

5. Козлачков В. А., Юношев В. П. Микро-ЭВМ для систем сбора и первичной обработки информации.— В кн.: Автоматизация научных исследований на основе применения ЭВМ. (Тезисы докладов Всесоюз. конф.) Новосибирск, изд. ИЛИЭ СО АН СССР, 1979.

Поступила в редакцию 8 июня 1979 г.;  
окончательный вариант — 24 сентября 1979 г.

УДК 681.3.02

М. Н. БУХАРОВ, В. М. ВУКОЛИКОВ, А. Н. ВЫСТАВКИН,  
А. Я. ОЛЕЙНИКОВ, Л. З. ПОСОШЕНКО, В. Н. СРЕЛЬНИКОВ,  
В. А. ТИМОФЕЕВ, Н. А. ТИХОМИРОВ  
(Москва)

### УНИФИЦИРОВАННАЯ СИСТЕМА АВТОМАТИЗАЦИИ ЭКСПЕДИЦИОННЫХ ЭКСПЕРИМЕНТОВ

В настоящее время интенсивно развивается ряд направлений в общей физике, геофизике и других областях науки, связанных с исследованиями распространения радиоволн, а также с использованием методов радиофизики для изучения свойств окружающей среды. Характерная черта таких исследований — возрастание роли радиофизических экспе-

#### Результаты анализа

Номер п/п	Число источников информации	Вид информационного сигнала	Скорость поступления информации, байт/с	Объем информации, поступающей за время цикла, Кбайт	Требуется ли привязка к сигналам СЕВ?
1	4	Напряжение постоянного тока	8	700	Нет
2	1	То же	$20 \cdot 10^3$	1	»
3	1	Двоичный код	400	35 000	Да
4	3	Напряжение постоянного тока	$150 \cdot 10^3$	3	»
5	4	То же	80	600	»
6	6	»	180	15 600	»
7	4	»	450	1620	»
8	2	»	$16 \cdot 10^3$	18 000	»
9	6	»	$16 \cdot 10^3$	18 000	»
10	22	»	900	16 000	»
11	4	Напряжение постоянного тока, двоичный код	500	10	»

Примечание. ОРВ — обработка в реальном времени, ОО — обработка оперативная спектра, Г — определение закона распределения, расчет дисперсии, математического ожидания,

риментов, которые, как правило, проводятся в условиях экспедиции. Особенностью экспедиционных радиофизических экспериментов (ЭРЭ) является необходимость регистрации и обработки больших объемов информации. До последнего времени чаще всего в ходе ЭРЭ информация с выходов измерительных преобразователей регистрировалась на различных носителях (главным образом в аналоговой форме), а преобразование в цифровую форму и обработка на ЭВМ осуществлялись в стационарных вычислительных центрах. Эффективность исследований при этом оказывалась низкой ввиду невозможности проведения экспресс-анализа данных и регулирования по его результатам режима проведения ЭРЭ, а также трудностей технического и программного характера при вводе данных в ЭВМ для обработки.

Для интенсификации и повышения эффективности ЭРЭ необходимо предоставить исследователям возможность непосредственно в экспедиционных условиях осуществлять некоторые виды предварительной обработки и максимально упростить операции по дальнейшей обработке данных.

Целью данной работы является разработка унифицированной системы, пригодной для автоматизации ЭРЭ широкого класса. Для достижения этой цели на первом этапе ставилась задача выявления характерных требований к такой системе. Очевидно, что специфика ЭРЭ выдвигает в качестве важнейших с точки зрения эксплуатации системы требования компактности, малых веса и энергопотребления, простоты обслуживания. Не предусматривалось удовлетворение специальных требований к рабо-

