

Таким образом, теоретически и экспериментально подтверждена возможность многоканального поиска информации в некогерентной оптической системе памяти. Вопрос о технической реализации такой системы памяти требует отдельного обсуждения.

ЛИТЕРАТУРА

1. И. С. Гибин, М. А. Гофман, Е. Ф. Пен, П. Е. Твердохлеб. Ассоциативная выборка информации в голограммных запоминающих устройствах.— «Автометрия», 1973, № 5, с. 12—18.
Computing: International Optical Computing Conferens, 1975. Washington. (IEEE Catalog, № 75, CH0941.)
6. Б. Е. Кривенков, С. В. Михляев, П. Е. Твердохлеб, Ю. В. Чугуй. Некогерентная оптическая система для выполнения матричных преобразований.— «Автометрия», 1975, № 3, с. 90—98.
7. Е. С. Нежевенко, П. Е. Твердохлеб. Умножение матриц оптическим методом.— «Автометрия», 1972, № 6, с. 24—29.
8. Ю. П. Дробышев, Р. С. Нигматуллин, В. И. Лобанов, И. К. Коробейничева, В. С. Бочкарев, В. А. Коптюг. Использование ЭВМ для опознания химических соединений по спектральным характеристикам.— «Вестник АН СССР», 1970, № 8, с. 75—83.
9. И. С. Гибин, М. А. Гофман, С. Ф. Кибирев, П. Е. Твердохлеб. Исследование одного варианта голограммной признаковой памяти.— «Автометрия», 1976, № 6, с. 24—35.

Поступила в редакцию 28 апреля 1976 г.

УДК 681.32 : 621.378

Т. Н. МАНТУШ, А. В. ТАРАСОВ
(Новосибирск)

УПРАВЛЯЮЩАЯ СИСТЕМА ДЛЯ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ ГЗУ

Эффективные исследования голограммных запоминающих устройств (ГЗУ) большой емкости практически невозможны без применения ЭВМ. Сопряжение с ЭВМ позволяет достигнуть высокого уровня автоматизации исследований, направленных на оценку и изучение основных технических характеристик и работоспособности ГЗУ.

По специфике совместной работы с ЭВМ создаваемые и исследуемые в настоящее время ГЗУ чаще всего относятся к постоянным или полупостоянным ЗУ [1], допускающим при решении задач только считывание информации; запись информации ведется заранее и требует длительного по сравнению со считыванием времени. Взаимодействующие с мини-ЭВМ ГЗУ такого типа описаны в [2—4], где рассматриваются главным образом структура и работа аппаратных средств систем и приводятся их параметры. Заслуживает, однако, отдельного рассмотрения и программное обеспечение (управляющая система) этих устройств.

В данной статье описывается управляющая система для мини-ЭВМ М-400, используемая при экспериментальных исследованиях ГЗУ в ИАиЭ СО АН СССР.

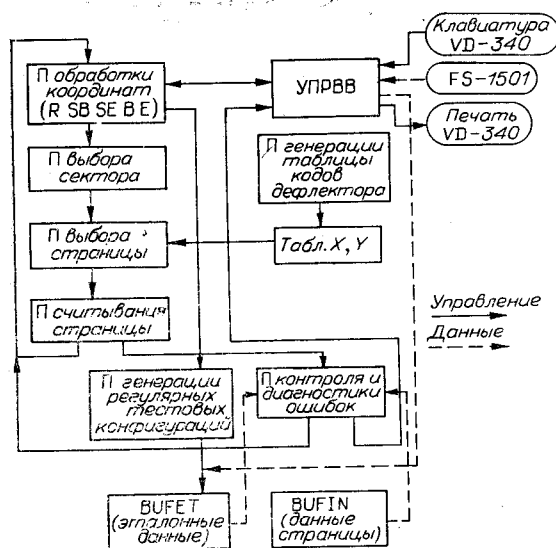


Рис. 1.

Назначение, состав и структура системы. Управляющая система предназначена для работы с адресным ГЗУ емкостью 10^8 — 10^9 бит и обеспечивает автоматическую выборку любого заданного массива информации, постраничное считывание и ввод в оперативную память, контроль правильности считывания и диагностику ошибок. Адресация данных осуществляется по 256 секторам (сектор — матрица голограмм) и по 1024 страницам (голограммам) в каждом секторе. Емкость страницы составляет 1024 бит. Страницы заданного массива читаются полностью и вводятся в ЭВМ последовательно.

