

СООБЩЕНИЯ
ОБЪЕДИНЕННОГО
ИНСТИТУТА
ЯДЕРНЫХ
ИССЛЕДОВАНИЙ
ДУБНА

A-655

P13-87-914

А.Н.Андреев, Д.Д.Богданов, В.А.Горшков,
А.В.Еремин, А.П.Кабаченко, О.А.Орлова,
И.М.Саламатин, Л.П.Челноков, В.И.Чепигин

СИСТЕМА НАБОРА ИНФОРМАЦИИ
В ЭКСПЕРИМЕНТАХ
НА УСТАНОВКЕ ВАСИЛИСА

1987

Андреев А.Н. и др.

P13-87-914

Система набора информации в экспериментах
на установке ВАСИЛИСА

Представлена система набора информации в экспериментах на кинематическом электромагнитном сепараторе ВАСИЛИСА. Описана электронная схема ододетекторной системы регистрации, созданная на основе блоков КАМАК и ЭВМ СМ-3, а также программное обеспечение, позволяющее проводить регистрацию, предварительную обработку и запись данных со скоростью 300-500 событий в секунду.

Работа выполнена в Лаборатории ядерных реакций ОИЯИ.

Сообщение Объединенного института ядерных исследований. Дубна 1987

Перевод О.С.Виноградовой.

Andreev A.N. et al.

P13-87-914

Data Acquisition System in Experiments on VASILISA SetUp

Data acquisition system in experiments on VASILISA kinematic electromagnetic separator is presented. Electronic circuit of single-detector registration system designed on the base on CAMAC units and SM-3 computer, as well as software permitting data registration, preliminary processing and recording with 300-500 event/s rate are described.

The investigation has been performed at the Laboratory of Nuclear Reactions, JINR.

Communication of the Joint Institute for Nuclear Research. Dubna 1987

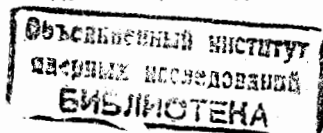
1. ВВЕДЕНИЕ

Установка ВАСИЛИСА представляет собой кинематический сепаратор, отделяющий продукты реакции слияния ядер от пучка ускоренных ионов ^{1/}. Сепарация ядер отдачи от пучка бомбардирующих ионов производится ахроматической системой, состоящей из трех электростатических конденсаторов. Триплет квадрупольных линз, расположенный на оси пучка бомбардирующих ионов перед системой конденсаторов, обеспечивает формирование профиля пучка ядер отдачи на участке дрейфа, на котором расположена система трех конденсаторов. Второй триплет фокусирует ядра отдачи на входе в приемное устройство.

Приемное устройство установки представляет собой полупроводниковый детектор, позволяющий измерять величину энергии ядер отдачи, а также альфа-частиц и осколков деления, образующихся при их распаде. Перед полупроводниковым детектором установлены два времяпролетных детектора, изготовленных на основе микроканальных пластин ^{2/}, что дает дополнительные возможности для отделения ядер отдачи от фона, связанного с низкоэнергетической компонентой пучка бомбардирующих ионов.

Эффективность установки зависит от кинематических характеристик исследуемых реакций и составляет от 5 до 25%, очистка продуктов реакций от фона также зависит от конкретной реакции и имеет величину порядка $10^{10} \div 10^{12}$.

При исследовании ядерных реакций слияния в области трансфермиевых составных ядер, поперечное сечение образования которых составляет величину порядка $10^{-33} \div 10^{-35}$ см², а периоды полураспада - от нескольких микросекунд до нескольких секунд, основной задачей является обеспечение высокой эффективности регистрации ядер отдачи в условиях сравнительно высокого фона рассеянных бомбардирующих ионов и продуктов ядерных реакций передачи, а также регистрация альфа-распада и спонтанного деления ядер отдачи, т.е. измерение не только кинетической энергии альфа-частиц и осколков деления, но и временных интервалов между регистрацией ядра отдачи, альфа-частиц и осколков спонтанного деления в широком диапазоне времен. Эта информация позволяет идентифицировать продукты реакций по известным дочерним продуктам распада.



Таким образом, предметом исследования являются события трех типов:

- регистрация ядра отдачи; при этом измеряется время пролета и кинетическая энергия ядра;
- регистрация спонтанного деления; измеряется энергия осколка деления и интервал времени между моментами регистрации последнего ядра отдачи и осколка деления /время распада/;
- регистрация альфа-распада; измеряется энергия альфа-частицы и время распада.

