

12/III-84



**сообщения
объединенного
института
ядерных
исследований
дубна**

1353/84

13-83-841

Д.Д.Богданов, О.А.Орлова, Р.дель Портильо,
А.М.Родин, В.А.Тимаков,
Г.М.Тер-Акопьян, Л.П.Челноков

**АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ
СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ
И ИЗМЕРЕНИЯ МАССОВЫХ СПЕКТРОВ
МАСС-СПЕКТРОМЕТРА ЛИДИА-М**

1983

Масс-спектрометрическая установка с лазерным источником ионов ЛИДИА-М/1/, созданная в Лаборатории ядерных реакций ОИЯИ, предназначена для исследования параметров лазерно-плазменного ионного источника, а также для проведения количественного анализа состава различных образцов. Блок-схема установки приведена на рис.1. Основными ее узлами являются: оптический квантовый генератор, лазерно-плазменный ионный источник, секторный магнит, детектор ионов.

В качестве источника лазерного излучения используется оптический квантовый генератор ЛТИПЧ-8 в режиме электрооптической модуляции добротности ($E = 60$ мДж/имп при длительности импульса 12 нс). Небольшая часть излучения лазера отводится на фотоэлемент ФЭК-09, электрический сигнал с которого служит индикатором лазерной вспышки и может использоваться как временная отметка, а также для измерения интенсивности лазерного импульса. Основной поток излучения фокусируется на поверхности исследуемой мишени. Диаметр фокального пятна ~ 300 мкм, максимальная плотность мощности $- 7 \times 10^9$ Вт/см². Лазерно-плазменный ионный источник представляет собой вакуумную камеру с входящими в нее функциональными узлами: оптическим узлом с подвижной линзой, мишенью с устройством сканирования, системой формирования ионного пучка и узлом подачи высокого напряжения на электроды. Установленный на выходе источника электростатический индукционный монитор используется для измерения полного тока ионов на входе в магнит. В фокальной плоскости секторного магнита СП-57А установлен детектор ионов - одна или две последовательно включенных МКП.

Система автоматизации обеспечивает управление работой лазера ЛТИПЧ-8, автоматическое перемещение мишени с помощью двух шаговых двигателей ШД-5, ступенчатое изменение магнитного поля магнита СП-57А, измерение и передачу в оперативную память ЭВМ ин-

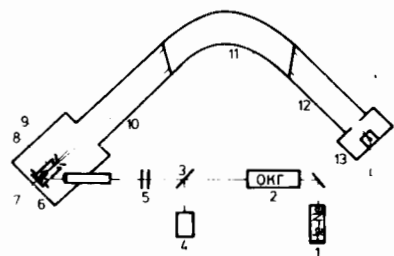


Рис.1. Схема установки ЛИДИА-М:
 1 - настроечный гелий-неоновый лазер; 2 - оптический квантовый генератор; 3 - разделительная пластина; 4 - фотоэлемент ФЭК-09; 5 - нейтральные светофильтры; 6 - лазерный источник ионов; 7 - мишень, 8,9 - вытягивающий и ускоряющий электроды; 10,12 - входной и выходной патрубки магнита; 13 - приемное устройство; 14 - система регистрации.

формации о величине тока ионов на входе в масс-спектрометр, а также о величине тока ионов данной массы в фокальной плоскости с разделением ионных компонент по времени пролета.

Основой системы является ЭВМ MERA 60-30^{2/} в сочетании с электронными блоками, выполненными в стандарте КАМАК.

ЭВМ MERA 60-30 представляет собой комплекс, включающий ЭВМ "Электроника-60", крейт-контроллер 106А, обеспечивающий связь ЭВМ с электронными блоками, дисковод гибких дисков, перфоленту и считывающее устройство, кассетный магнитофон, видеотерминал, а также печатающее устройство с клавиатурой. Блок-схема системы управления представлена на рис.2.

В систему входят:

1. Цифро-аналоговый преобразователь /ЦАП/ на 12 разрядов САМ 4.10^{3/}.
2. Блок выходного регистра /4/.
3. Два спектрометрических тракта. Каждый тракт включает эмиттерный повторитель, усилители, 2 блока "Линейные ворота", 2 АЦП-4096^{5/}.
4. Два спектрометрических тракта, включающих усилители и АЦП-4096.
5. Блок управления.
6. Кварцевый генератор КВ 005^{6/}.
7. 2 счетчика КС 013^{7/} /С1 и С2/.
8. Драйвер телевизионного монитора КЧ-15К^{8/}.
9. Блок координатного шара КЕ 02К^{8/}.