ряда ЭРЭ

Требуется ли регистрация всей первичной информации?	Требуется ли вторичная обработка?	Требуется ли первичная обработка, ее вид?	Основные алгоритмы первичной обработки	Представление результатов
Нет	Нет	Да, ОРВ	Пересчет значений, Г	Печать результатов обработки
»	»	Да, ОО	С	Визуализация в графической форме
»	Да	Да, ОРВ	Фильтрация, расчет среднего значения	График на самописце
Да	»	Нет	—	—
»	»	Да, ОРВ	Г, СТ	Визуализация в графической форме
»	»	То же	СТ	То же
»	Нет	Да, ОО	Г, СТ	Печать, визуализация в графической форме
»	Да	То же	С, ВКФ	Визуализация в графической форме
»	»	»	Г, СТ	То же
»	»	Да, ОРВ, ОО	Г, СТ, ВКФ	»
»	»	То же	Функциональное преобразование, Г, СТ	»

Г — расчет интегральных функций, СТ — расчет текущего спектра, С — расчет

те в особых экспедиционных условиях (высокие влажность и температура воздуха, уровень вибраций т. п.), поскольку большинство исследований, на которые ориентированы описываемые разработки, проводятся в условиях, близких к лабораторным.

Для выявления функциональных особенностей системы был проведен анализ 11 достаточно разнородных ЭРЭ. Результаты анализа сведены в таблицу. В качестве пояснения отметим следующее. Скорости поступления информации рассчитывались исходя из требований к точности аппроксимации непрерывных сигналов дискретными выборками. Объемы информации оценены из максимальной продолжительности одного цикла эксперимента (последняя в разных случаях составляет от долей секунды до суток). Под первичной обработкой подразумевается обработка в экспедиционных условиях. Она может осуществляться как в реальном масштабе времени, так и в интервалах между циклами (оперативная обработка). Требование вторичной обработки зарегистрированной информации фактически означает необходимость осуществления регистрации в виде, позволяющем вводить информацию в достаточно мощные ЭВМ (класса М-4030, ЕС-1030 и т. п.) на стационарных ВЦ.

Исходя из результатов анализа, легко сформулировать требования к системе и синтезировать унифицированную структуру, на базе которой представляется возможным автоматизировать ЭРЭ широкого круга.

Учитывая основные требуемые виды обработки данных в экспедиционных условиях (см. таблицу, п. 10), можно сделать вывод о том, что в систему должен входить цифровой вычислитель, обладающий ОЗУ емкостью более 4 Кбайт и достаточно развитым математическим обеспечением. (Требование к емкости ОЗУ вытекает, в частности, из необходимости проведения статистической обработки типа расчета малосмещенных оценок энергетического спектра.) В качестве такого вычислителя сейчас наиболее целесообразно использовать микро-ЭВМ «Электроника-60» [4].

Очевидно, что входные аналоговые сигналы от нескольких источников в системе должны преобразовываться в цифровую форму. Поэтому в структуру системы необходимо ввести аналого-цифровой преобразователь (АЦП) и коммутатор аналоговых сигналов. Ввиду того что в основном обработка данных имеет статистический характер, максимальная приведенная величина погрешности квантования по уровню чаще всего не должна превышать 0,5—1 %. Такую погрешность обеспечивают АЦП с числом разрядов 7-8. При этом коммутатор должен обладать нормированными точностными характеристиками, которые можно учесть при обработке. Из таблицы (см. п. 4) видно, что для АЦП системы необходимое время преобразования 5—6 мкс. Это важно для быстропротекающих ЭРЭ (например, № 4), а также для относительно медленных ЭРЭ (например, № 8, 10, где точность расчетов кросс-корреляционных функций, очевидно, критична к относительным сдвигам выборок). Соответственно коммутатор должен обладать высоким быстродействием (частота коммутации не ниже 200 кГц).

Другим требованием к системе является обеспечение возможности привязки регистрируемых данных к сигналам системы единого времени (СЕВ). Для этого необходимо использовать в системе устройство синхронизации.

Далее, система должна обеспечивать возможность регистрации информации объемом до 16—18 Мбайт за сеанс в формате ЕС ЭВМ (см. таблицу, п. 5, 8), для чего нужны устройства регистрации типа цифровых накопителей на магнитной ленте (НМЛ).

