

АКАДЕМИЯ НАУК УССР

ИНСТИТУТ
ЯДЕРНЫХ
ИССЛЕДОВАНИЙ

Препринт КИЯИ-86-4

КИИ-86-4

СИСТЕМА НАКОПЛЕНИЯ И ОБРАБОТКИ
СПЕКТРОМЕТРИЧЕСКОЙ ИНФОРМАЦИИ
В НИЗКОФОНОВЫХ ЭКСПЕРИМЕНТАХ

КИЕВ

УДК 681.3

Г.Н.Гарькуша, Ю.Г.Здесенко, В.Н.Куц, В.И.Третьяк

СИСТЕМА НАКОПЛЕНИЯ И ОБРАБОТКИ
СПЕКТРОМЕТРИЧЕСКОЙ ИНФОРМАЦИИ
В НИЗКОФОНОВЫХ ЭКСПЕРИМЕНТАХ

На базе ЭВМ и аппаратуры в стандарте КАМАК создана система накопления и обработки спектрометрической информации от низкофоновых установок. Диалоговый режим работы, широкий выбор операций и представление результатов на цветном телевизионном дисплее позволяют производить обработку спектров с малым числом отсчетов в канале. В разработанное программное обеспечение включены широко применяемые программы обработки гамма-спектров КАТОК и ЭТАП.

Based on computer and CAMAC equipment a system of spectrometric data accumulation and processing is created from low background installations. The dialogue procedure, a great choice of procedures and result representation in colour TV display allow to make spectrum processing with a small number of counts in a canal. The software includes the widely used processing programmes of γ -spectra KATOK and ETAP.

Accumulation and processing system of spectrometric information in low-background experiments

G.N.Garkusha, Yu.G.Zdesenko, V.N.Kuts, V.I.Tretyak

АКАДЕМИЯ НАУК УССР

Г.Н.Гарькуша, Ю.Г.Здесенко, В.Н.Куц, В.И.Третяк

СИСТЕМА НАКОПЛЕНИЯ И ОБРАБОТКИ
СПЕКТРОМЕТРИЧЕСКОЙ ИНФОРМАЦИИ
В НИЗКОФОНОВЫХ ЭКСПЕРИМЕНТАХ

Киев, Институт ядерных исследований, 1986

Ключевые слова:

системы сбора данных, обработка данных, обработка спектров,
система КАМАК, система измерения на линии с ЭВМ, мони-
торирование, спектрометры, дисплеи в режиме диалога;

data acquisition systems, data processing, spectra unfolding,
CAMAC system, on-line measurement systems, monitoring,
spectrometers, interactive display devices.



Низкофоновые полупроводниковые и сцинтилляционные спектрометры находят широкое применение в фундаментальных и прикладных исследованиях, связанных с поиском редких процессов и измерением низких уровней радиоактивности. Выполнение измерений, накопление и обработка спектрометрической информации от низкофоновых установок имеют некоторые особенности, обусловленные низкой интенсивностью регистрируемых событий. Так, резко возрастают требования к долговременной стабильности и надежности аппаратуры и одновременно упрощаются задачи по обеспечению быстродействия и необходимых временных характеристик электронных блоков для регистрации и передачи информации. Обработка результатов низкофоновых экспериментов осуществляется в условиях статистически недостаточного (по обычным меркам) объема данных, что предъявляет к программному обеспечению ряд специфических требований, среди которых на первый план выдвиг-

гаются достоверность получаемых результатов и гибкость в выборе необходимых операций, наличие обратной связи и возможность активного участия исследователя в процессе обработки и интерпретации результатов с целью максимального использования его знаний и опыта.

В настоящей работе описана система для регистрации, сбора, накопления, обработки и представления спектрометрической информации от низкофоновых установок, разработанная и созданная с учетом указанных требований. Система ориентирована на обработку в диалоговом режиме участков стномерных спектров длиной до 4096 каналов. Эффективность диалогового режима обеспечивается с помощью представления данных на экране цветного графического и алфавитно-цифрового дисплея, благодаря чему пользователь может не только просматривать и готовить исходные данные, но и визуально контролировать результаты выполнения большинства промежуточных операций. Такой подход придает системе обработки необходимую гибкость и значительно уменьшает вероятность ошибок в сложных случаях и условиях низкой статистики. Система освобождает физика от выполнения рутинных вычислений, создает удобства в работе и позволяет ему сосредоточиться на решении своих задач.