2. СИСТЕМА АВТОМАТИЗАЦИИ НАБОРА ДАННЫХ

Система автоматизации обеспечивает измерение и передачу в оперативную память ЭВМ информации о величине кинетической энергии и времени пролета ядер отдачи, а также о характеристиках их радиоактивного распада.

В систему входят ЭВМ СМ-3^{/3/} и электронные блоки, выполненные в стандарте КАМАК, размещенные в двух крайтах под управлением крайт-контроллеров 106 А^{/4/} и КК-001^{/5/}. Блок-схема системы набора информации представлена на рисунке.

Электронные блоки, дающие спектрометрическую информацию, размещены в крайте, расположенном в непосредственной близости от приемного устройства в экспериментальном зале, на расстоянии около 100 м от ЭВМ. Крайт обслуживается контроллером КК-001 в сочетании с блоками, аппаратно обеспечивающими необходимую логику отбора событий по заданным критериям совпадения и антисовпадения: блоком организации разрешения регистрации многопараметрового события КЕ-05К /БОР/, блоком организации запрета регистрации КЕ-04К /БОЗ/ и блоком КР-81К, формирующим сигнал на обслуживание /L23/ для контроллера КК-001.

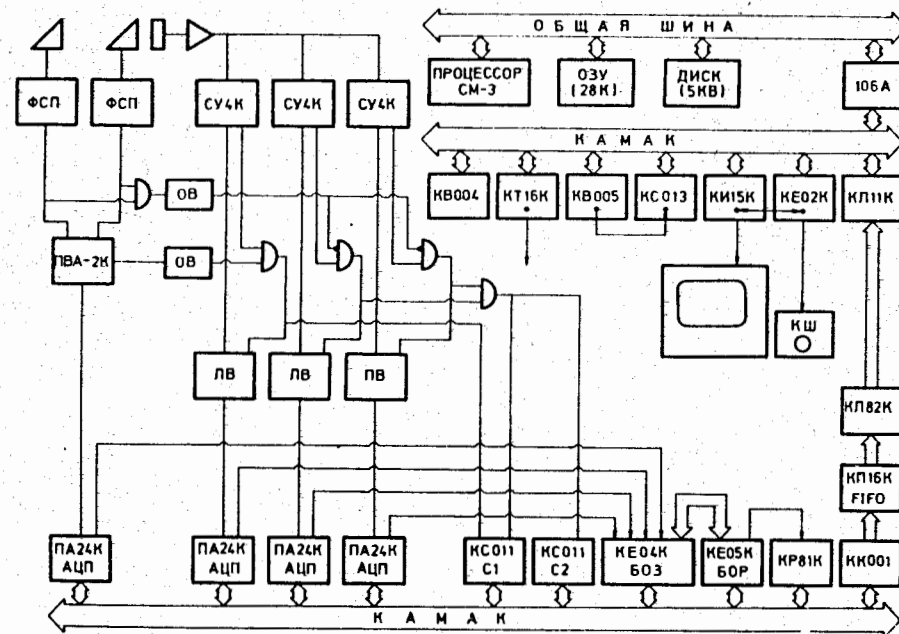
Блоки БОР и БОЗ управляют прохождением сигналов через элементы системы, а также вырабатывают дополнительную информацию, которую целесообразно использовать при предварительной обработке пакета данных.

Для измерения физических параметров в системе используются следующие электронные блоки:

- 4 амплитудно-цифровых преобразователя /АЦП/ ПА-24К^{/6/};
- 2 счетчика КС-011^{/7/} /С1 и С2/.

В тракте измерения времени пролета используются формирователи со следящим порогом /ФСП/, время-амплитудный преобразователь и амплитудно-цифровой преобразователь.

Для регистрации энергии продуктов реакций, а также их альфа-распада и спонтанного деления используются три спектрометрические тракта с разными коэффициентами усиления, подклю-



Блок-схема электронного оборудования системы набора информации.

ченные к кремниевому поверхностно-барьерному детектору и состоящие из зарядово-чувствительного предусилителя, усилителя СУ-4К^{/8/}, линейных ворот и АЦП.

