

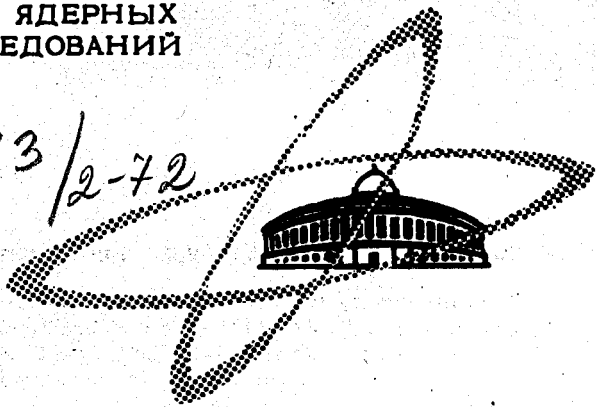
24/VI-72

А-221
ОБЪЕДИНЕННЫЙ
ИНСТИТУТ
ЯДЕРНЫХ
ИССЛЕДОВАНИЙ

Дубна.

2543 / 2-72

10 - 6489



И.Ланг, О.К.Нефедьев, Ю.П.Третьяков,
Б.В.Фефилов

АВТОМАТИЧЕСКОЕ ИЗМЕРЕНИЕ И ОБРАБОТКА
ЗАРЯДОВЫХ СПЕКТРОВ ИСТОЧНИКА
МНОГОЗАРЯДНЫХ ИОНОВ

ОБЪЕДИНЕННЫЙ ИНСТИТУТ ЯДЕРНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

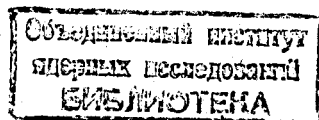
1972

10 - 6489

И.Ланг, О.К.Нефедьев, Ю.П.Третьяков,
Б.В.Фефилов

АВТОМАТИЧЕСКОЕ ИЗМЕРЕНИЕ И ОБРАБОТКА
ЗАРЯДОВЫХ СПЕКТРОВ ИСТОЧНИКА
МНОГОЗАРЯДНЫХ ИОНОВ

Направлено в ПТЭ



Успешное проведение физико-химических экспериментов в Лаборатории ядерных реакций, в первую очередь по синтезу и идентификации новых далеких трансурановых элементов, обусловлено получением рекордных пучков тяжелых ионов вплоть до ксенона на циклических ускорителях. Основным звеном ускорителя, определяющим стабильность его работы и интенсивность пучка, является источник многозарядных ионов, поэтому лаборатория придает большое значение как разработкам новых источников, так и методам их исследования /1/.

В данной работе описывается одна из попыток автоматизировать процесс измерения и обработки основных параметров источника многозарядных ионов (распределение масс и зарядов ионов и их относительная интенсивность) на специальном испытательном стенде с помощью малой ЭВМ ТРА-1001.

Состав аппаратуры

Блок-схема измерительной аппаратуры представлена на рис. 1. Источник многозарядных ионов испытывается на специальном стенде /2/, представляющем собой магнитный масс-сепаратор. Ионы вытягиваются ускоряющим напряжением на дуанте и разделяются магнитным полем в зависимости от отношения их масс к заряду. В фокальной плоскости

ионы собираются подвижным коллектором (цилиндр Фарадея). Зарядовый спектр тока ионов получается путем измерения потенциала коллектора во время его движения в 2048 точках, причем интервалы между последовательными измерениями составляют 0,25 мм. Моменты запуска измерений формируются системой вращающийся диск с отверстиями - фотодиод.

Источник работает с импульсным режиме: длительность импульсов манипуляции 1 мсек, частота манипуляции 100 гц. Импульсы напряжения, пропорциональные импульсам тока, после усиления (УТ) поступают на вход нормально закрытых линейных ворот амплитудного кодировщика СА-25, открываемых импульсом строба (ИС), сформированным из импульсов манипулятора. Длительность импульса строба составляет 3 мсек, а временное положение его имеет регулируемую задержку относительно переднего фронта импульса манипулятора в пределах 0 - 1 мсек, что обеспечивает анализ микроструктуры импульса тока ионов.