Аппаратные средства системы

Структурная схема системы представлена на рис.1. Она состоит из четырех низкофоновых полупроводниковых и спин-

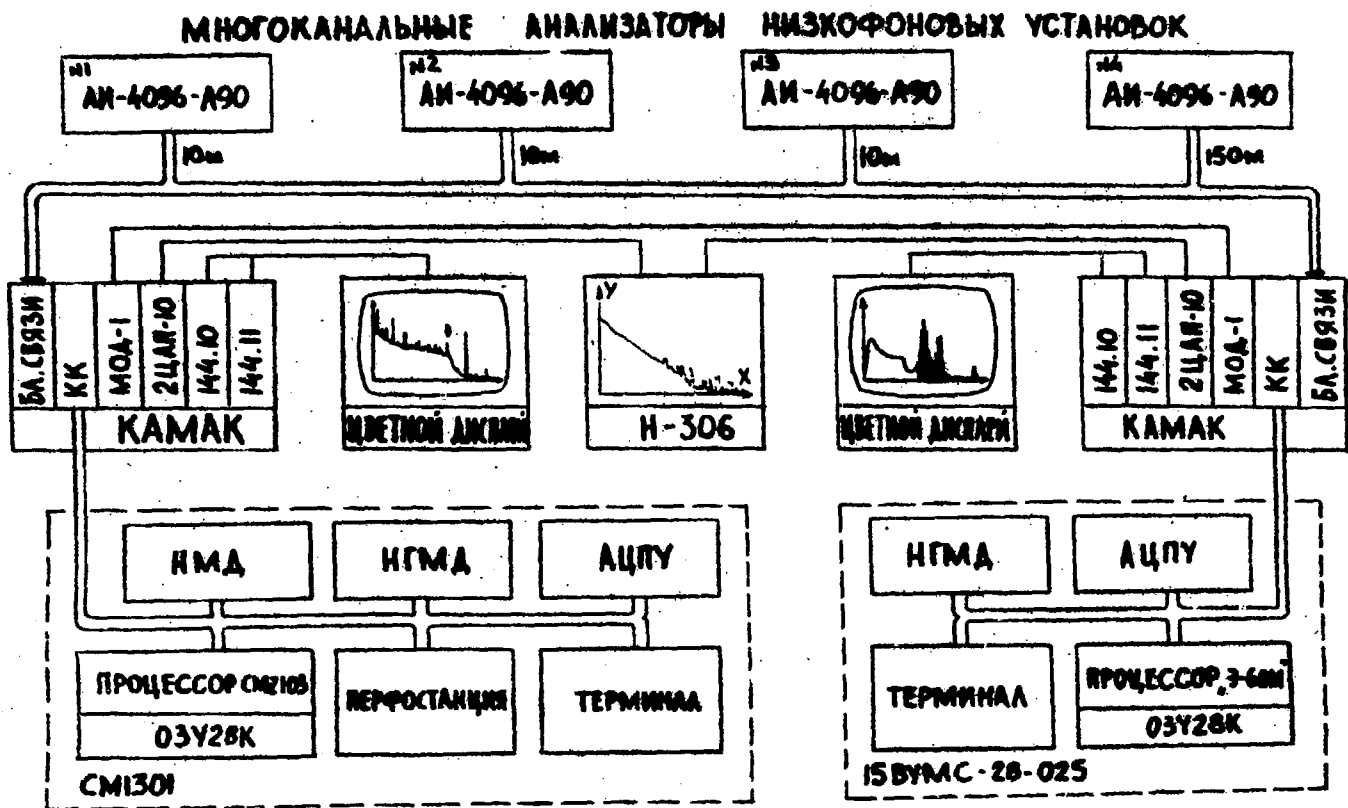


Рис.1. Структурная схема системы накопления и обработки спектрометрической информации

тилляционных спектрометров и двух ЭВМ (СМ-1301 и 15ВУМС-28-025) для обработки регистрируемой информации. ЭВМ расположены в одной комнате, а низкофонные установки удалены на расстояние от 10 до 150 м. Накопление информации в установках осуществляется с помощью многоканальных анализаторов импульсов АИ-4096-А90. К каждой из ЭВМ через контроллеры типа У 2 подключены крейты КАМАК, в составе которых функционируют модули для связи с анализаторами, обмена данными между ЭВМ, а также для вывода информации на цветной телевизионный дисплей и графопостроитель.

