

сообщения
Объединенного
института
ядерных
исследований
Дубна

1865/2-80

21/4-80

P10 - 12977

С.В.Медведь, Е.Б.Озеров, А.Н.Синаев,
В.И.Фоминых, М.И.Фоминых, В.М.Цупко-Ситников

КОМПЛЕКС НАКОПЛЕНИЯ И ОБРАБОТКИ
СПЕКТРОМЕТРИЧЕСКОЙ ИНФОРМАЦИИ
ЛАБОРАТОРИИ ЯДЕРНЫХ ПРОБЛЕМ ОИЯИ

1979

Медведь С.В. и др.

P10 - 12977

Комплекс накопления и обработки спектрометрической информации Лаборатории ядерных проблем

Описан комплекс накопления и обработки спектрометрической информации Лаборатории ядерных проблем ОИЯИ. Он создан на основе многоканальных анализаторов и ЭВМ, выпускавшихся промышленностью. Был проделан большой объем работ по созданию многомерных измерительных систем, новых режимов их работы, специализированных автоматов и связей между отдельными устройствами и центральным вычислительным комплексом ОИЯИ. В состав комплекса введен ряд дополнительных устройств, разработанных в Лаборатории, позволивших существенно повысить возможности стандартной аппаратуры и создать гибкую и высокоэффективную систему накопления и обработки спектрометрической информации. Значительная работа проведена по программному обеспечению комплекса для всех этапов накопления и обработки экспериментальных данных.

Работа выполнена в Лаборатории ядерных проблем ОИЯИ.

Сообщение Объединенного института ядерных исследований. Дубна 1979

Medved S.V. et al.

P10 - 12977

Spectrometric Information Acquisition and Processing System of the Laboratory of Nuclear Problems

Spectrometric information acquisition and processing system of the Laboratory of Nuclear Problems is described. It is based on available multichannel analysers and computers. New modes of operation, multidimensional measurement systems, special automatic devices and connection between separate devices and JINR central computing complex have been developed. Some additional facilities developed are introduced, which allow to increase possibilities of standard techniques and to create flexible and high efficiency system for acquisition and processing of spectrometric information. Software for all stages of experimental data acquisition and processing is developed.

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

Communication of the Joint Institute for Nuclear Research. Dubna 1979

Большое место в экспериментах, проводимых в Лаборатории ядерных проблем ОИЯИ, занимают спектрометрические исследования нестабильных изотопов. Для накопления и обработки информации, получаемой в этих исследованиях, был создан специальный комплекс аппаратуры. Его основой являются многоканальные анализаторы импульсов и малые ЭВМ. Комплекс разрабатывался, в основном, на базе выпускаемой промышленностью аппаратуры в середине 60- начале 70 гг. Поскольку эта аппаратура предназначалась для автономного использования, то создание единого комплекса потребовало ее существенной модернизации и новых разработок.

Был проделан большой объем работ по разработке новых режимов анализаторов и ЭВМ, созданию связей между отдельными устройствами комплекса и автоматизации процессов обмена информацией между ними. Создана также система двухсторонней связи с центральным вычислительным комплексом ОИЯИ. Большое внимание уделено созданию технических средств визуального представления информации и ее обработки в интерактивном режиме. Дополнительно созданы некоторые накопительные устройства, расширяющие возможности системы. Для обеспечения прецизионной спектрометрии импульсов от полупроводниковых детекторов использовались специально разработанные в Лаборатории спектрометрические тракты.

Значительные работы проведены и по программному обеспечению комплекса, начиная от программ связи между отдельными устройствами и кончая программами анализа сложных спектров и обработки информации, получаемой при многомерных измерениях.

Блок-схема комплекса представлена на рис. 1. Территориально комплекс разделен на две части, одна из которых находится в одном здании с синхроциклотроном, а другая - в здании отдела ядерной спектроскопии и радиохимии. Обе части являются в значительной степени автономными центрами со своими задачами, но объединенными в единый комплекс линиями связи.