Для выборки сектора в ГЗУ используется электромеханическое устройство на базе автомата [5], а для выборки страницы — акустооптический дефлектор [6]; считывание страницы ведется с помощью фотоматрицы [7, 8]. Устройства выборки и считывания работают под управлением ЭВМ.

Система рассчитана на работу с базовым комплектом М-400, имеющим емкость оперативной памяти 8 К слов и стандартный набор внешних устройств: пишущую машинку «Consul-260» и (или) буквенно-цифровой дисплей VD-340, фотосчитыватель FS-1501 и перфоратор ПЛ-150.

Состав и структура управляющей системы показаны на рис. 1.

1. Программа (П) обработки координат, определяющих режим работы R (см. ниже), начальный SB и конечный SE адреса секторов, а также начальный B и конечный E адреса страниц запрашиваемого массива данных; координаты вводятся с клавиатуры дисплея (пишущей машинки). Программа инициирует заданный режим работы ГЗУ, ведет счет секторов и страниц, управляет другими программами.

2. Программы выбора сектора, выбора страницы и считывания страницы, управляющие работой соответствующих устройств ГЗУ и обеспечивающие постраничный ввод данных в информационный буфер BUFIN.

3. Программа генерации таблицы кодов (Табл. X, Табл. Y), необходимой для управления дефлектором.

4. Программа генерации регулярных тестовых конфигураций данных, заполняющая эталонный буфер BUFET текстом заданного теста.

5. Программа контроля и диагностики ошибок, осуществляющая сравнение содержимого буферов BUFET и BUFIN, выявляющая ошибки чтения и инициирующая их вывод на печать.

6. Программа управления вводом — выводом (УПРВВ) (драйвер в составе метобеспечения М-400). УПРВВ инициирует работу внешних устройств, обрабатывает прерывания и следит за контрольной суммой при работе с перфолентой. С помощью УПРВВ осуществляется диалог оператора с системой, запуск и останов считывания, печать сведений об ошибках, а также чтение и ввод в буфер BUFET произвольных (нерегулярных) конфигураций данных с перфоленты.

Режимы работы системы. Системой предусматриваются три (0, 1, 2) режима работы с ГЗУ, обеспечивающие в целом возможность наиболее полного контроля его элементов и сигналов. Номер режима R задается с клавиатуры дисплея (пишущей машинки) перед считыванием.

Режим $R0$ — режим циклического считывания массивов, когда страницы выбираются, читаются и заносятся в BUFIN без контроля. Этот режим обеспечивает наиболее высокую циклическую скорость считывания и предназначается в основном для визуализации сигналов (электрических и оптических) в различных элементах и цепях ГЗУ.

Режимы $R1, R2$ — режимы циклического чтения страниц с контролем правильности считывания. В режиме $R1$ считывается и контролируется содержимое страниц, соответствующее набору регулярных тестов, которые генерируются программно. Все прочие конфигурации данных считываются и контролируются в режиме $R2$. В этом режиме требуемый контрольный текст вводится в буфер BUFET с перфоленты. Поиск на перфоленте система ведет по адресу страницы, текст каждой страницы имеет контрольную сумму, по которой проверяется правильность его ввода в BUFET. Последний режим предназначен главным образом для проверки чтения случайных чисел, генерируемых отдельной программой, не входящей в состав рассматриваемой системы. Эти данные записываются на перфоленту и используются также при записи информации в ГЗУ.

Включение в систему режимов $R1, R2$ с полностью программным методом контроля правильности считывания можно считать целиком оправданным только на начальном этапе экспериментальных исследований ГЗУ, когда требуется определить или проверить ожидаемый характер и интенсивность ошибок (искажений кодов, обусловленных множеством факторов и проявляющихся в итоге при оптоэлектронном считывании страниц). Зная характер и интенсивность ошибок, впоследствии можно выбрать и осуществить необходимый аппаратный метод контроля.

