

КРАТКИЕ СООБЩЕНИЯ

УДК 681.325

М. Н. БУХАРОВ, В. М. ВУКОЛИКОВ, А. Н. ВЫСТАВКИН,
А. Д. МОРЕНКОВ, А. Я. ОЛЕЙНИКОВ, М. И. ПЕРЦОВСКИЙ,
А. А. СНЕГИРЕВ, Н. А. ТИХОМИРОВ

(Москва)

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ АВТОНОМНОГО КОНТРОЛЛЕРА КАМАК-КРЕЙТА
НА ОСНОВЕ МИКРОПРОЦЕССОРА INTEL-8080
В СИСТЕМАХ АВТОМАТИЗАЦИИ ЭКСПЕРИМЕНТОВ

В последние годы весьма широкое применение для автоматизации научных экспериментов получили системы на основе мини- и микро-ЭВМ и аппаратуры КАМАК. Основными функциями таких систем обычно являются управление экспериментальной установкой, сбор и предварительная обработка (нормирование, фильтрация, экспресс-анализ и т. д.) данных эксперимента [1]. Для связи с более мощными средствами обработки используются машинные носители информации и/или каналы связи.

При автоматизации экспериментов с относительно небольшими потоками входных данных (скорость поступления информации до 15 Кбайт/с, объем информации, собираемой за цикл накопления, до 40 Кбайт) нашли применение системы с использованием автономных контроллеров крейта на основе микропроцессорных средств [2—4]. В данной работе описываются три системы, реализованные на основе автономных контроллеров типа JSAM-10 [5] и включенные в состав многоуровневого иерархического измерительно-вычислительного комплекса автоматизации научных исследований в ИРЭ АН СССР [6].

Остановимся вначале на общей характеристике JSAM-10 и программных средств. Автономный контроллер JSAM-10 построен на базе микропроцессорного набора MCS-80 и представляет собой микро-ЭВМ на основе микропроцессора INTEL-8080, встроенную в модуль КАМАК и связанную с магистралью крейта через интерфейсные схемы. Микро-ЭВМ имеет ОЗУ объемом 5 Кбайт и ППЗУ объемом 4 Кбайт. Емкость ЗУ может расширяться с помощью подключения к шине микро-ЭВМ дополнительных блоков, имеющих емкость 12 Кбайт и выполненных в виде модулей КАМАК. Для подключения консоли оператора микро-ЭВМ оснащена асинхронным последовательным интерфейсом. Ввод программ производится через фотосчитывающее устройство, также выполненное в виде модуля КАМАК. В ППЗУ JSAM-10 записана программа-монитор, обеспечивающая диалог с оператором при вводе и отладке программ.

Программы составляются на языке ассемблера ASINTEL. Для получения перфолента в формате абсолютного загрузчика JSAM-10 используются стандартные средства операционной системы и кросс-ассемблер ЭВМ серии CM.

При разработке программного обеспечения систем были созданы средства общего назначения, частично пригодные для использования в системах на базе отечественного микропроцессора K580IK80.

Для облегчения составления и отладки программ управления КАМАК-аппаратурой выполнена реализация подмножества языка промежуточного уровня IML [7]. С использованием последнего создан ряд программ-драйверов для модулей КАМАК (аналого-цифровой и цифроаналоговый преобразователи, интерфейс перфоратора и т. п.).

Созданы следующие программы достаточно общего назначения: организующая программа, позволяющая оператору задавать режим работы (выбор рабочей программы) системы путем ввода директив с консоли;

вывод таблицы на дисплей;
преобразование числа, заданного в виде последовательности цифр в коде КОИ-7, в двоичное число с фиксированной запятой;
преобразование двоичного числа с фиксированной запятой в десятичную форму в коде КОИ-7;

левый и правый сдвиги на заданное число разрядов двоичного числа из нескольких байтов;

перемножение с фиксированной запятой одно-, двух- и трехбайтовых чисел;
расчет значений sin и cos для аргумента в диапазоне 0—2л с точностью 10⁻⁴

и т. п.

Остановимся далее на изложении особенностей созданных систем. Первая из них используется для автоматизации экспериментов по исследованию спектрального состава радиосигналов СНЧ-диапазона. Основным режимом функционирования системы является синхронизируемый от внешнего источника сбор заданного (от 1 до 64) числа сегментов с заданным (от 2^7 до 2^{10}) числом отсчетов исследуемого сигнала одного источника и вычисление нескольких (от 1 до 16) компонент синфазного и квадратурного спектров, а также усреднение результатов расчета по сегментам. Имеется еще 9 других режимов, обеспечивающих, например, настройку параметров программы обработки, вывод отсчетов сигнала или результатов обработки на перфоленду, вывод результатов обработки в виде таблицы на дисплей, представление сегмента на экране осциллографа и т. п. Выбор режима производится через организующую программу.