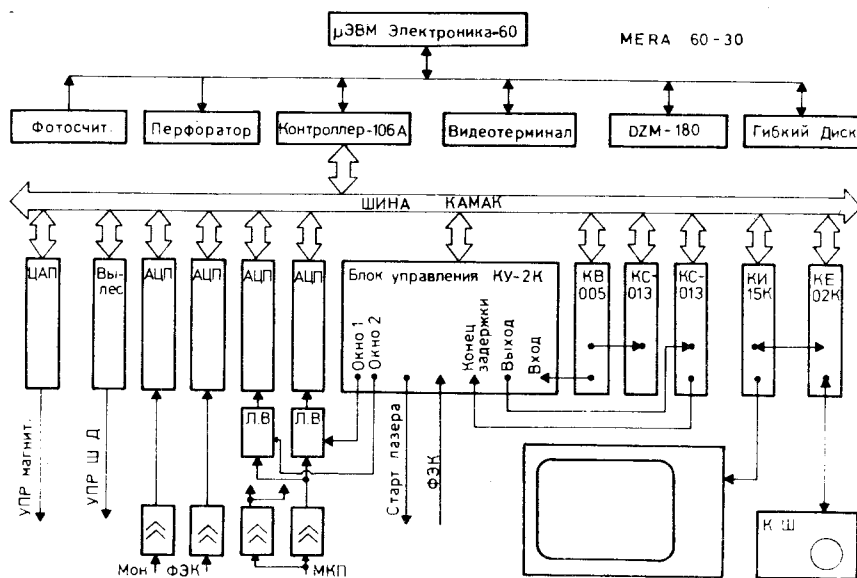


Рис.2. Блок-схема системы управления масс-спектрометром.

Управление магнитным полем осуществляется с помощью 4096-канального блока ЦАП с входным аналоговым напряжением $0 \div 5$ В. Сигнал с ЦАП через потенциометр подается на электронную схему управления током магнита. Шаг изменения тока и диапазон регулировки можно изменять, используя установленный на выходе ЦАП потенциометр и подачу смещения на ЦАП.

Временная задержка, необходимая для установления заданного магнитного поля, а также частота импульсов лазера определяются счетчиком с устанавливаемой экспозицией КС013 /С1/ и частотой кварцевого генератора, которая также задается с магистрали КАМАК.

Два спектрометрических тракта, включающих усилители и АЦП, дают возможность измерять интенсивность лазерного излучения /сигнал с ФЭК/ и интенсивность ионного пучка на входе в магнит /индукционный монитор/.

Величина входного сигнала для 4096-канального АЦП составляет $30 \text{ мВ} \div 10 \text{ В}$. Перемещение мишени по горизонтали и вертикали производится двумя шаговыми двигателями ШД-5. Управление их работой осуществляется программным образом с помощью блока выходного регистра, работающего в стандарте ЛЕС^{5/}, сигнал с которого передается на блок усилителя мощности.

Специальный блок управления позволяет управлять работой лазера, а также формирует два следующих друг за другом прямоугольных импульса с длительностью, регулируемой в пределах $6 \div 60$ мкс, для управления линейными воротами. Время задержки первого из этих импульсов относительно лазерной вспышки /сигнал ФЭК/ определяется счетчиком КС03 /С2/ и частотой кварцевого генератора.

Сигнал с МКП поступает на два усилительных тракта с полным коэффициентом усиления 40 и 10^3 соответственно. С каждого тракта сигнал поступает на входы двух блоков "Линейные ворота" и через них передается на соответствующий АЦП. Импульсы с блока управления последовательно открывают линейные ворота, позволяя осуществлять селекцию ионов по времени пролета.

Оперативный контроль процесса накопления информации и ее обработки по заданной программе осуществляется с помощью графического дисплея /телевизионный монитор МС-6 SECAM/ и координатного шара. Вывод информации на дисплей и действия с координатным шаром обеспечивают блоки КИ 15К и КЕ 02К соответственно.

