса на выходе спектрометрического усилителя (около 2 мкс при постоянной формирования в усилителе 1 мкс);
- 2) устройствами сравнительно медленного отбора, например, схемами идентификации частиц, в пределах длительности

разрешающего импульса ТВ блока организации. Если принято решение о запрете регистрации события в ЭВМ и подан соответствующий сигнал на вход "Сброс" КЛ-23К, то после окончания интервалов ТВ и ВП блок КЛ-23К не формирует запрос обслуживания L23, но генерирует сигналы сброса Z (или C), S2, I регистраторов крейта.

После формирования в блоке КЛ-23К сигнала запроса обслуживания L23 контроллер крейта типа КК001, как и ранее^{2/}, обеспечивает чтение массива данных, начиная от станций с меньшим номером, передачу информации в буферный накопитель и сброс регистраторов.

4. Специальные блоки

Для обеспечения дополнительных функциональных возможностей разработаны специальные модули логической обработки сигналов СЛ-11К и СЛ-12К. Блок СЛ-11К принимает сигналы ВП всех АЦП по разъемам на задней панели, а также сигнал ТВ. Он генерирует сигнал Σ ВП - суперпозицию сигналов ВП - на резервной шине Y1 магистрали крейта для блока КЛ-23К, а также сигналы "Начало ТВ" и "Начало ВП" на выходных разъемах лицевой панели. Последние имеют длительность около 0,3 мкс и служат для регистрации времени (см. ниже). Кроме того, логическая схема блока принимает сигнал предварительного строба α_{ad} от логики быстрого отбора и, если внутри данного интервала ТВ уже было время преобразования АЦПom, генерирует действительный строб Sad на АЦПad. Таким образом, первый α -распад внутри ТВ на "аппаратном" уровне условно считается распадом материнского ядра, второй - дочернего. Регистрация более чем двух распадов (включая и ff-событие) пока не предусмотрена, хотя и может быть реализована аналогичным образом.

При работе АЦП в нормально закрытом режиме необходима тщательная настройка аналоговой части блока с той целью, чтобы передний фронт импульса стробирования не вызывал срабатывания схемы детектирования вершины импульса, иначе амплитуда будет регистрироваться с существенными ошибками. С другой стороны, для нормальной работы АЦП необходимо стробирование их не позднее чем за 0,3 мкс до вершины

спектрометрического импульса, подлежащего регистрации. В блоке СЛ-11К предусмотрено обнаружение и индикация с помощью светодиода "Контроль АШП" моментов появления времени преобразования любого из АШП в интервале около 0,4 мкс после начала ТВ, что является указанием на неверную работу данного АШП, либо на недопустимо большое время работы логики быстрого отбора (запаздывание строба АШП). На лицевой панели блока имеется разъем с соответствующим сигналом, который можно регистрировать, например, как признак события, блоком КЛ-23К.

В блоке СЛ-11К можно осуществить другие логические функции, если в этом будет необходимость при развитии установки.

Блок СЛ-12К служит для регистрации наложений сигналов в тракте каждого ППД. Он принимает сигналы V_i усилителей и сигнал ТВ, формирует сигнал ΣV_i для логики быстрого отбора. Блок содержит также восемь идентичных индикаторов наложений, выполненных по распространенной схеме (см., напр., ^{6/}) на основе одновибратора продлевающегося типа и D-триггера. D-триггер срабатывает, если интервал между данным быстрым сигналом V_i и предыдущим (в этом же тракте) короче выбранного, конкретно - короче 5 мкс. При этом генерируется сигнал "наложение", суперпозиция таких сигналов по всем каналам выводится на разъем лицевой панели блока для регистрации времени наложений (см. ниже); состояние наложений индицируется также светодиодом. Если наложения происходят во время ТВ, то информация о них записывается позиционным кодом в выходной регистр и считывается в одном массиве данных вместе с другими регистраторами. Таким образом, применение данного блока позволяет корректировать картину событий в окончательной обработке данных и становится необходимым при исследовании ветвей распадов, содержащих короткоживущие нуклиды.