Для изучения влияния на характер ошибок таких факторов, как различие оптических сигналов по мощности в зависимости от характера данных на странице (количество единиц и нулей), отношение сигнал/фон, время накопления фотоматрицы и т. д., в режиме $R1$ программно генерируются и заносятся в буфер BUFET следующие регулярные тестовые конфигурации данных:

«все единицы» (E);

«все нули» (H);

«бегущий нуль» (БН), при этом буфер BUFET заполняется числами (в восьмеричной системе) 177777 177776, 177777 177775, ..., 077777 177777 (размерность страницы 32×32 бит);

«бегущая единица» (БЕ), заполнение BUFET соответствует данным 000000 000001, 000000 000002, ..., 100000 000000;

«шахматная Ш0» с заполнением BUFET числами 052525 052525, 125252 125252, ...;

«шахматная Ш1», инверсная по отношению к Ш0.

Следует отметить, что перечисленный набор тестовых конфигураций не является в каком-то смысле оптимальным или полным. Выбор тестов по тому или иному критерию, обеспечивающему эффективную проверку работоспособности ГЗУ, — самостоятельная задача, выходящая за рамки настоящей работы.

Генерация кодов дефлектора. При выборке страницы акустооптическим дефлектором должно быть сформировано управляющее слово, указывающее частоту возбуждения акустооптических ячеек в соответствии с адресом страницы (голограммы) в координатах X, Y [9]. Это слово содержит два байта (по байту на координату) и не является математическим адресом страницы, который находится в пределах

0000÷1777₈ (32×32 страницы в секторе). Для управления дефлектором необходимо выполнить преобразование адреса в соответствующий код частоты.

Если коды частот дефлектора расположить в порядке увеличения соответствующих им частот, пронумеровав их в том же порядке, то номер искомого кода частоты N для заданного координатного адреса страницы может быть найден по формуле

$$N = N_0 + Sn,$$

где N_0 — номер кода минимальной из выбранных частот (база растра дефлектора), S — шаг растра ($S=1, 2 \dots$), n — адрес страницы по координате X (Y).

Для каждой из координат в зависимости от конкретной акустооптической ячейки база и растровый шаг могут быть различными. Такой алгоритм расчета легко выполняется программно: таблица кодов частот дефлектора размещается в памяти ЭВМ, а адреса их определяются согласно приведенной формуле, исходя из требуемого адреса страницы, который предварительно разделяется на два координатных адреса. Из кодов, выбранных по найденным адресам, komponуется управляющее слово дефлектора.

В системе для увеличения скорости применен табличный метод расчета; таблицы кодов частот по каждой из координат рассчитываются и заполняются целиком при пуске системы в соответствии с задаваемыми с пульта ЭВМ N_0 и S . При выборке коды находятся в таблицах по координатным адресам страницы, индексируемым в командах пересылки адресами размещения в памяти первых байтов Табл. X и Табл. Y.

Маскирование неисправностей фотоматрицы. При оптоэлектронном считывании страниц в ГЗУ с помощью фотоматрицы может возникнуть необходимость учета заранее известных ошибок, обусловленных неисправностью отдельных ячеек фотоматрицы. В интегрально-гибридных фотоматрицах большого объема (с числом фотоприемников 32×32 и более) наличие некоторого (в принципе допустимого) числа неисправных элементов приводит к тому, что часть данных страницы может не читаться или читаться неверно. При обмене информацией с ГЗУ нерабочие биты должны быть тем или иным способом изъяты (в общем случае при считывании и при записи страниц). В рассматриваемой системе применен программный способ маскирования нерабочих элементов, выполняемый после считывания страницы и ее ввода в ЭВМ.

Маскирование производится программой контроля и диагностики ошибок перед сравнением содержимого буферов BUFET и BUFIN: соответствующие биты обоих буферов устанавливаются в нуль. Схема маскирования показана на рис. 2. Подпрограмма маскирования использует две таблицы: таблицу, содержащую адреса подлежащих исправлению слов буфера BUFET (BUFIN) (таблица AMAS), и таблицу масок MAS. В таблице AMAS за последним адресом маскирования (на рисунке AMAS3) записывается ну-

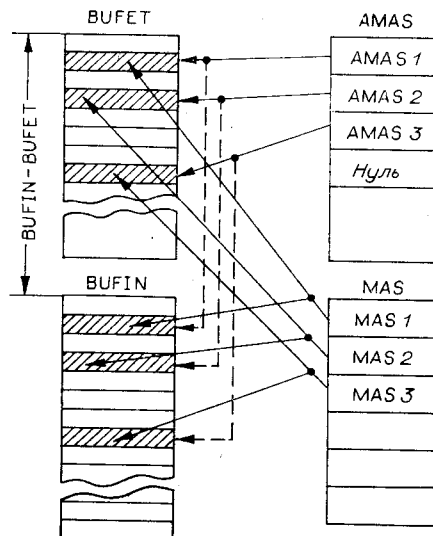


Рис. 2.