По мере набора данных информация выводится на внешний носитель /магнитную ленту, гибкий диск, перфоленту/.

Программы управления, набора и предварительной обработки экспериментальной информации реализованы на макроассемблере и используют средства, предоставляемые дисковой операционной системой реального времени RT-60.

Блок-схема алгоритма программы, управляющей набором экспериментальной информации, показана на рис.3.

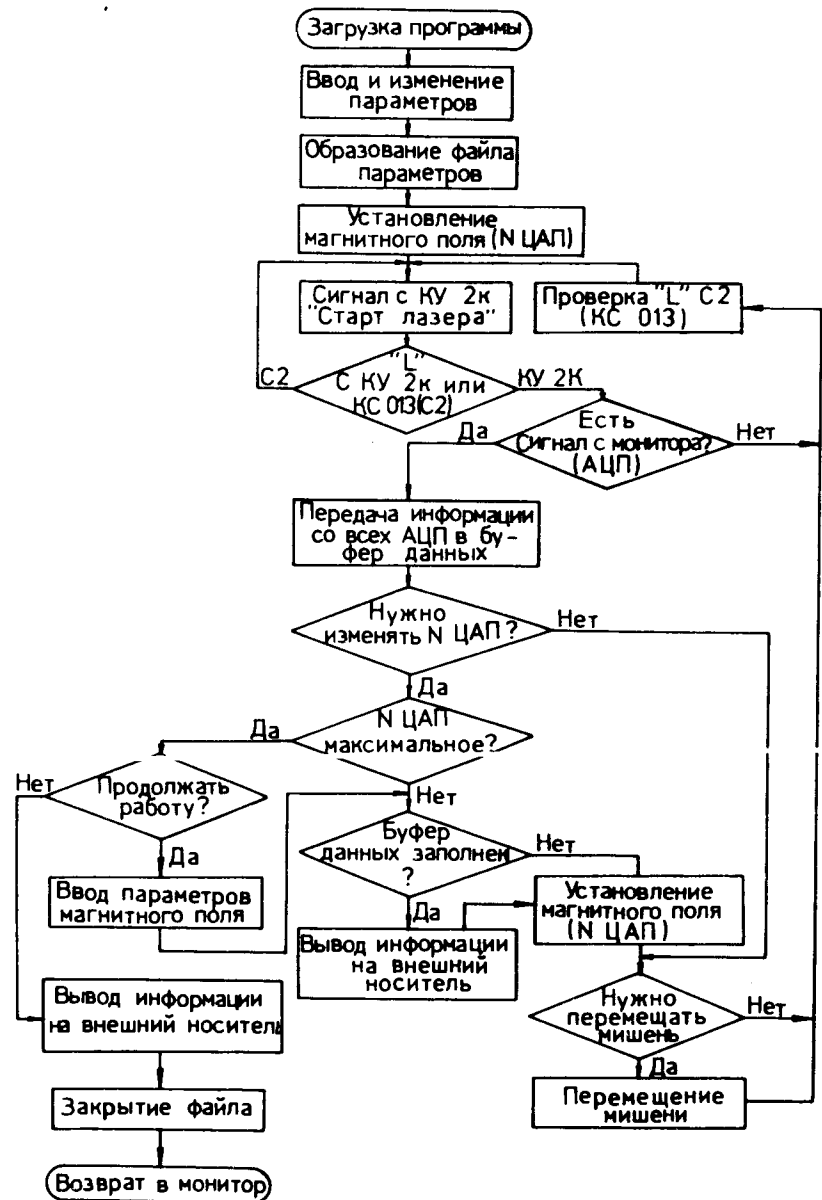


Рис.3. Блок-схема алгоритма программы управления экспериментом.

Диалоговая система дает возможность оператору вводить и изменять в процессе работы целый ряд параметров: начальное и конечное значение, шаг изменения магнитного поля, частоту импуль-

сов лазера, число выстрелов в одну точку мишени и т.д., а также производить диагностику ошибок оператора и сбоев аппаратуры. По мере набора информации один из спектров /по выбору оператора/ индицируется на графическом дисплее. При этом для любой точки спектра с помощью координатного шара может индицироваться информация о соответствующей массе и интенсивности потока ионов. После окончания работы программы на внешнем носителе /магнитная лента, гибкий диск, перфолента/ образуется файл данных, который потом используется для дальнейшей обработки.

