

В контроллере, как указывалось выше, предусмотрено запрещение векторизованного прерывания на период выполнения ряда операций.

М-16К — оперативная память. Оперативное запоминающее устройство (ОЗУ) предназначено для хранения информации в системе. ОЗУ выполнено в виде модуля КАМАК шириной 1М и представляет собой динамическую память с произвольным доступом объемом $16\text{ К} \times 8$ бит. Возможности адресации процессора позволяют подключить до 4 таких модулей.

При аварийном отключении питания модуль переходит в режим хранения информации, при этом он потребляет от резервного источника (аккумулятора или батареи) $+12\text{ В}$ не более 350 мА.

Структурно ОЗУ состоит из 32 микросхем памяти динамического типа объемом $4\text{ К} \times 1$ бит. Матрица элементов памяти разбита на 4 линейки по 8 микросхем в каждой.

В модуле существует автономная система регенерации, необходимая для работы динамических элементов памяти. Она состоит из тактового генератора, работающего на частоте около 64 кГц, счетчика адреса регенерации и схемы запроса на регенерацию. Импульсы тактового генератора инициируют активный сигнал на шине REF REQ, реакцией на который является установление активного сигнала на шине REF GRANT, воспринимаемого модулем ОЗУ как разрешение цикла регенерации. Уровень REF REQ поддерживается на BUS в течение одного машинного цикла, после чего микро-ЭВМ переходит к выполнению текущей программы. Установление следующего активного уровня сигнала на шине REF REQ произойдет через 16 мкс. Полный цикл регенерации информации в ОЗУ осуществляется примерно за 1 мс. При использовании в системе нескольких модулей ОЗУ лишь один из них должен генерировать запрос на регенерацию.

При аварийном отключении питания вырабатывается специальный сигнал POWER FAIL, по которому модуль ОЗУ переходит в режим внутренней регенерации.

*Поступила в редакцию
5 октября 1979 г.*

УДК 681.327.3

**С. П. ВИКУЛОВ, А. Н. ВЫСТАВКИН,
В. В. РОМАНОВЦЕВ, О. Е. ШУШПАНОВ**
(Москва)

ИЕРАРХИЧЕСКАЯ ДВУХПРОЦЕССОРНАЯ СИСТЕМА СБОРА И ОБРАБОТКИ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ДАННЫХ

Введение. Развитие систем автоматизации, выполненных в стандарте КАМАК, идет по пути создания «интеллектуального» терминала; при этом отдельный крейт или ветвь КАМАК управляется микропроцессором, установленным в крейте и выполняющим часть функций центральной ЭВМ. Существует несколько возможностей для сопряжения ЭВМ с подобной «интеллектуальной» системой:

ЭВМ подключается к крейту с помощью интерфейсного модуля КАМАК. В этом случае ЭВМ может быть удалена на большое расстояние от системы КАМАК. Однако быстроедействие такой системы невелико.

ЭВМ подключается к магистральному каналу и шинам управления памятью микропроцессора через специальный интерфейс. Быстроедействие