Командным импульсом, определяющим момент измерения, является импульс с фотодиода (ИФД), усиленный и сформированный усилителем УФД, частота таких импульсов - 10-15 гц.

Интерфейс

Амплитуда тока ионов преобразуется в цифровой код (10 разрядов) кодировщиком СА-25 и подготавливается для передачи в ЭВМ на выходном регистре РКВ. Передача цифрового кода из регистра РКВ в аккумулятор ЭВМ (АКР) осуществляется по программному каналу /3/ под управлением и контролем подпрограммы прерывания. Выход на подпрограмму прерывания осуществляется аппаратурно в интерфейсе источника. Запуск аппаратуры и программное разрешение на регистрацию про-

изводит экспериментатор посредством командных приказов телетайпа /4/. Перед началом измерения экспериментатор задает начальный и конечный адреса регистрации A_n и A_k при помощи приказа "IF" и количество повторных измерений $1 \leq N \leq 16$ между двумя импульсами фотодиода (приказ "NN"). Суммирование нескольких повторных измерений целесообразно с точки зрения усреднения флуктуаций формы импульса тока. По приказу "SA" (старт анализа) разрешается прерывание программы при наличии внешних запросов со стороны аппаратуры. Каждый импульс от фотодиода устанавливает в "1" триггер запроса ТЗА. При условии "1" ТЗА стробирующие импульсы ИС открывают вход кодировщика и через 5 мксек устанавливают в "1" триггер аппаратурного прерывания ТАП. При этом выполнение основной программы прекращается, и управление передается на подпрограмму прерывания.

Программное обеспечение

Блок-схемы программы накопления и обработки зарядовых спектров и подпрограммы прерывания представлены на рис. 2, а временные диаграммы работы системы - на рис. 3.

Подпрограмма прерывания выполняется в следующей последовательности.

1. Запоминание содержания основных регистров ЭВМ для основной программы в момент прерывания.
2. Программная задержка $\Delta T \geq T_{\text{пр. макс.}}$ (около 130 мксек), необходимая для окончания преобразования в кодировщике максимального значения амплитуды тока ионов в цифровой код.
3. В ЭВМ (ячейка "А") производится подсчет количества импульсов фотодиода. Содержание этой ячейки определяет номер канала (адрес), соответствующий местоположению коллектора относительно начальной точки измерений.