5. Измерение времени

Используются способ измерения времени и набор блоков, аналогичные применявшимся ранее ^{2/}. Генератор КВ-005 дает импульсы с тактовой частотой 10 кГц для счетчика абсолютного

времени Сч1 и с частотой 1 МГц - для остальных счетчиков. Все счетчики - типа КСО11. ЭВМ добавляет в каждый регистрируемый массив данных о событии информацию об астрономическом времени (шаг - секунда), время уточняется при обработке данными Сч1 (шаг - 100 мкс, цикл - 3,2 с); наконец, внутри интервала ТВ временные метки регистрируются с точностью 1 мкс. Счетчики Сч2+Сч6 устанавливаются в "0" в начале ТВ, а запись времени в выходные регистры счетчиков происходит при регистрации наложений (Сч.2) или в начале времени преобразования соответствующих АШП (Сч.3 + Сч6).

6. Массив данных

Ниже приводится структура массива данных о многопараметровом событии, считываемых в ЭВМ с регистрирующего крейта КАМАК. Используемые данным блоком шины чтения магистрали показаны в скобках. Сумма скобок означает, что при обращении к АШП одновременно регистрируется слово данных мультиплексора. Единицы в старших разрядах слова КЛ-23К присутствуют всегда; именно "1" в 16-м разряде служит признаком конца массива.

N	блок	что регистрируется	заняты R-шины чтения КАМАК												
			1	2	3	4	5.....	8.....	12	13	14	15	16		
6	СЛ-12К,	наложения (позиционный код i)	-----												
8	КСО11,	время грубо (двоичный код, цена 1 бита - 100 мкс)	--												
9	КСО11,	вр. налож. (дв. код точного врем., 1 бит - 1 мкс)	--												
10	КСО11,	начало ВП _{αm} (" " " ")	--												
11	КСО11,	начало ВП _{αα} (" " " ")	--												
12	КСО11,	начало ВП _г (" " " ")	--												
13	КСО11,	начало ВП _{гг} (" " " ")	--												
16	ПА-24К,	ампл. αm (дв. код амплитуды) + (дв. код i)	--												
18	ПА-24К,	ампл. αα (" " " ") + (" " " ")	--												
19	ПА-24К,	ампл. г (" " " ") + (" " " ")	--												
20	ПА-24К,	ампл. Гг (" " " ")	--												
22	ПА-24К,	ампл. гг (" " " ") + (" " " ")	--												
23	КЛ-23К,	призн. соб. (признаки)	--	--	--	--	(1	1	1	1)					

Заключение

Создана система регистрации многопараметровой информации от многоканального полупроводникового спектрометра установки ВАСИЛИСА. Отличительными особенностями ее являются:

- работа в режиме с нормально закрытыми АЦП, что дало возможность предварительного отбора информации аппаратными средствами, разделенными на два уровня в соответствии с их быстродействием;

- применение аналоговых мультиплексоров, радикально сокращающих общий объем аппаратуры регистрирующего крейта КАМАК;

- наличие специальных логических модулей для расширения общих функциональных возможностей и решения специальных задач, в частности, по регистрации наложений и контролю аппаратуры.

Система регистрации с 1988 г. используется в экспериментах на установке ВАСИЛИСА.

Автор благодарен Горшкову В. А. за постоянную помощь и обеспечение системы цифровой частью аппаратуры, Богданову Д. Д. за полезные объяснения особых требований к системе регистрации, Андрееву А. Н. и Еремину А. В. за помощь в окончательной подготовке системы к экспериментам, а также Тер-Акопяну Г. М. за поддержку работы.

Литература

1. Yeregin A. V. et al. - Nucl. Instr. & Meth., A274(1989), p. 528.
2. Андреев А. Н. и др. - ОИЯИ, P13-87-914, Дубна, 1987.
3. Кузнецов А. Н., Субботин В. Г. - В кн.: X Intern. Symp. on Nucl. Electronics, zfk-433, v.1, p.148-151, Dresden, 1981.
4. Кузнецов А. Н. - ОИЯИ, P13,15-86-413, с. 41-46, Дубна, 1986.
5. Кузнецов А. Н. - ОИЯИ, P13-87-188, Дубна, 1987.
6. Шмидт Х. - Измерительная электроника в ядерной физике. М.: МИР, 1989, с. 50-52.

Рукопись поступила в издательский отдел
22 марта 1990 года.