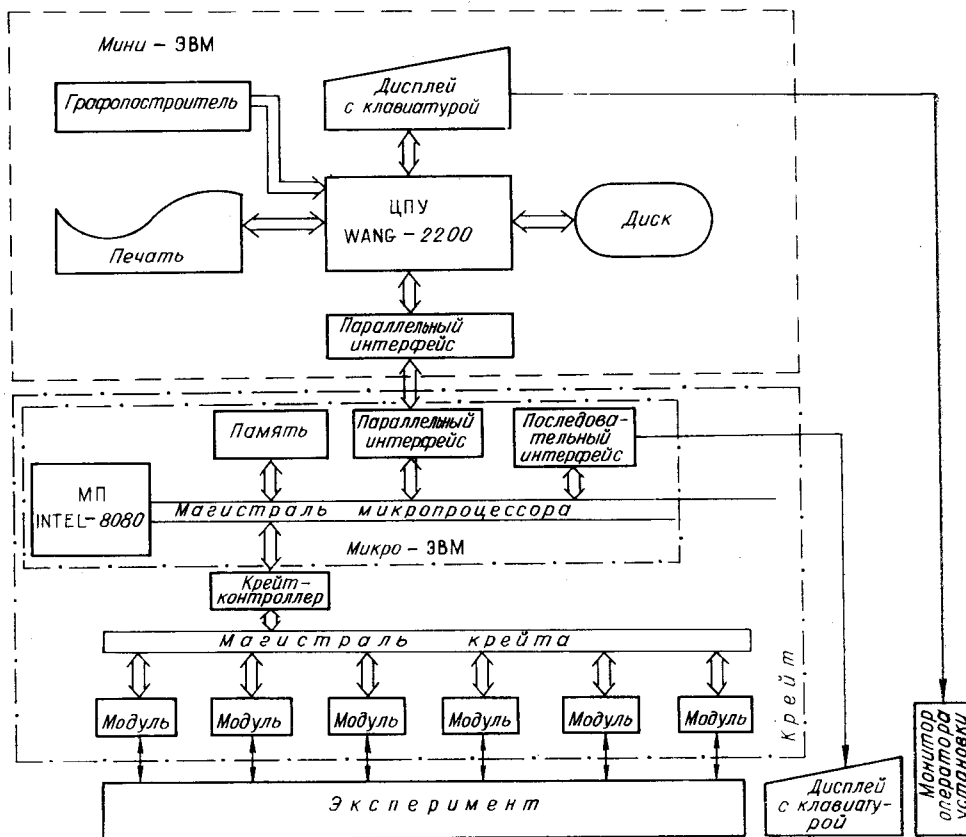


Рис. 1. Блок-схема системы сбора и обработки данных.

такой системы очень велико благодаря возможности прямого доступа к памяти микропроцессора, но длина такого канала связи не превышает нескольких метров.

ЭВМ соединяется с микропроцессором через стандартные интерфейсы с помощью стандартных каналов связи, в которые могут быть включены простые усилители.

В работе рассмотрена система автоматизации лабораторного эксперимента, в которой мини-ЭВМ WANG-2200VP соединена с микрокомпьютером, выполненным в виде модуля КАМАК, стандартной линией связи через параллельные интерфейсы (третий вариант). При этом скорость передачи данных по этой линии оказывается в несколько сотен раз больше скорости последовательного канала. В то же время длина такого параллельного канала связи при использовании простых усилителей и приемников может достигать нескольких сотен метров.

Структура системы. Общая блок-схема системы показана на рис. 1. Система имеет иерархическую структуру. На нижнем уровне расположена микро-ЭВМ с крейтом КАМАК, которая через параллельный канал обмена данными связана с мини-ЭВМ верхнего уровня. Благодаря разделению процессов сбора и обработки экспериментальных данных при подобной организации а) существенно повышается быстродействие системы; б) система легко расширяется и модифицируется; в) к одной ЭВМ верхнего уровня возможно подключение нескольких ЭВМ нижнего уровня.

Микро-ЭВМ нижнего уровня KSC-3880 построена на основе микропроцессора INTEL-8080, имеет ОЗУ емкостью 4 Кбайт (возможно рас-

ширение до 32 Кбайт) и программируемое ПЗУ емкостью 4 Кбайт (возможно расширение до 32 Кбайт). К микро-ЭВМ подключены консольный алфавитно-цифровой дисплей, который служит для первоначального запуска системы и управления экспериментальной установкой в диалоговом режиме, и крейт-контроллер КАМАК. Микро-ЭВМ в системе выполняет следующие функции: установку приоритетов отдельных модулей; обработку прерываний на нижнем уровне и LAM-запросов модулей в соответствии с их приоритетами; генерирование необходимых команд для управления модулями КАМАК; предварительную обработку и упаковку экспериментальной информации в блоки фиксированной длины для последующей пересылки в ЭВМ верхнего уровня; обслуживание связи с ЭВМ верхнего уровня; обслуживание диалога экспериментатора с системой.

На втором уровне иерархии расположена мини-ЭВМ WANG-2200VP, включающая процессор, накопитель на магнитных дискетах, печатающее устройство, планшетный графопостроитель и дисплей. С помощью ЭВМ производится написание, редактирование, трансляция и загрузка программ для микропроцессора; обслуживание связи с микро-ЭВМ; запись и хранение на магнитном носителе экспериментальной информации; обработка поступающей информации в реальном времени; отображение хода эксперимента в реальном времени; вторичная обработка и графическое отображение записанной экспериментальной информации.