Наконец, важным требованием к системе является возможность визуализации (в графической или (и) цифробуквенной форме) результатов обработки или (и) самих данных, получаемых в ходе ЭРЭ. Визуализация в графической форме может быть реализована путем преобразования

цифровых данных в аналоговую форму с использованием цифроаналоговых преобразователей (ЦАП) с последующим выводом на электронно-лучевые трубки, самописцы и т. п.

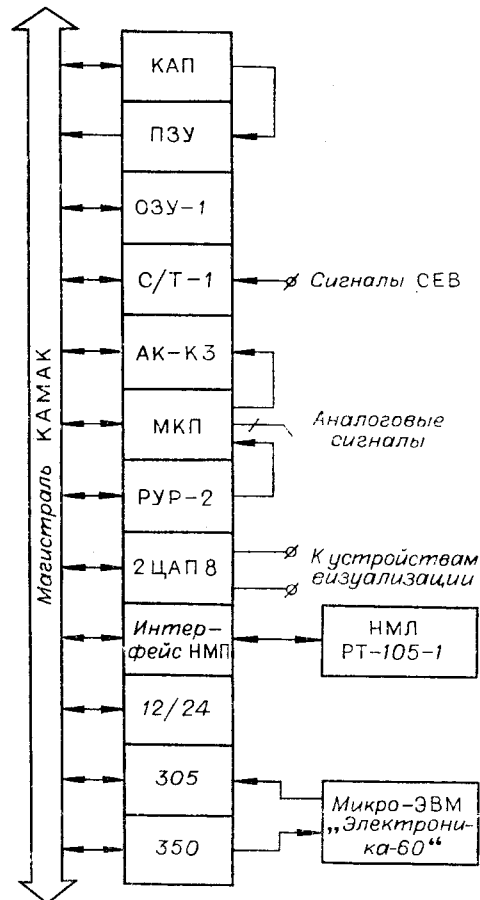
В качестве основы для реализации системы выбрана программируемая модульная аппаратура КАМАК, достоинства и особенности которой широко известны [2].

На базе аппаратуры КАМАК легко реализуется унифицированная система, удовлетворяющая сформулированным выше требованиям. При этом необходимы, во-первых, следующие виды функциональных модулей: быстродействующие АЦП, коммутатор, ЦАП, модуль синхронизации. Кроме того, нужен модуль согласования НМЛ конкретного типа с магистралью КАМАК. Возможности системы в смысле обработки данных в реальном времени значительно расширяются, если микро-ЭВМ максимально разгружать от функций управления сбором и регистрацией данных. С этой целью микро-ЭВМ может подключаться к крейту через регистры ввода и вывода, а программы сбора и регистрации данных реализуются аппаратно путем использования автономного контроллера и постоянных запоминающих устройств

(ПЗУ) [3]. Необходимая последовательность КАМАК-операций реализуется автономным контроллером путем считывания из ПЗУ и передачи в магистраль КАМАК соответствующих команд. При этом в алгоритме возможны логические разветвления и переходы. Организация этой структуры требует, таким образом, еще модулей ПЗУ, автономного контроллера, входного и выходного регистров.

Информация на устройства визуализации может поступать из ОЗУ вычислителя. Однако часто, например при выводе данных с регенерацией на ЭЛТ, выгоднее использовать внешние ЗУ (модуль КАМАК). Кроме того, такое ЗУ позволит осуществлять буферизацию данных при сборе на НМЛ.