I

Центр в корпусе синхроциклотрона предназначен для обслуживания экспериментов, проводимых непосредственно на пучках

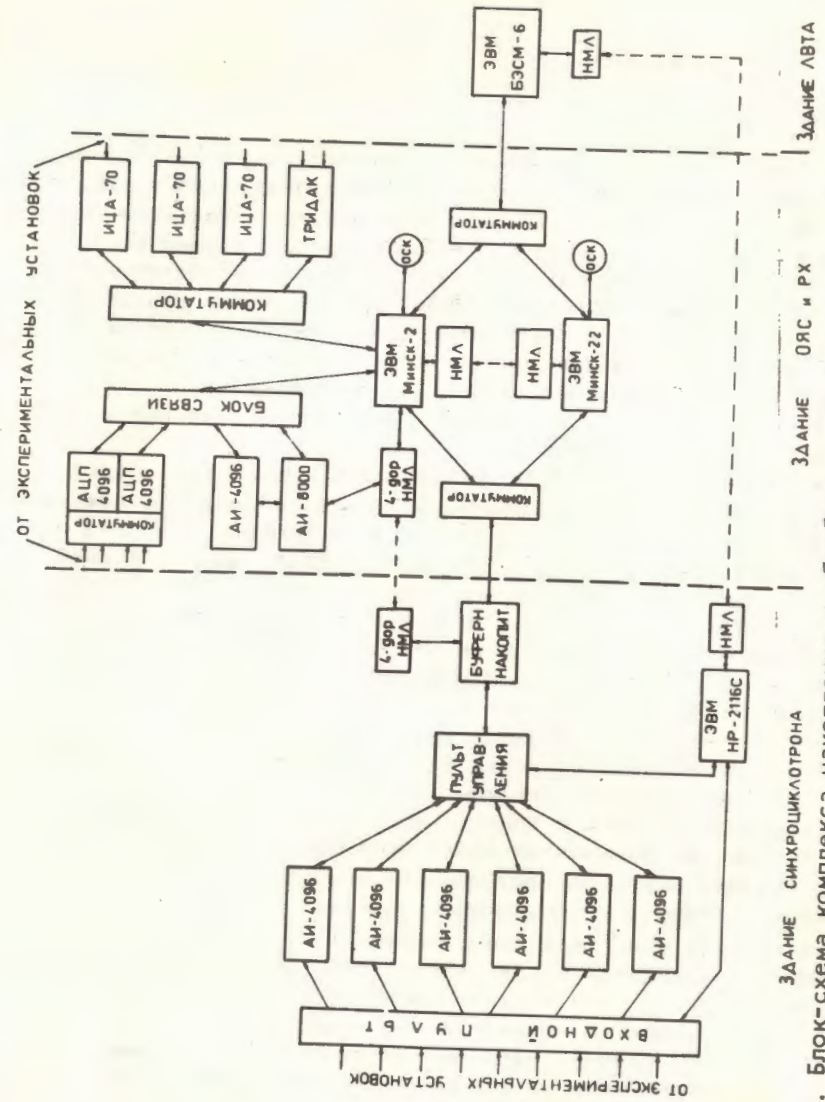


Рис. 1. Блок-схема комплекса накопления и обработки спектрометрической информации
 Лаборатории ядерных проблем ОИЯИ.

ускорителя. Он широко используется не только при спектрометрических исследованиях короткоживущих изотопов, но и в экспериментах по физике элементарных частиц. Основная аппаратура центра - это семь многоканальных анализаторов АИ-4096 и ЭВМ НР-2116С, связанных в единую систему /1-3/. Через входной пульт информация от экспериментальных установок может подаваться на любой многоканальный анализатор, а также на ЭВМ НР-2116С.

Прецизионная амплитудная, временная и многомерная спектрометрия импульсов, получаемых от полупроводниковых детекторов, обеспечивалась разработанными в Лаборатории высококачественными усилительными трактами и амплитудно-цифровыми преобразователями /4-6/. В режимах многомерного анализа связь спектрометрической аппаратуры с накопительными устройствами анализаторов и ЭВМ обеспечивалась интерфейсными устройствами - как специализированными /7/, так и выполненными в стандарте КАМАК /8/.

Шесть анализаторов АИ-4096 использовались в качестве накопительных устройств, а седьмой - в качестве буферного устройства, которое проводило предварительную обработку информации и ее передачу в ЭВМ для дальнейшей обработки /9/. Передача массива информации из выбранного накопительного устройства в буферное происходила автоматически, через пульт управления, после окончания выбранной экспозиции, которая могла устанавливаться по различным критериям. Передача массива из 4096 чисел занимала 0,16 с, так что регистрация поступающей информации в накопительном устройстве могла производиться практически непрерывно /9/.