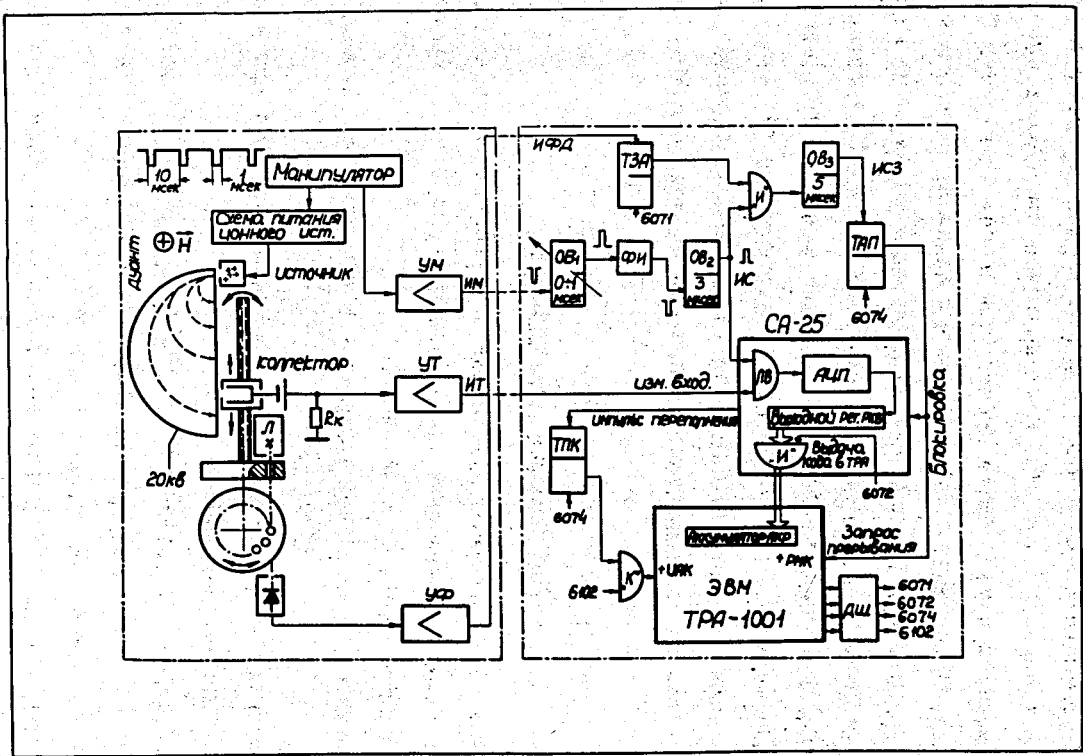
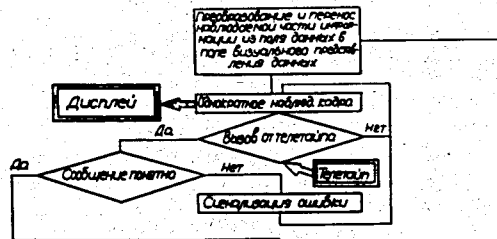
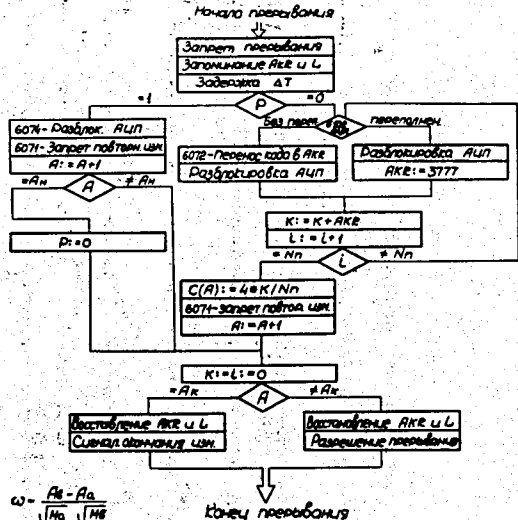


Рис. 1. Блок-схема измерительной аппаратуры.



Выполнение операций

IF	NN	SA	NA	REG	REA	REX
Установка дилеммы шк. A ₁ - начальный адрес A ₂ - конечный адрес	Установка числа повторений шк. N _п	Выбор режима: 0 - (A ₁ > 0) 1 - (A ₁ > 0) Сброс: A ₁ = K = 0 A ₂ - текущий адрес к-коэффициент амплитуды сигнала Разрешение прерывания	Почтовый адрес получателя сигнала Запрет прерывания	Код довода: Установка M ₁ , M ₂ , Z ₁ , Z ₂ для прямой и обратной определения частоты шк Определение α ₁ , α ₂ (M ₁ - адрес начала отсчета наша частота)	Определение M ₁ , Z ₂ α ₁ = M ₁ / α ₂ = Z ₂	



$$\omega = \frac{A_2 - A_1}{\sqrt{\frac{M_1}{Z_2} - \sqrt{\frac{M_2}{Z_2}}}}$$

$$\alpha_1 = \frac{M_1}{Z_1} \left(\frac{A_2 - A_1}{\omega} + \sqrt{\frac{M_2}{Z_2}} \right)^2$$

Рис. 2. Блок-схема программы накопления и обработки зарядовых спектров ионов и подпрограммы прерывания.