Время пролета и энергия ядер отдачи регистрируются только при совпадении сигналов на входах соответствующих АЦП. Организация совпадений осуществляется с помощью блока БОЗ. Управление линейными воротами трактов регистрации энергии альфа-частиц и осколков деления осуществляется сигналом с "быстрого" выхода усилителя СУ-4К, если он не совпадает с сигналом на выходе одной из микроканальных пластин, т.е. управляющий сигнал проходит на вход линейных ворот через схему антисовпадения, на которую через схему "ИЛИ" подаются сигналы с выходов ФСП.

Для измерения периодов полураспада продуктов реакций используется счетчик С1 в комбинации с кварцевым генератором КВ-005^{/9/}: импульсы генератора с определенной частотой, устанавливаемой посредством коммутации на его передней панели, подаются на счетный вход счетчика, а импульсы, открывающие линейные ворота соответствующих трактов, подаются на вход "перенос". Сброс счетного регистра в "0" осуществляется сигналом с времяпролетного тракта.

Другой счетчик КС-011 /С2/ служит для абсолютного отсчета времени.

Передача событий в ЭВМ осуществляется с помощью блоков Б03 и Б0Р, вырабатывающих сигналы управления для линейных схем пропускания на входах АЦП, а также сигнал, запускающий цикл чтения и передачи данных крейт-контроллером КК-001 в блок памяти типа FIFO КП-16К /10/ с независимым чтением и записью данных, который служит для уменьшения мертвого времени приемного устройства за счет выравнивания потока информации. Кроме того, блоки Б03 и Б0Р имеют 16-разрядный регистр, который по команде F2 читается с магистрали КАМАК. В этом регистре устанавливаются разряды, соответствующие блокам, включенным в схему управления с помощью Б0Р. Например, в случае регистрации ядра отдачи устанавливаются разряды 1 и 2.

Таким образом, каждое событие: регистрация ядра отдачи, альфа-частицы или осколка деления - представляется в виде последовательности (N + 1) 16-разрядных слов /N - число измеряемых параметров/, причем каждое слово этой последовательности соответствует определенному параметру, а последнее слово содержит признак конца последовательности /установленный 15-й разряд/ и код события.

Мертвое время после регистрации события определяется временем преобразования соответствующих АЦП, которое зависит от амплитуды импульса и составляет 1 ± 10 мкс, и временем, необходимым для передачи информации крейт-контроллером КК-001 в память FIFO. Реальное время опроса станции крейта составляет 2-3 мкс, такую же величину имеет время записи одного слова в блок КП-16К. Таким образом, мертвое время для данной схемы не превышает 50 мкс.

Из блока FIFO информация в виде последовательности 16-разрядных слов через усилитель мощности КЛ-82К передается в блок входного регистра КЛ-11К /11/.

Блок КЛ-11К находится в крейте ЭВМ, подключенном к общей шине через контроллер 106 А. В этом же крейте размещены программно-управляемые функциональные блоки:

- блок-генератор программируемых интервалов времени КТ-16К, обеспечивающий блокировку пучка ускоренных ионов на время регистрации распада ядер отдачи;
- часы КВ-004 /9/, используемые для таймирования операций записи на накопитель, моментов выдачи приказов оператором и т.д.;
- кварцевый генератор КВ-005 и счетчик с устанавливаемой экспозицией КС-013 /9/, используемые для выработки временных интервалов при наборе информации для контроля за скоростью набора.

- блоки КИ-15К /13/ и КЕ-02К /13/, которые служат для вывода информации на графический дисплей /телевизионный монитор МС-6 SECAM/ и действий с координатным шаром.

3. ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

Программы набора и предварительной обработки экспериментальных данных созданы на основе динамического формирования систем автоматизации "ДФС" /14/, реализованного в среде дисковой операционной системы реального времени RT-11 /5 версия/.

Созданная с помощью комплекса "ДФС" программа состоит из основной части, постоянно присутствующей в памяти ЭВМ, и сегментов - программных модулей, соответствующих отдельным функциям. Модули должны находиться в оперативной памяти только при их выполнении. Трансляция и редактирование связей каждого модуля производится отдельно, все используемые в системе автоматизации эксперимента прикладные программные модули должны быть представлены в перемещаемом формате "REL".