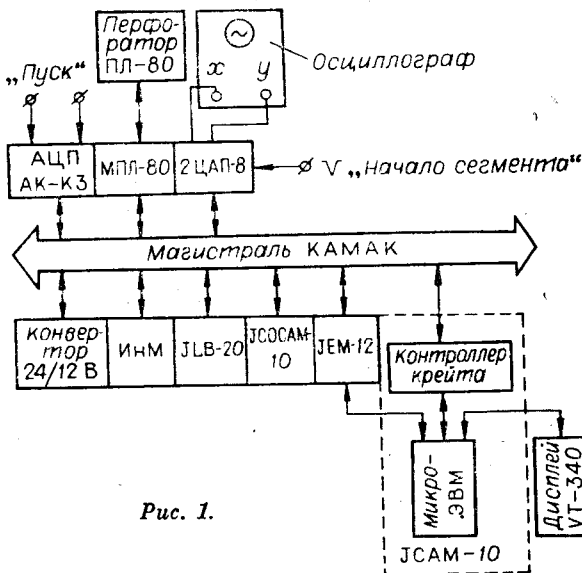


Рис. 1.

Структурная схема системы приведена на рис. 1. Основными компонентами являются крейт КАМАК с девятью модулями, алфавитно-цифровой дисплей VT-340, ленточный перфоратор, электронно-лучевой осциллограф. В крейте установлены следующие блоки КАМАК:

а) производства СКБ ИРЭ АН СССР [8]: аналого-цифровой преобразователь АК-К3, цифроаналоговый преобразователь 2ЦАП-8, модуль связи с перфоратором МПЛ-80 (МПЛ-150), индикатор магистрали КАМАК ИнМ;

б) производства объединения POLON (ПНР): преобразователь напряжения 24/12 В типа 058;

в) производства фирмы «Шлюмберже» (Франция): автономный контроллер крейта JCSAM-10, модуль расширения ОЗУ на 12 Кбайт JEM-12, отладочная консоль JCSAM-10, модуль фотосчитывающего устройства JLB-20.

Рабочая программа системы требует около 7,5 Кбайт ОЗУ. Расчет 16 компонент синфазного и квадратурного спектров для сегмента из 1024 выборок проводится за время около 2 мин с погрешностью 0,1%. Точность вычислительного алгоритма анализировалась по методике, изложенной в [9]. Частота взятия отсчетов при накоплении сегмента — до 10 кГц.

Система эксплуатируется в экспедиционных условиях.

Вторая система работает в лабораторных условиях и подключена через линию связи к ЭВМ верхнего уровня. Основное ее назначение — преобразование информации, зарегистрированной на ленте самописца, в цифровую форму; пересылка данных на обработку и хранение в большую ЭВМ. Кроме того, система позволяет принимать цифровую информацию от большой ЭВМ и выводить данные на устройства визуализации, а также дает возможность оператору вести диалог с большой ЭВМ. В общей сложности система имеет 14 программных режимов работы, выбор которых производится через организующую программу. Рассмотрим основные режимы:

преобразование в цифровую форму с заданным интервалом дискретизации заданного участка записи и формирование массива отсчетов в ОЗУ JCSAM-10 (запуск и остановка протяжки ленты самописца под программным управлением, начало и конец накопления массива по маркерам на ленте, преобразование записи на ленте в электрический сигнал с помощью потенциометрического преобразователя, управляемого оператором вручную);

вывод массива отсчетов и служебной информации на перфоленду;

ввод служебной информации через клавиатуру алфавитно-цифрового дисплея в ОЗУ JCSAM-10;

ввод данных с перфоленды и пересылка через канал связи в большую ЭВМ;

прием в ОЗУ JCSAM-10 данных, обработанных в большой ЭВМ, и вывод их на графопостроитель, перфоленду и т. п.

Структурная схема системы приведена на рис. 2. В состав системы входят крейт КАМАК с двенадцатью модулями, ленточный самописец, графопостроитель, перфоратор, алфавитно-цифровой дисплей. Используются следующие модули КАМАК:

а) производства СКБ ИРЭ АН СССР [8]: аналого-цифровой преобразователь АК-К3, синхронизатор-таймер С/Т-1, ручной клавишный регистр 1РРК, модуль связи с перфоратором МПЛ-80;