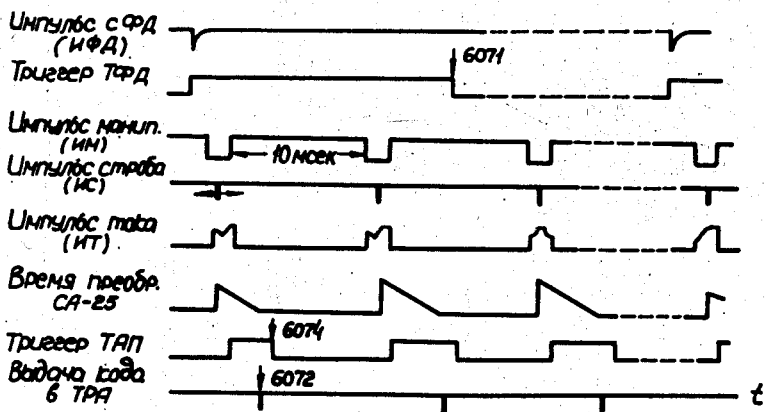


Рис. 3. Временные диаграммы работы измерительной системы.

4. Если $A \geq A_n$, то производится прием кода N раз из регистра РКВ в аккумулятор AKR по периферийной команде 6072 и запись его среднего значения по адресу, определяемому содержанием ячейки "A".

5. Сброс в "0" триггера аппаратурного прерывания ТАП по периферийной команде 6074, т.е. снятие запроса прерывания. Одновременно в кодировщике снимается потенциал блокировки преобразования.

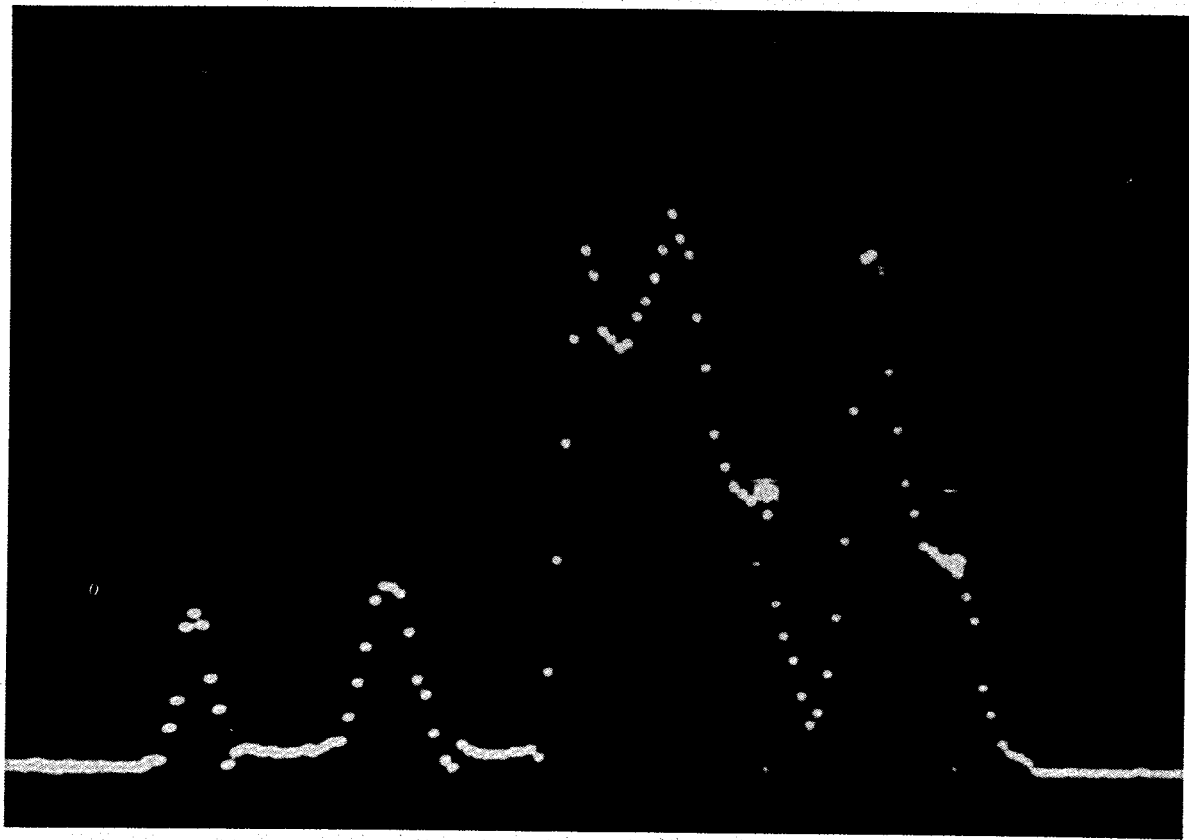
6. Сброс в "0" триггера запроса ТЗА по периферийной команде 6071, что снимает возможность прерывания от импульсов манипулятора до прихода очередного импульса фотодиода.