Математическое обеспечение системы. Система имеет следующее математическое обеспечение:

1. Комплекс программ для ЭВМ WANG-2200VP («Системный редактор»), предназначенный для разработки программ для микро-ЭВМ, в состав которого входят программа для набора и редактирования исходных программных модулей, транслятор с языка Ассемблер INTEL-8080, включая макрорасширения, абсолютный загрузчик объектных программных модулей в микро-ЭВМ, программа печати исходных и объектных модулей*. В табл. 1 приведен перечень команд «Системного редактора».

2. Пакет программ для организации обмена данными между мини- и микро-ЭВМ. Обмен данными может быть побайтным и поблочным с контролем передаваемой информации.

3. Набор макрорасширений языка Ассемблер INTEL-8080 для работы с модулями КАМАК (табл. 2), позволяющий выполнять единичные команды, команды чтения и записи в программном режиме и режиме прямого доступа в оперативную память микро-ЭВМ, а также команды в режиме повторения и сканирования.

4. Пакет программ для ЭВМ WANG-2200VP для работы с планшетным графопостроителем в диалоговом режиме, предназначенный для представления в графическом виде данных, которые могут быть заданы в виде таблицы (файла на диске) либо в виде функции (программы для ее вычисления). Пакет позволяет проводить в интерактивном режиме подготовку и редактирование файлов; параметров графопостроения; данных, вводимых на график; данных, полученных в результате оцифровки графиков; оформительских надписей на графике, а также построение графиков в соответствии с записанной в подготовленных файлах информацией.

Общая организация работы системы. Работа системы организована следующим образом (рис. 2).

После включения системы и загрузки «Системного редактора» возможен набор и транслирование новых программ для микропроцессора и набор программ для ЭВМ WANG-2200VP, которые не требуются тран-

* Викулов С. П., Диденко О. А., Романовцев В. В., Шушпанов О. Е. Системное математическое обеспечение для разработки программ управления крейтом КАМАК с помощью микропроцессора.— Бюл. ВНИЦентра. Алгоритмы и программы, 1978, № 5.

Группа команд для работы с текстами в рабочем и буферном массивах

DELETE	Исключение указанной части (или всей) Ассемблер-программы
END	Сообщение об имеющемся свободном месте (в байтах) в массиве
INSAFTER	Перестановка указанных частей в пределах одной Ассемблер-программы или нескольких Ассемблер-программ
RECALL	Вызов указанной строки Ассемблер-программы или последней директивы для редактирования. При посимвольном редактировании используется программа редактирования мини-ЭВМ
RENAME	Изменение или поиск имени переменной (кода операции)
RENUMBER	Перенумерация строк указанной части Ассемблер-программы
SNUMBER	Сдвиг нумерации строк указанной части Ассемблер-программы (старые номера увеличиваются на заданное значение сдвига)

Группа команд для работы с внешними устройствами

LIST	Распечатка текстов Ассемблер-программы, транслированной программы, сообщений об ошибках, мнемонике и базовых кодах инструкций Ассемблера, указателя каталога дисков данных
LOAD	Стирание в указанном массиве части строк и загрузка на их место части указанного файла на диске данных
SELECT	Задание адреса печатающего устройства для вывода распечаток программ и протоколов трансляции исходных модулей
WRITE	Запись исходного программного модуля на диске данных

Группа команд для трансляции исходных программных модулей и загрузки объектных модулей в микропроцессор

ASSEMBLE	Трансляция Ассемблер-программы и запись результата на диск под указанным именем
LOMIC	Загрузка в микропроцессор указанного транслированного файла

слировать, поскольку мини-ЭВМ имеет интерпретатор языка БЭЙСИК. Программы хранятся на магнитном носителе и могут быть загружены в микро- и мини-ЭВМ. После загрузки и запуска прикладных программ вводятся параметры обработки экспериментальных данных и мини-ЭВМ переходит в режим ожидания поступления от микро-ЭВМ блоков данных

Т а б л и ц а 2

Команда	Назначение
OSA	Единичная операция
RSA	Единичная команда чтения
WSA	Единичная команда записи
UBC	Команда записи или чтения блока данных
RMAN	Команда чтения со сканированием по N
RMAA	Команда чтения со сканированием по A
RMAD	Команда чтения со сканированием по NA
QIF	Проверка состояния шины Q
LIF	Переход на обслуживание LAM-запроса

или команд об изменении режима работы.