Цветной дисплей состоит из модулей "ТЕКСТ-ЦВЕТ 144.10", "ГРАФИК-ЦВЕТ 144.11" (разработка ЛИЯФ АН СССР) и телевизионного приемника "Электрон Ц-260Д". Модули КАМАК формируют видеосигнал для телевизионного приемника, обеспечивают рабочее поле графического изображения 256x256 точек восьми цветов и вывод алфавитно-цифровой информации также восьми цветов, наложенной на графическое изображение. Возможно применение цветного телевизионного приемника или монитора другого типа.

Сигналы управления графопостроителем Н306 формируются модулем 2 ЦАП10, который содержит два цифроаналоговых преобразователя и дополнен схемой управления пером.

Для передачи информации из одной ЭВМ в другую использованы два стандартных блока КАМАК МОД-1.

Связь ЭВМ с многоканальными анализаторами низко-

фоновых установок осуществляется с помощью специально разработанного модуля связи. Этот блок обеспечивает одностороннюю передачу информации в ЭВМ параллельно-последовательным четырехразрядным кодом и подсоединяется к анализатору десятижильным телефонным кабелем в одной общей экранирующей оплетке. Максимальное проверенное расстояние устойчивой передачи данных составляет 150 м. Используемый асинхронный интерфейс обеспечивает необходимое быстродействие и надежность при незначительных затратах на линию связи. Общее время передачи спектра, состоящего из 4096 24 - разрядных чисел, с учетом работы управляющей программы, не превышает 7 с. Со стороны магистрали КАМАК модуль обеспечивает необходимые команды, работу в режиме прерываний и опроса готовности.

Созданная конфигурация аппаратных средств позволяет осуществлять следующие операции:

- ввод в ЭВМ спектров из многоканальных анализаторов через модули связи, а также с перфоленты и устройств внешней памяти ЭВМ;
- представление графической и алфавитно-цифровой информации на цветном дисплее;
- вывод графической информации на двухкоординатный графопостроитель;
- передача данных из одной ЭВМ в другую;
- вывод спектров на стандартные внешние устройства ЭВМ и хранение спектров на магнитных носителях.

Программное обеспечение системы

Программное обеспечение обработки данных функционирует под управлением операционной системы РАФОС. Специализированный комплекс по обработке спектров большинство операций выполняет в диалоговом режиме. Ядром комплекса является интерпретатор команд. После поступления соответствующей команды от пользователя осуществляется переход на подпрограмму, выполняющую указанные операции, и возврат в исходное состояние интерпретатора, причем результаты выполнения операций, как правило, отражаются на терминале и цветном дисплее.

Пользователь имеет возможность ввести спектр из анализатора через модули КАМАК, с фотосчитывателя, с устройств внешней памяти любой из ЭВМ. Подпрограммы ввода обеспечивают автоматическое преобразование спектра к необходимому формату данных. Включены команды, позволяющие исправлять содержимое любых каналов спектра, выполнять четыре арифметических действия с двумя спектрами или с одним спектром и константой, выводить спектры на терминал, цветной дисплей, устройства внешней памяти, перфоратор и печать.

Обработка пиков в спектре может быть проведена с помощью метода моментов /1/, программы автоматического поиска и обработки гамма-спектров ЭТАП /2/ и программы обработки сложных спектров КАТОК /3/. Метод моментов,

благодаря возможности свободного выбора границ пиков и участков аппроксимации фона, применяется для анализа как полупроводниковых, так и сцинтилляционных спектров. В выбранных пользователем участках спектра могут быть вычислены индексы фона, нормированные на время измерения, энергетический диапазон и объем детектора.

В интерпретатор команд включены команды вывода любых частей спектра на цветной графический дисплей. Реализован специальный режим работы с ускоренной реакцией программы на команды пользователя. В этом режиме интерпретируется ограниченное число символов клавиатуры для управления изображением на телевизионном экране (различные сдвиги спектра, изменение масштабов вывода, разметка спектра, перемещение маркера). При этом на экран телевизора постоянно выводятся текущее положение маркера, соответствующая энергия и содержимое канала.

В этом режиме возможно обращение к подпрограммам обработки пиков и участков спектра с отражением результатов на терминале и в графическом виде на телевизионном экране.

Энергетическая калибровка осуществляется аппроксимацией по методу наименьших квадратов экспериментальной зависимости канал-энергия полиномом не выше пятой степени. Подпрограмма позволяет использовать до 50 реперных точек и требует указания соответствующих значений энергии и степени полинома. На основе энергетической калибровки, изме-

ренных площадей и табличных значений относительной интенсивности реперных пиков может быть построена зависимость логарифма относительной эффективности детектора от логарифма энергии /4/, которая также подгоняется методом наименьших квадратов в виде полинома не более чем пятой степени и используется в дальнейшем при расчете нормированных интенсивностей гамма-пиков в экспериментальных спектрах.