7. Восстановление содержания основных регистров ЭВМ для выполнения основной программы.

8. Если $A < A_k$, то производится восстановление возможности математического прерывания посредством команды "ION"; таким образом, измерения при достижении конечного адреса A_k автоматически прекращаются. Возможно также прекращение измерений при $A < A_k$ по приказу "НА".

9. Передача управления на основную программу (наблюдение и обработка).

При измерении амплитуды тока ионов в кодировщике могут быть случаи переполнения регистра РКВ, когда величина тока превышает максимальное значение уровня преобразований. В этом случае, чтобы не потерять информацию о таких событиях, импульс переполнения с регистра РКВ устанавливает в "1" триггер переполнения ТПК. В подпрограмме прерывания периферийной командой 6102 производится опрос состояния ТПК. Если триггер ТПК находится в состоянии "1", то формируется сигнал условного перехода "+UAK" и программно по текущему адресу A записывается код 3777₈. На экране осциллоскопа таким событиям соответствует точка с максимальным отклонением по вертикали.



↑ $^{136}\text{Xe}^{3+}$ ↑ 134 ↑ 132 ↑ 131 ↑ 130 ↑ 129 ↑ $^{128}\text{Xe}^{3+}$

Рис. 4. Фотография спектра Xe^{+3} с массами изотопов от 136 до 128.

В программное обеспечение входит представление гистограмм зарядовых спектров на экране осциллоскопа в процессе измерения. При обработке в качестве идентификаторов используются два подвижных светящихся маркера. Управление масштабами изображения, перемещением маркеров и операциями обработки осуществляется приказами с телетайпа.

Программа обработки позволяет в ходе измерений производить калибровку спектра по заранее известным отношениям M/Z . Кроме того, имеется возможность получения интегральных площадей пиков с вычитанием фона.

Результаты обработки представляются в виде таблиц, гистограмм на бумажной ленте телетайпа и на перфоленте.

В качестве иллюстрации на рис. 4 приведена фотография участка спектра ионов ксенона. На экране осциллоскопа видны ионы Xe^{+3} с массами изотопов от 128 до 136. Отметим, что наблюдая набор интегрального спектра во время измерения, можно видеть и развитие разряда в источнике.

В заключение авторы выражают благодарность Г.Н. Флерову за постановку проблемы и Л.М. Мельниковой за подготовку программ. Авторы признательны за помощь на отдельных этапах работы А.В. Мишушкину и О.Г. Гангрской.

Литература

1. Е.Д. Воробьев, А.С. Пасюк. Препринт ОИЯИ, Р7-5177, Дубна, 1970.
2. А.С. Пасюк, Ю.П. Третьяков, С.К. Горбачев. Атомная энергия, 24, 21 (1968).

3. И. Ланг, О.К. Нефедьев, Б.В. Фефилов. Сообщение ОИЯИ 10-5296, Дубна, 1970.
4. И. Ланг, О.К. Нефедьев, Б.В. Фефилов. Сообщение ОИЯИ 10-5536, Дубна, 1970.

Рукопись поступила в издательский отдел
5 июня 1972 года.