б) производства объединения POLON (ПНР): «Relay coupler» типа 635-AS,

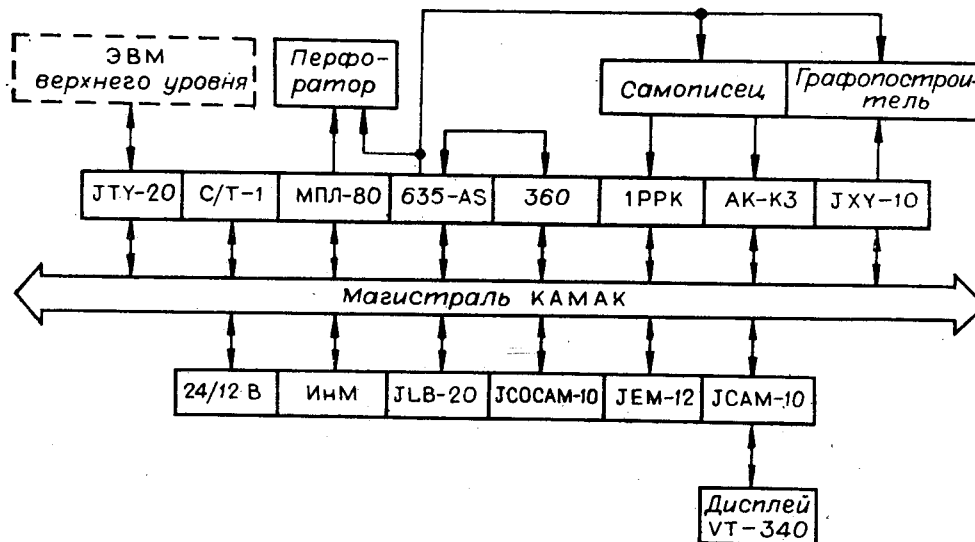


Рис. 2.

«Driver register» типа 360, преобразователь напряжения 24/12 В типа 058; в) производства фирмы «Шлюмберже» (Франция): цифроаналоговый преобразователь JXY-10, интерфейс последовательной линии связи JTY-20, а также блоки, входящие в комплект автономного контроллера и перечисленные при описании первой системы.

Рабочая программа системы требует памяти объемом около 13 Кбайт. Частота дискретизации сигнала задается оператором в диапазоне 1 ... 10 Гц. Максимальное число отсчетов в накапливаемом массиве 9000.

На рис. 3 представлена блок-схема системы автоматизации экспериментов, проводимых в экспедиционных условиях и относящихся к радиофизическим исследованиям (распространение радиоволн, геофизика, статистическая радиофизика). Такие эксперименты имеют ряд особенностей, главными из которых являются: 1) необходимость сбора и обработки больших объемов информации; 2) невозможность использования мини-ЭВМ и расширенного состава периферийных устройств из-за требований компактности; 3) необходимость экспресс-обработки и представления полученных данных в ходе эксперимента, а также управления аппаратурой; 4) необходимость проведения сложной обработки данных на больших ЭВМ вычислительных центров.

Система построена на базе микро-ЭВМ «Электроника-60» и аппаратуры КАМАК (главным образом производства фирмы «Шлюмберже») и представляет собой двух-крейтовую систему с распределенным интеллектом. При этом в крейте 1 осуществляются сбор экспериментальных данных под управлением автономного контроллера JCAM-10, их простейшая обработка и пересылка на второй уровень — в микро-ЭВМ «Электроника-60». Микро-ЭВМ принимает экспериментальную информацию от крейта 1, проводит ее первичную обработку, управляет крейтом 2 через контроллер JLSI-10, а также регистрацией данных на НМЛ ИЗОТ-5003. Для хранения системного и прикладного матобеспечения микро-ЭВМ используется накопитель на магнитных дисках типа CM-5603. Оба указанных устройства взяты из состава ЭВМ CM-3, и для подключения их интерфейсов к каналу микро-ЭВМ применено устройство сопряжения с общей шиной (УСОШ). Крейт 2 предназначен для вывода результатов предварительной обработки на экран и графопостроитель для экспресс-анализа в ходе эксперимента, а также для управления экспериментальной установкой.

Помимо упомянутых ранее, в состав системы входят следующие модули КАМАК: коммутатор JMR-10, преобразователь аналог — код JCANR-10, два модуля буферной памяти JTR-10, ручной контроллер JAR-10, образующие подсистему быстрого сбора (~100 кГц), а также другие модули: входной регистр JRE-10, выходной регистр JRS-10, модуль управления графическим дисплеем JDD-10, модуль обмена данными МОД-1 и индикатор магистрали ИИМ (производство СКБ ИРЭ АН СССР).