Для корректировки отклонений энергетической калибровки спектрометров, а также для сравнения, суммирования или вычитания спектров, измеренных в разных энергетических масштабах, в комплекс включена подпрограмма, преобразовывающая спектры от одной калибровки к другой. Применение этой подпрограммы позволяет аккумулировать результаты продолжительных низкофоновых измерений без ухудшения суммарного энергетического разрешения.

При работе комплекса программ автоматически сохраняются результаты операций по обработке пиков и вычислению индексов фона. После завершения обработки пользователь может отобразить необходимые данные, сформировать таблицы и вывести их на АЦПУ. С помощью отдельной подпрограммы осуществляется также вывод спектров на двухкоординатный графопостроитель.

Описанная в настоящей работе система накопления, обработки и представления спектрометрической информации больше года используется в низкофоновых измерениях с полупроводниковыми и сцинтилляционными детекторами.

Кроме того, многие программные модули с успехом используются при моделировании на ЭВМ процессов взаимодействия электронов и гамма-квантов с веществом, а также при расчетах эффективности детекторов и статистической обработке экспериментов по изучению двойного бета-распада. Эксплуатация системы позволила резко поднять качество обработки данных и значительно уменьшить затраты труда исследователей.

Освобождая пользователя от выполнения рутинных операций и оставляя за ним возможность принятия решений и выбора необходимых процедур, созданный программный комплекс обеспечивает физика наглядными, гибкими и эффективными средствами обработки, анализа и интерпретации результатов низкофоновых опытов, способствуя тем самым существенному повышению качества и интенсивности исследований.

Авторам приятно выразить благодарность Ц.Вылову (ОИЯИ) за плодотворные дискуссии и ознакомление с системой накопления и обработки спектрометрической информации Лаборатории ядерных проблем ОИЯИ, что во многом послужило стимулом и значительно ускорило создание системы, представленной в настоящей работе;

В.Г.Бруданину (ЛЯП ОИЯИ), П.М.Голычу, В.В.Сотникову (Харьковский госуниверситет) за передачу отдельных программных разработок, использованных в созданной системе;

А. Г. Никанорову (ЛИЯФ АН СССР) за изготовление и

настройку необходимых модулей КАМАК, а также В.В.Музалевскому за изготовление и подключение блоков для передачи информации из многоканальных анализаторов в ЭВМ.

Список использованной литературы

1. Lederer C.M. Computer analysis of spectra.- radioactivity in Nuclear spectroscopy, 1972, New York v.1.
2. Гопыч П., Залюбовский И., Сотников В. Автоматическая обработка линейчатых спектров с явным учетом показателей качества идентификации пиков (программа ЭТАП). - Прикладная ядерная спектроскопия, 1982, вып.11, с.86-101.
3. Gadjakov V. Processing of Discrete Nuclear Spectra on Small Computers.- Дубна, ОИЯИ, 1979, E10-12352, E10-12353, E10-12354.
Дубна, ОИЯИ, 1979, E10-12352, E10-12353, E10-12354.
4. Вылов Ц. Прецизионная спектроскопия гамма-лучей радиоактивных нуклидов с помощью полупроводниковых детекторов. Дубна, ОИЯИ, 1977, P6-10417.

Рукопись поступила в редакционную группу
ИЯИ 3.01.86 г,

Геннадий Наумович Гарькуша,
Юрий Георгиевич Здесенко,
Василий Николаевич Куд,
Владимир Ильич Третьяк

СИСТЕМА НАКОПЛЕНИЯ И ОБРАБОТКИ СПЕКТРОМЕТРИ-
ЧЕСКОЙ ИНФОРМАЦИИ В НИЗКОФОНОВЫХ ЭКСПЕРИМЕНТАХ
(Препринт КИЯИ-86-4)

Редакторы: Малашкіна Л.П.
Солдатенко Н.А.

Подписано к печати 20.3.86 г.

| | | |
|------------------|------------------------|-------------------|
| БФ 25038 | Бумага офсетная | Усл.-печ.л. -0,75 |
| Изд. № КИЯИ-86-4 | Печать офсетная | Уч.-изд.л. -0,95 |
| Тип.заказ 157 | Формат бумаги 60x90/16 | |
| Тираж 200 экз. | Цена 6 коп. | |

СКТБ с ЭП Института ядерных исследований АН УССР
252028, Киев-28, проспект Науки, 119