Буферное накопительное устройство было дополнительно снабжено световым карандашом /10/, что позволило проводить на осциллографе разметку спектров, т.е. задание начальных приближений на сложных участках, которое облегчает последующий анализ на ЭВМ - разложение спектральных мультиплетов на составляющие. Информация из буферного устройства может быть выведена в накопитель на четырехдорожечной магнитной ленте для долговременного хранения /11,12/, а при необходимости - вновь записана в буферное устройство или же введена в ЭВМ "Минск-2", дополненную аналогичным накопителем на 4-дорожечной магнитной ленте /13/. По кабельным линиям информацию из буферного устройства можно передать на все ЭВМ, входящие в состав комплекса.

Информация на ЭВМ НР-2116С может быть передана как с любого анализатора АИ-4096 через пульт управления, так и непосредственно с экспериментальной аппаратуры через входной пульт. ЭВМ обладает оперативной памятью 32 К 16-разрядных

слов, накопителями на магнитных дисках и ленте, алфавитно-цифровым и графическим дисплеями, графопостроителем и другими внешними устройствами^{/3/}, а также развитым программным обеспечением, позволяющим вести работу в интерактивном режиме. Все это позволяет обрабатывать многомерную информацию на самом высоком уровне. Разработанная дополнительно система программ включает программы накопления информации в различных режимах измерений, сортировку и предварительную обработку спектров, детальный анализ предварительно обработанной информации, вывод данных в удобной форме на внешние устройства^{/14,15/}. При необходимости сложной математической обработки информация может быть записана на стандартную магнитную ленту и перенесена на ЭВМ центрального вычислительного комплекса ОИАИ.

Наличие связей между всеми устройствами центра придает системе большую гибкость и позволяет одновременно проводить несколько независимых экспериментов, хранить массивы информации при невозможности ее обработки непосредственно в ходе эксперимента, оперативно заменять одно устройство другим в случае неисправности. На базе этого центра были широко развернуты исследования короткоживущих изотопов /период полураспада от 1 мин до нескольких дней/ по программе ЯСНАПП. Для обеспечения этих исследований разработаны автоматическое устройство быстрой доставки сепарированных изотопов к измерительной аппаратуре^{/16/}, ряд установок многомерного анализа^{/17,18/} и другая аппаратура. Опыт создания аппаратуры для спектроскопических исследований короткоживущих изотопов и ее использования обобщен в ряде работ^{/6,14,19,20/}.

II

Центр в здании отдела ядерной спектроскопии и радиохимии предназначен, в основном, для спектрометрических исследований радиоактивных изотопов с периодом полураспада порядка нескольких часов и более. Основную аппаратуру этого центра составляют две ЭВМ типа "Минск" /"Минск-2" и "Минск-22"/ и многоканальные анализаторы различных типов, которые связаны в единую систему.

ЭВМ типа "Минск" имеют оперативную память по 8 К 36-разрядных слов и накопители на магнитной ленте, а также комплект устройств ввода-вывода. К ним дополнительно подключены осциллографы со световым карандашом типа ОСК^{/21,22/}, которые позволяют выводить на экран спектры длиной до 4096 каналов и осуществлять обработку спектрометрической информации в интерактивном режиме, что особенно эффективно при анализе сложных спектров. Кроме того, машины дополнены рядом каналов,

обеспечивающих их связь с другими объектами комплекса. Связь между обоими ЭВМ осуществляется путем переноса стандартной для них магнитной ленты, либо перфоленты. Функции ЭВМ "Минск-2" и "Минск-22" в составе центра существенно различаются.