Микро-ЭВМ после загрузки и запуска программы выдает сигнал общего сброса, запускает необходимые модули и переходит в режим ожидания прерывания от внешних устройств или модулей КАМАК. После поступления сигнала прерывания микро-ЭВМ определяет источник запроса и начинает исполнять программу по обслуживанию данного запроса. Если по запросу происходит считывание информации от модуля, то эта информация записывается в буфер данных и микро-ЭВМ снова

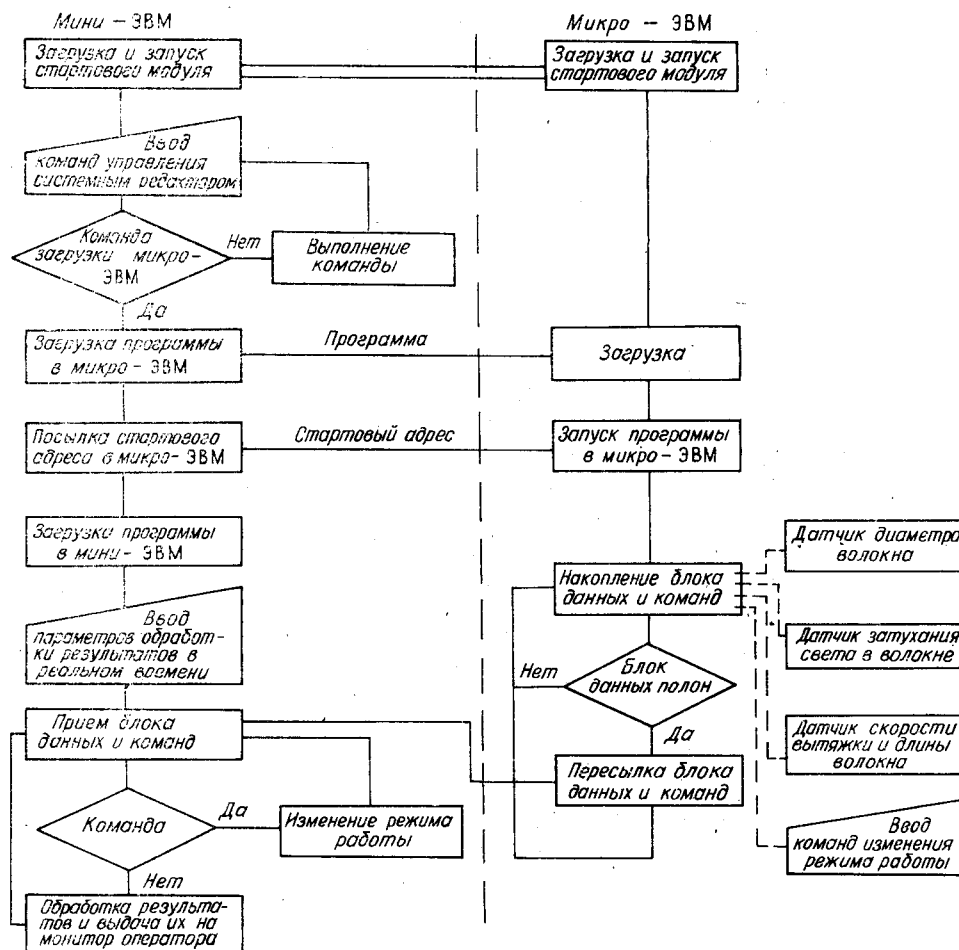


Рис. 2. Схема организации работы системы.

переходит в режим ожидания. Если буфер заполнен до конца, то микро-ЭВМ передает его в ЭВМ верхнего уровня для обработки.

По сигналу прерывания от консольного алфавитно-цифрового дисплея микро-ЭВМ переходит к специальной подпрограмме изменения режимов функционирования, при этом датчики продолжают работать.