В соответствии с этими соображениями была разработана структура унифицированной системы автоматизации ЭРЭ на базе аппаратуры КАМАК и создан опытный образец (см. рисунок). Реализуемая система строится на основе крейта КАМАК, оснащенного наборами модулей производства СКБ ИРЭ АН СССР [4]: КАП (автономный программируемый контроллер крейта), ПЗУ (постоянное запоминающее устройство), ОЗУ-1 (модуль запоминающего устройства), С/Т-1 (синхронизатор-таймер), АК-КЗ (АЦП,  $t_{пр} = 2,5$  мкс, 8 бит), МКП (полупроводниковый коммутатор), РУР-2 (регистр управления коммутатором), 2ЦАП8 (цифроаналоговый преобразователь двухканальный) — и производства объединения «Ролон» (ПНР): 305 (входной регистр), 350 (выходной регистр), 12/24 (вспомогательный модуль для обеспечения питающими напряжениями  $\pm 12$  В магистральной крейта), а также интерфейсным модулем НМЛ в макетном исполнении.



Регистрация данных осуществляется на НМЛ РТ-105-1 (производство ПНР), позволяющем записывать на одну МЛ до 20 Мбайт в формате ЕС ЭВМ с плотностью 8 или 32 бит/мм.

Большая потребность в системе автоматизации описанного типа обуславливает необходимость организации ее серийного выпуска.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Бухаров М. Н., Выставкин А. Н., Моренков А. Д. и др. Использование микро-ЭВМ «Электроника-60» совместно с аппаратурой КАМАК в системах автоматизации экспериментов.— В кн.: Автоматизация научных исследований на основе применения ЭВМ. (Тезисы докладов.) Новосибирск, изд. ИАиЭ СО АН СССР, 1979.
2. Виноградов В. И. Дискретные информационные системы в научных исследованиях. М., Атомиздат, 1976.
3. Винниченко В. С., Олейников А. Я., Панкрац Е. В. и др. Автономное управление экспериментальным оборудованием, выполненным в стандарте КАМАК.— В кн.: Структура, технические средства и организация систем автоматизации научных исследований. (Материалы X Всесоюз. школы по автоматизации научных исследований.) Л., изд. ЛИЯФ, 1977.
4. Модули систем автоматизации научного эксперимента в стандарте КАМАК.— Каталог проспекта, М., изд. СКБ ИРЭ АН СССР, 1978.

*Поступила в редакцию 14 июня 1979 г.*

УДК 62-529 : 535.37

**В. А. ГАЙСЛЕР, Э. Е. ДАГМАН, А. Р. КЛЯЙН, А. С. ТЕРЕХОВ**

*(Новосибирск)*

#### **РАМАНОВСКИЙ СПЕКТРОМЕТР, УПРАВЛЯЕМЫЙ ЭВМ**

В последние годы специализированные и универсальные микро- и мини-ЭВМ находят широкое применение при создании спектральных приборов. Использование ЭВМ улучшает основные параметры спектральной аппаратуры, резко сокращает затраты времени на регистрацию и обработку спектров, повышает точность и достоверность получаемых результатов. Анализ возможных применений ЭВМ в решении разнообразных спектроскопических задач и весьма обширная библиография по этому вопросу приведены в появившемся недавно обзоре [1].

В данной работе рассмотрено одно из типичных применений ЭВМ в спектроскопии — для выделения сигнала из шума. Для решения этой задачи возможны два режима работы спектрометра: многократное сканирование выбранного участка спектра и усреднение полученных результатов с помощью ЭВМ [2]; регулирование времени накопления  $\tau$  сигнала в каждой точке выбранного участка спектра до достижения заданной оператором относительной ошибки  $\delta_1$  [3]. Эта ошибка носит случайный характер и обусловлена конечным отношением сигнал/шум (С/Ш) на выходе системы. Первый режим предъявляет высокие требования к механической системе развертки длин волн спектрометра, поскольку при повторных сканированиях должны совпадать длины волн, на которых измеряется сигнал. Кроме того, в данном режиме измерения величина  $\delta_1$  неодинакова для различных участков спектра, что является неудобным при количественном анализе формы линии.

Указанных недостатков лишен второй режим работы спектрометра, дополнительное преимущество которого состоит в возможности полной