У ЭВМ "Минск-2" были развиты функции сбора информации от многоканальных и многомерных анализаторов и измерительных автоматов^{/23/}. Она дополнена рядом режимов работы и каналов связи со спектрометрической аппаратурой. Разработанный блок связи^{/24/} позволил создать цифровой канал ввода-вывода, обеспечивающий связь с двумя амплитудно-цифровыми преобразователями на 4096 каналов^{/25/}, которые могут работать в режимах как одномерного, так и двумерного анализа. Для одномерного анализа в составе команд ЭВМ введена групповая операция поканальной сортировки /"Анализ"/^{/26/}. Для двумерного анализа созданы две возможности - одна из них позволяет использовать ЭВМ как анализатор с цифровыми окнами, другая производит регистрацию всей информации двумерной матрицы совпадений 4096x4096 каналов в режиме сжатия, уплотняющем ее до 4096 каналов^{/27/}. В этих режимах с ЭВМ непосредственно связываются установки для многомерного корреляционного анализа, измерения времени жизни возбужденных состояний и угловых корреляций. Блок связи позволил, кроме того, соединить с ЭВМ многоканальный анализатор АИ-4096 и многоходовый анализатор АИ-8000^{/28/}, а также автоматический микрофотометр, работающий в режиме последовательной записи^{/29/}, сканирующий автомат^{/30/} и многоканальный измеритель для снятия распределения бета-активности на поверхности приемного устройства масс-сепаратора или другого активного объекта^{/31/}. В ряде режимов блок связи позволяет разбивать разрядную сетку машинного слова из 36 бит на 2 или 4 части, что расширяет объем оперативной памяти до 16 или 32 килослов соответственно.

Анализаторы типа ИЦА-70 /ВНР/ и "Тридак" /Франция/ соединяются с ЭВМ "Минск-2" через коммутатор. Для ввода информации в ЭВМ используется канал фотоввода^{/32/}. Через этот же канал подсоединен накопитель на 4-дорожечной магнитной ленте, обеспечивающий связь с буферным устройством центра в здании синхроциклотрона^{/13/}, а также используемый для промежуточного запоминания информации при многомерном анализе.

ЭВМ "Минск-22" ориентирована, в основном, на обработку информации. Она оснащена более широким комплектом внешних устройств, в том числе широкоформатным печатающим устройством и перфокарточным вводом и выводом данных.

Центр имеет удобные связи как с центром в здании синхроциклотрона, так и с центральным вычислительным комплексом ОИАИ. Обмен информацией с центром в здании синхроциклотрона

осуществляется как с помощью уже упоминавшейся четырехдорожечной магнитной ленты, так и по кабельной линии связи длиной около 1 км^{33,34}. С помощью коммутатора информация с линии связи может быть подана для обработки на любую ЭВМ типа "Минск" через специальные каналы. Передача массива из 4096 чисел занимает около 9 с. Он первоначально записывается на магнитную ленту, а затем обрабатывается. Результаты обработки могут автоматически передаваться обратно в центр, находящийся в здании синхроциклотрона. Все команды, необходимые для обмена информацией, организуются программным путем на ЭВМ, что позволяет легко перестраивать процесс обмена.

Связь с ЭВМ БЭСМ-6 центрального измерительного комплекса ОИЯИ осуществляется по другой кабельной линии. Обмен информацией может осуществляться через коммутатор с любой ЭВМ типа "Минск", на которых созданы специальные устройства связи³⁵, обеспечивающие двухсторонний обмен информацией. В линиях связи использован симметричный магистральный кабель. Техническая скорость передачи составляет 500 Кбайт/с на расстояние до 7 км. Для ЭВМ БЭСМ-6 машины типа "Минск" являются периферийными, с которыми она работает в режиме дистанционной пакетной обработки или в режиме накопления числового материала на магнитной ленте. По линии связи от ЭВМ типа "Минск" информация передается в виде сформированного пакета /файла/, отвечающего требованиям мониторной системы Дубна ЭВМ БЭСМ-6 к задачам, вводимым через обычные читающие устройства /т.е. в образах текстовых перфокарт/, либо в виде двоичного числового материала, записываемого в ЭВМ БЭСМ-6 на магнитную ленту. Последний способ³⁸ более экономичен по затратам магнитной ленты и убыстряет процесс подготовки данных для обработки.

Связь с БЭСМ-6 устанавливается по запросу периферийной машины, что обеспечивается специальной программой обслуживания линии связи, созданной в операционной системе БЭСМ-6 на базе диспетчера ДД-71. Возможности ЭВМ БЭСМ-6 позволяют проводить полную обработку спектров на современном уровне. Наличие в ней стандартных магнитофонов серии ЕС дает возможность переноса информации на любые современные ЭВМ.

Благодаря созданию комплексного спектроориентированного программного обеспечения, специализированных режимов работы и гибких связей на базе ЭВМ типа "Минск" и БЭСМ-6, удалось создать надежную и эффективную систему накопления и обработки спектрометрической информации. За 1968-1978 гг. эта система позволила измерить и обработать свыше 10 000 спектров и получить обширную информацию по свойствам десятков радиоактивных изотопов.