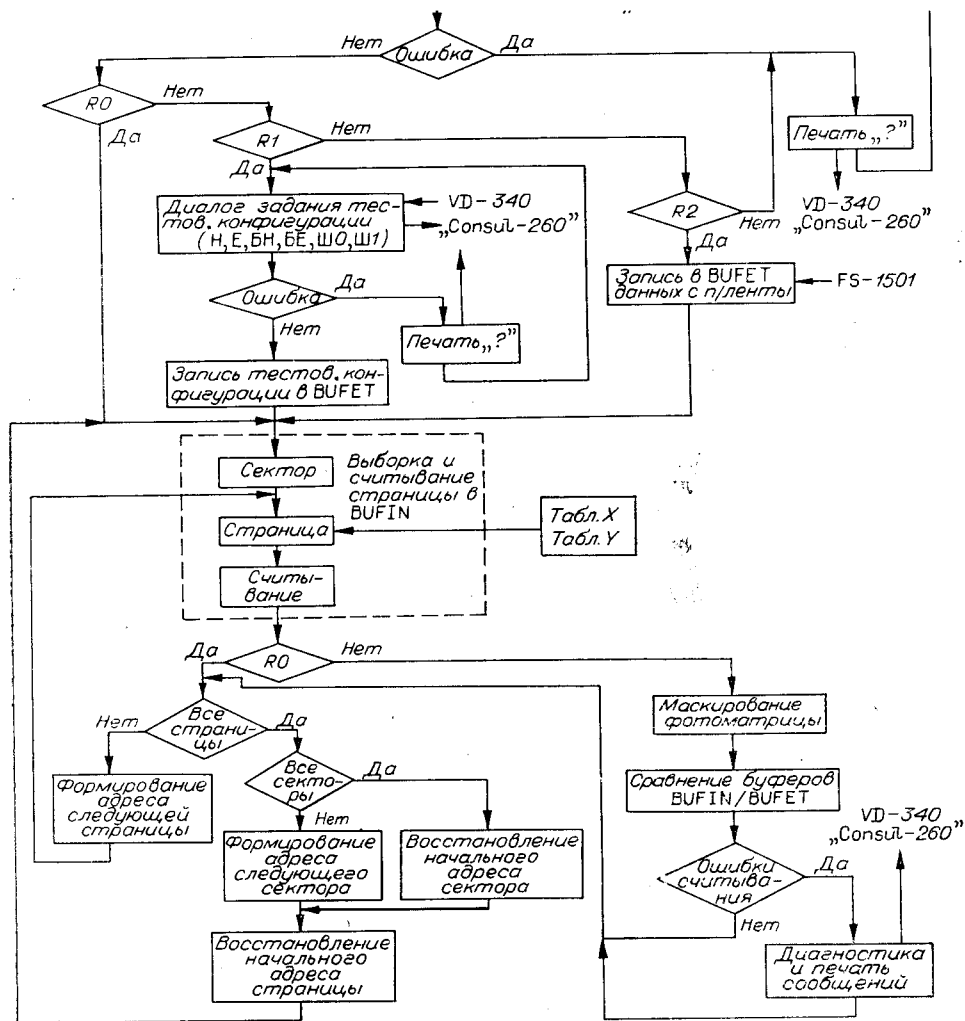


Рис. 3.

левое слово. Подпрограмма последовательно, начиная с первого адреса, проверяет таблицу AMAS: если слово таблицы не равно нулю, то оно считается адресом буфера BUFET (BUFIN), по которому воздействует соответствующая ему маска. В буфер BUFIN (BUFET) маска засылается по тому же адресу, индексированному смещением $BUFIN - BUFET$ (BUFET — BUFIN).