В заключение отметим следующее. Опыт использования автономного контроллера при разработке и эксплуатации описанных систем свидетельствует о высоких гибкости, универсальности и надежности этого микропроцессорного средства автоматизации экспериментов. Безусловно, системы, в которых необходимо выполнять сложную арифметическую обработку данных в реальном времени, требуют применения специальных средств обработки. Однако в довольно многочисленных экспериментах, являющихся не критичными к длительности обработки данных, использование недорогих микро-ЭВМ с малой разрядностью слова представляется вполне оправданным. Поэтому целесообразны продолжение и интенсификация разработок отече-

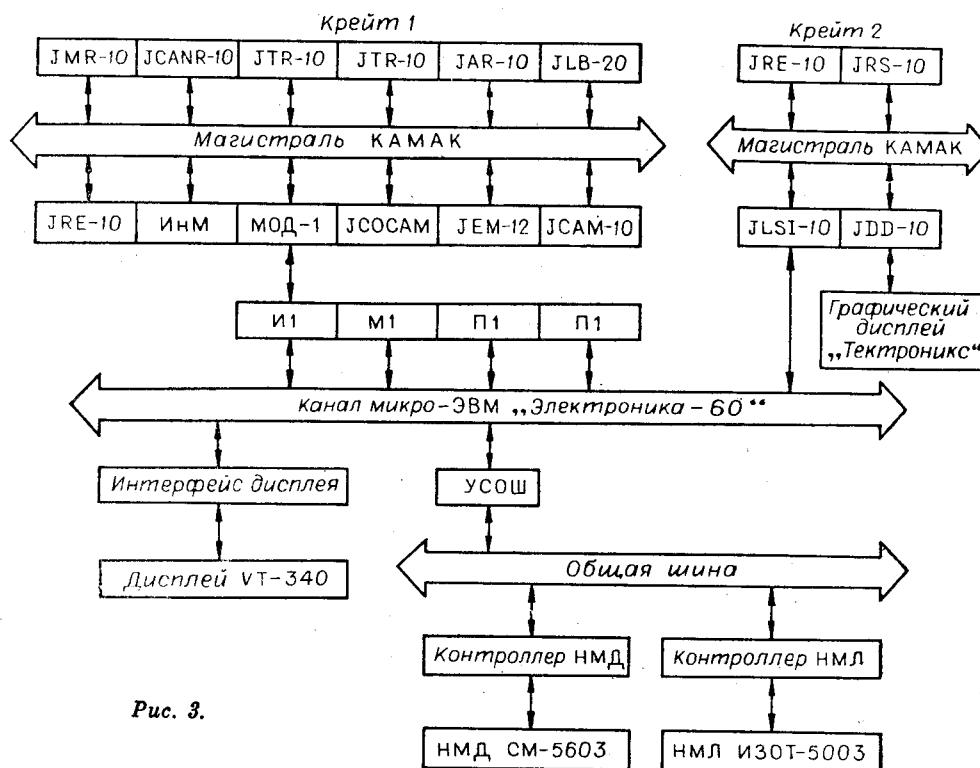


Рис. 3.

ственных автономных контроллеров КАМАК-крейтов, в особенности удовлетворяющих требованиям стандарта 6500 [10]. Необходимо констатировать также настоятельную потребность в создании и развитии средств программирования высокого уровня для микропроцессорных систем.

ЛИТЕРАТУРА

1. Выставкин А. Н. Вычислительная техника в физических исследованиях.— Вестник АН СССР, 1979, т. 1, № 1.
2. Сидоров В. Н., Синаев А. Н., Чуриш И. Н. Управляющая система в стандарте КАМАК на основе контроллера с микро-ЭВМ.— ПТЭ, 1980, № 6.
3. Даматов Я. М. и др. Микропроцессорный контроллер М-16.— Электрон. пром-сть, 1980, вып. 7 (91), с. 3.
4. Вуколиков В. М., Олейников А. Я., Перцовский М. И. Автоматизация полевого спектрального эксперимента на основе аппаратуры КАМАК и микро-ЭВМ.— В кн.: Новые методы спектрального анализа. Новосибирск: Наука, 1982.
5. Autonomous CAMAC Crate Controller JCAM-10. Ewertec — Schlumberger, 1978.
6. Выставкин А. Н. Состояние и перспективы развития работ по автоматизации научных исследований в области физики.— М.: изд. ИРЭ АН СССР, 1977. (Препринт/АН СССР, ИРЭ; № 12 (235)).
7. Бухаров М. Н., Вуколиков В. Н., Панкрац Е. В. Реализация подмножества языка IML для автономного контроллера JCAM-10.— Автометрия, 1982, № 2.
8. Модули систем автоматизации научного эксперимента в стандарте КАМАК: Каталог проспекта.— М.: изд. СКБ ИРЭ АН СССР, 1978.
9. Строганов Р. П. Управляющие машины и их применение.— М.: Высшая школа, 1978.
10. Multiple Controllers in a CAMAC Crate, ESONE Comittee, EUR 6500e. Luxembourg, CEC, 1978.

Поступило в редакцию 17 августа 1981 г.