Приведем характерные особенности системы:

функционирование каждого датчика в режиме независимого пользователя ресурсов реального времени микро-ЭВМ;

возможность простого расширения системы датчиков без изменения структуры программы;

возможность привязки считывания информации к любому выделенному в системе моменту времени или событию;

возможность оперативного изменения параметров эксперимента без рассинхронизации системы в целом.

Для используемого в системе микропроцессора INTEL-8080 время реакции на внешнее прерывание (время от момента поступления внешнего запроса до начала обслуживания) составляет не более 70 мкс.

Пример использования системы: установка для автоматического измерения параметров оптического стекловолокна в процессе его изготовления. Рассмотренная выше система сбора, обработки и отображения экспериментальной информации использована при создании установки для

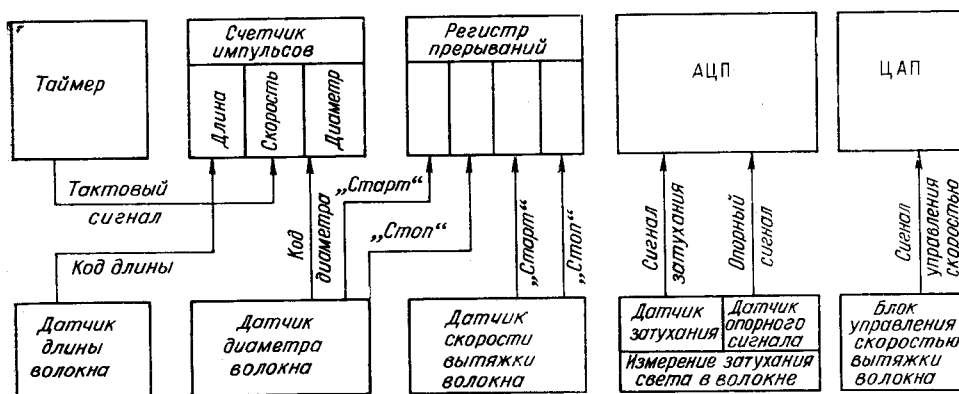


Рис. 3. Блок-схема соединения датчиков системы автоматического измерения параметров оптического стекловолокна с модулями КАМАК.

автоматизированного измерения и обработки параметров оптического стекловолокна в процессе его вытяжки.

Установка позволяет определять и выводить в реальном времени на пульт оператора (алфавитно-цифровой дисплей) информацию о текущем диаметре волокна, среднем диаметре и его дисперсии; зависимости суммарных и дифференциальных потерь света в волокне от длины вытянутого волокна; мгновенной и средней скоростях вытяжки и ее дисперсии в процессе вытяжки; длине вытянутого волокна.

В установке использованы пять датчиков, которые обслуживаются пятью модулями КАМАК (рис. 3).

Установка дала возможность обнаружить и исследовать ряд новых свойств стекловолокна и получить волокна с очень малым затуханием света ($\sim 0,8$ дБ/км).

Поступила в редакцию
18 июня 1979 г.

УДК 58.08 : 681.3

А. Н. ВЫСТАВКИН, Ю. А. ДЕДОВ, Г. Н. КУКЛИН,
А. Я. ОЛЕЙНИКОВ, Е. В. ПАНКРАЦ, С. С. ПАРЦЕВСКИЙ,
Л. З. ПОСОШЕНКО, А. И. СМУРЫГОВ, С. Н. ХРУЩЕВ
(Москва)

ПРОБЛЕМНО-ОРИЕНТИРОВАННЫЕ ИЗМЕРИТЕЛЬНО-ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫЕ КОМПЛЕКСЫ НА БАЗЕ ЭВМ СМ-3, СМ-4 И АППАРАТУРЫ КАМАК ДЛЯ АВТОМАТИЗАЦИИ НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

1. Введение. Академией наук СССР и Министерством приборостроения, средств автоматизации и систем управления намечена совместная программа, в соответствии с которой проводятся разработки и осуществляется промышленный выпуск средств вычислительной техники и на их основе создаются системы автоматизации научных исследований. Большая часть этой программы основана на использовании мини-ЭВМ СМ-3 и СМ-4 и аппаратуры сопряжения ЭВМ с экспериментальными установ-