Загрузка таких функциональных программных модулей в память машины и обращение к ним осуществляются при помощи специальной служебной программы-диспетчера, в которой используется принцип динамического распределения памяти. Такая организация работы позволяет избежать ограничений на объем программного обеспечения, связанных с фиксированным и сравнительно небольшим объемом ОЗУ ЭВМ.

Все прикладные программные модули могут быть написаны на языке ПАСКАЛЬ /транслятор ПАСКАЛЬ-1/, причем принятая в "ДФС" система адресации блоков КАМАК /15/ делает программное обеспечение инвариантным относительно перестановки блоков в крейте и изменения коммутации контроллера.

Диалоговая система дает возможность оператору вводить и изменять в процессе работы ряд параметров: интервал значений времени пролета и кинетической энергии ядер отдачи, в котором ведется обработка поступающей информации, время непрерывного набора информации, режим визуализации спектров и т.д., а также осуществлять диагностику ошибок оператора и сбоя аппаратуры. Основным режимом работы программ является накопление информации, отражающей свойства экспериментальных данных. В режиме набора данных программа сортирует события в соответствии с заданными критериями и формирует буфер событий, информация из которого, по мере его заполнения, переносится в файл событий, находящийся на внешнем носителе. По желанию оператора каждое событие типа "ядро отдачи" может индциро-

ваться на экране графического дисплея в виде точки на плане, координаты которой соответствуют энергии (X) и времени пролета (Y) ядра отдачи.

Скорость набора информации зависит от выбранного режима работы и составляет 500 ± 300 событий в секунду.

После предварительной сортировки событий в оперативной памяти формируются спектры: может быть сформирован либо двумерный спектр ядер отдачи, либо одномерные энергетические спектры ядер отдачи, альфа-частиц и осколков деления. Любой из спектров по требованию оператора может индексироваться на графическом дисплее. Набор информации при этом прерывается. Оператор имеет возможность менять вертикальный и горизонтальный масштаб изображения, индексировать информацию в любом канале спектра, контролировать сумму между маркерами, для двумерного спектра - осуществлять свертку по горизонтали и вертикали и т.д. Все спектры по команде оператора могут быть записаны в файл спектров.

Специальная организация работы с файлами и возможности, предоставляемые комплексом "ДФС", обеспечивают сохранение информации в случае аварийной остановки работы.

Файлы, содержащие спектры, и файлы событий используются для дальнейшей обработки.

Авторы благодарны доктору физико-математических наук Г.М.Тер-Акопяну за большой интерес к работе и активную помощь.

ЛИТЕРАТУРА

1. Флеров Г.Н. - В сб.: Международная школа-семинар по физике тяжелых ионов, Д7-87-68. Дубна: ОИЯИ, 1987, с.9-24.
2. Дмитриев В.Д. и др. Сообщение ОИЯИ, 7-12290, Дубна, 1979.
3. Малые ЭВМ и их применение. /Под ред. Б.Н.Наумова/. М.: Статистика, 1980.
4. Интерфейс СМ-3-КАМАК типа 106А, 106В. Варшава, ПНР, 1981.
5. Журавлев Н.И. и др. Сообщение ОИЯИ, 10-7332, Дубна, 1973.
6. Кузнецов А.Н., Субботин В.Г. Сообщение ОИЯИ, 13-83-67, Дубна, 1983.
7. Журавлев Н.И. и др. Сообщение ОИЯИ, 10-8754, Дубна, 1975.
8. Кузнецов А.Н., Субботин В.Г. Сообщение ОИЯИ, 13-12953, Дубна, 1979.
9. Антюхов В.А. и др. Сообщение ОИЯИ, 10-10576, Дубна, 1977.
10. Гриднев Г.Ф. и др. Сообщение ОИЯИ, 13-87-582, Дубна, 1987.
11. Смирнов В.И. и др. Сообщение ОИЯИ, P13-86-256, Дубна, 1986.

12. Рене дель Портильо. Сообщение ОИЯИ, P13-85-447, Дубна, 1985.
13. Семенов Ю.Б. и др. Сообщение ОИЯИ, 13-81-271, Дубна, 1981.
14. Балука Г., Саламатин И.М. ОИЯИ, P10-85-281, 1985.
15. Балука Г., Саламатин И.М. - Программирование, 1987, № 4. с.79.

Рукопись поступила в издательский отдел
28 декабря 1987 года.