В настоящее время чувствительность, достигнутая на установке, в интервале значений массовых чисел $200 \div 300$ при массовом числе матрицы $A \sim 60$ составляет 10^{-8} , для матрицы $A \sim 180 - 2 \times 10^{-7}$ при разрешении спектрометра $M/\Delta M \sim 200$.

Использование электрической регистрации, работающей в линию с ЭВМ, существенно расширяет возможный круг проводимых исследований, обеспечивает гибкость и оперативность работы. Это делает масс-спектрометр весьма перспективным для решения широкого круга физических и технических задач.

Авторы благодарны академику Г.Н.Флерову за постоянную поддержку работы, а также В.А.Горшкову и Ю.Б.Семенову за большую помощь в наладке электронных блоков.

ЛИТЕРАТУРА

1. Богданов Д.Д. и др. Высокочувствительный масс-спектрометр ЛИДИА-М. Тезисы докладов Всесоюзного научно-технического совещания "Разработка и применение специализированных масс-спектрометрических установок. Энергоиздат, М., 1983, с.47.
2. МERA 60-30. Варшава, ПНР, 1980.
3. SAM 4.10 12 bit digital to analog converter KFKI Budapest 1980.
4. Трофимов А.С., Челноков Л.П. ОИЯИ, 13-8745, Дубна, 1975.
5. Челноков Л.П. Логика единого сопряжения /ЛЕС/ цифровых устройств. В кн.: "X Международный симпозиум по ядерной электронике", сборн. аннотаций ЗФК-413, Дрезден 1980, с. 116.
6. Антюхов В.А. ОИЯИ, 10-10576, Дубна, 1977.
7. Журавлев Н.И. ОИЯИ, P10-8754, Дубна, 1975.
8. Семенов Ю.Б. и др. ОИЯИ, 13-81-271, Дубна, 1981.

Рукопись поступила в издательский отдел
14 декабря 1983 года.

Богданов Д.Д. и др. 13-83-841
Автоматизированная система управления и измерения массовых спектров
масс-спектрометра ЛИДИА-М

Создана система управления, регистрации и записи данных для масс-спектрометрической установки с лазерным источником ионов ЛИДИА-М на основе ЭВМ МЭРА 60-30 /"Электроника-60"/ и электронных блоков, выполненных в стандарте КАМАК. Система обеспечивает управление частотой лазера ЛТИПЧ-8, автоматическое перемещение мишени с помощью двух шаговых двигателей ШД-5, стробирование магнитного поля масс-спектрометра, измерение и передачу в оперативную память ЭВМ информации о величине тока ионов на входе в масс-спектрометр, а также о величине тока ионов с данной массой в фокальной плоскости. Оперативный контроль за процессом накопления информации и ее обработкой по заданной программе осуществляется с помощью дисплея. По мере набора данных информация выводится на внешний носитель /магнитную ленту, гибкий диск, перфоленту/. Окончательная обработка экспериментальной информации проводится с помощью специального пакета программ после окончания набора данных.

Работа выполнена в Лаборатории ядерных реакций ОИЯИ.

Сообщение Объединенного института ядерных исследований. Дубна 1983

Bogdanov D.D. et al. 13-83-841
Automated System for Monitoring and Measuring LIDIA-M Mass-Spectrometer
Mass Spectra.

A system for data monitoring, registration and record has been created for a mass-spectrometric device LIDIA-M with laser ion source based on the МЭРА 60-30 computer ("Electronica 60") and some CAMAC-modules. The system provides the guidance of LTIPC-8 laser pulse frequency, target automatic motion by using two step motors, mass-spectrometer magnetic field gating, monitoring and transfer to computer operating memory of information on ion current on the mass-spectrometer entrance, and on ion current with a given mass in the focal plane. Operative monitoring of data acquisition and processing over the definite program is performed by means of display. The data being accumulated is output onto external carrier (magnetic tape, floppy disc, punch tape).

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

Communication of the Joint Institute for Nuclear Research. Dubna 1983

Перевод О.С.Виноградовой.