В настоящее время ведутся работы по созданию нового комплекса накопления и обработки спектрометрической информации, основанного на новой технике.

ЛИТЕРАТУРА

1. Озеров Е.Б., Синаев А.Н. В кн.: "IV симпозиум по радиоэлектронике". Изд. ИЯИ ЧСАН, Прага, 1967, с.43.
2. Медведь С.В. и др. ОИЯИ, 10-3836, Дубна, 1968.
3. Казаченко О.Н. и др. ОИЯИ, 10-7173, Дубна, 1973.
4. Akimov Yu.K. et al. Nucl. Instr. and Meth., 1972, 104, p.581.
5. Семенов Б.Ю. Автореферат диссертации. ОИЯИ, 13-7584, Дубна, 1973.
6. Андерт К. и др. ОИЯИ, Р6-8564, Дубна, 1975.
7. Гилев В.И. и др. ОИЯИ, 13-9993, Дубна, 1976.
8. Антюхов В.А. и др. ОИЯИ, 10-10116, Дубна, 1976.
9. Медведь С.В. и др. ОИЯИ, 10-6883, Дубна, 1973.
10. Медведь С.В. и др. ОИЯИ, 10-5929, Дубна, 1971.
11. Прокофьев Ю.П., Синаев А.Н. ОИЯИ, 10-3784, Дубна, 1968.
12. Прокофьев Ю.П., Синаев А.Н., Чистов Н.А. ОИЯИ, 10-3795, Дубна, 1968.
13. Кадыкова С.В., Прокофьев Ю.П., Синаев А.Н. ОИЯИ, 10-3796, Дубна, 1968.
14. Гонусек М. и др. ОИЯИ, Р13-12422, Дубна, 1979.
15. Гонусек М., Фромм В. ОИЯИ, 10-10007, Дубна, 1976.
16. Василенко А.Т. и др. ПТЭ, 1972, №2, с.34.
17. Медведь С.В. и др. ОИЯИ, 10-6884, Дубна, 1973.
18. Арльт Р. и др. ОИЯИ, Р10-7723, Дубна, 1974.
19. Арльт Р. и др. ОИЯИ, Р6-3773, Дубна, 1968.
20. Арльт Р. и др. ОИЯИ, Р6-6227, Дубна, 1972.
21. Дуда Ф. и др. ОИЯИ, 10-4977, Дубна, 1970.
22. Корнев В.И., Никульников А.В., Приходько В.И. ОИЯИ, Р10-8355, Дубна, 1974.
23. Вылов Ц. и др. ОИЯИ, 10-7034, Дубна, 1973.
24. Владимиров В.А. и др. ОИЯИ, 10-4630, Дубна, 1969.
25. Приходько В.И., Тишин В.Г. ОИЯИ, 2492, Дубна, 1965.
26. Владимиров В.А., Дуда Ф., Лысенко З.В. ОИЯИ, 11-3620, Дубна, 1967.
27. Орманджиев С.И. и др. ОИЯИ, 13-8797, Дубна, 1975.
28. Зайдлер З. и др. ОИЯИ, 10-7074, Дубна, 1973.
29. Вылова Л.А. и др. ПТЭ, 1974, №2, с.64.
30. Кононенко Г.А. и др. ОИЯИ, 13-11176, Дубна, 1978.
31. Карнаухов В.А. и др. ОИЯИ, 13-12211, Дубна, 1979.

32. Фоминых В.И., Фоминых М.И., Цупко-Ситников В.М. В кн.: "Тезисы докладов 27 совещания по ядерной спектроскопии и структуре атомного ядра". "Наука", Л., 1977, с.497.
33. Вовченко В.Г. и др. ПТЭ, 1969, №5, с.212.
34. Купцов А.В. и др. ОИЯИ, 13-6275, Дубна, 1972.
35. Аврамов С. и др. ОИЯИ, Р10-6976, Дубна, 1972.
36. Вылова Л.А. и др. ОИЯИ, Р10-7061, Дубна, 1973.
37. Гаджоков В. ПТЭ, 1970, №5, с.82.
38. Аврамов С., Сосновская Е.В., Цупко-Ситников В.М. ОИЯИ, Р10-9741, Дубна, 1976.
39. Заикин Н.С., Фоминых М.И., Хамраев Ф.Ш. ОИЯИ, 10-8369, Дубна, 1974.

Рукопись поступила в издательский отдел
4 декабря 1979 года.