Алгоритм работы системы (рис. 3). Запуск системы (после ввода программ с перфоленты) осуществляется с пульта М-400. По заданным на клавишном регистре значениям N_0 и S формируется таблица кодов дефлектора, затем система начинает диалог для ввода координат ГЗУ, выводя на экран дисплея сообщение *R SB SE В Е:. В указанном формате оператор должен задать системе режим работы и адреса запрашиваемого массива данных. Например, *R SB SE В Е: 1 0 5 37 200 соответствует режиму 1, начальному сектору 0, конечному

сектору 5, начальной странице 37, конечной странице 200. Переход к обработке заданных координат осуществляется нажатием клавиши RETURN (возврат каретки). В случае правильного задания координат (не нарушен формат, восьмеричная система счисления, заданы все координаты, значения координат не выходят за пределы допустимых) система, как видно из рисунка, переходит либо сразу к считыванию информации из ГЗУ, либо к созданию эталонной тестовой конфигурации данных (режимы 0 или 1, 2 соответственно). Если был задан режим 1, то система продолжает диалог, требуя задания тестовой конфигурации, которая должна быть сгенерирована; на экране дисплея печатается сообщение КОНФИГУРАЦИЯ:, на которое возможен один из следующих ответов: E, H, BE, BH, SH или SH. Ответ также заканчивается нажатием клавиши RETURN, после чего заданная конфигурация заносится в буфер BUFET, система переходит к считыванию информации из ГЗУ по заданным адресам. Неправильный ответ вызывает повторный запрос конфигурации. В режиме 2 конфигурация не запрашивается, эталонные данные вводятся в буфер через фотосчитыватель сразу после задания координат.

В режимах 1 и 2 после считывания страницы иницируется программа контроля, осуществляющая маскирование неисправностей фотоматрицы (см. рис. 3), сравнение содержимого буферов и определение адресов неправильно считанных слов.

Диагностика ошибок выдается на печать в виде сообщений

ОШ: АААААА ББББББ ВВВВВВ ГГГГГГ ДДДДДД,
 где АААААА — номер сектора, ББББББ — страницы, ВВВВВВ — номер слова на странице, ГГГГГГ — данные BUFIN (что есть), ДДДДДД — содержимое BUFET (что должно быть).

Работа во всех режимах циклически повторяется: считав и обработав заданный массив, система снова переходит к началу считывания. Прерывание работы осуществляется с клавиатуры вводом символа «Спец. режим/P», после чего система начинает диалог описанным выше способом.

В заключение отметим, что система легко наращиваемая по своим функциональным возможностям, например, путем введения новых режимов работы, расширения набора регулярных тестовых конфигураций данных и т. д. Рассмотренная система успешно эксплуатируется.

ЛИТЕРАТУРА

1. А. Г. Шигин, А. А. Дерюгин. Цифровые вычислительные машины (память ЦВМ). М., «Энергия», 1975.
2. Л. В. Выдрин, И. С. Гибин, Э. Л. Кашеев, Т. Н. Мантуш, Ю. Е. Нестерихин, Б. Н. Панков, Е. Ф. Пен, П. Е. Твердохлеб. Голограммное запоминающее устройство, взаимодействующее с ЭВМ.— «Автометрия», 1974, № 1, с. 3—9.
3. И. С. Гибин, Т. Н. Мантуш, Ю. Е. Нестерихин, Б. Н. Панков, Е. Ф. Пен, П. Е. Твердохлеб. Программируемое голограммное ЗУ с записью и считыванием информации.— «Автометрия», 1975, № 3, с. 3—11.
4. W. Michael, A. Casman. Read/write optical memory system.— "Datamation", 1973, № 3, p. 66.
5. Л. В. Бурый, В. П. Коронкевич, Ю. Е. Нестерихин, А. А. Нестеров, Б. М. Пушной, Е. Е. Ткач, А. М. Щербаченко. Прецизионный фотограмметрический автомат.— «Автометрия», 1974, № 4, с. 83—89.
6. С. В. Богданов, В. Н. Вьюхин, И. С. Гибин, В. М. Мاستихин, Ю. Е. Нестерихин, К. М. Соболевский, П. Е. Твердохлеб, Ю. Н. Тищенко, А. В. Трубецкой, А. Ф. Федулов, Д. В. Шелопут. Двухкоординатный акустооптический дефлектор.— «Автометрия», 1975, № 3.
7. В. Е. Бутт, Б. Н. Панков. Фотодиодная матрица.— «Автометрия», 1975, № 3.
8. G. Goldmann. Holographische Datenspeicherung.— "Feinwerktechnik und Micron", 1974, Bd 78, № 2, S. 57—63.
9. В. Н. Вьюхин, А. Е. Ковалев, В. В. Курочкин, В. П. Юношев. Система управления акустооптическим дефлектором.— «Автометрия», 1975, № 3.

Поступила в редакцию 24 мая 1976 г.