

ЛИТЕРАТУРА

1. Кольер Р., Беркхард К., Лин Л. Оптическая голография. М., «Мир», 1973.
2. Takeda Y., Oshida Y., Miyamura. Random phase shifters for Fourier transformed holograms.— "Appl. Opt.", 1972, vol. 11, N 4, p. 818.
3. Шумоподобные сигналы в системах передачи информации. Под ред. Пестрякова В. Б. М., «Сов. радио», 1973.
4. Смирнов Н. И. Применение M-последовательностей в асинхронных радиотехнических системах.— «Электросвязь», 1970, № 10, с. 33—42.
5. Вовк Ю. В., Сапожников В. К., Шелопут Д. В., Щепеткин Ю. А. Голографическая запись двойной информации с помощью многоканальных акустооптических модуляторов света.— «Автометрия», 1979, № 1, с. 53—60.

Поступила в редакцию 16 января 1978 г.

УДК 681.142

Т. Н. МАНТУШ

(Новосибирск)

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ИНТЕРПРЕТАТОРА BASIC M-400 В СИСТЕМЕ АВТОМАТИЗАЦИИ ИССЛЕДОВАНИЙ ГОЛОГРАФИЧЕСКОЙ ПАМЯТИ

BASIC является весьма распространенным языком программирования высокого уровня. Большая популярность и широкое использование этого языка в вычислительных системах обусловлены его относительной простотой и удобством программирования. Интерпретаторы BASIC требуют сравнительно небольшого объема памяти; BASIC для ЭВМ M-400 (класс PDP-11) работает при емкости памяти, начиная с 4 К слов.

Во многих случаях BASIC может быть использован в составе программного обеспечения систем автоматизации экспериментов. Предварительная обработка некоторых данных, формирование и преобразование массивов переменных для программ управления в реальном времени, ведение диалога и другие, некритичные ко времени функции могут выполняться интерпретатором. При этом затраты времени и средств на создание программного обеспечения значительно сокращаются.

В работе [1] рассмотрены некоторые вопросы использования интерпретатора BASIC в модульных системах автоматизации для выдачи параметров команд САМАС. Ниже будет рассмотрено использование интерпретатора BASIC в экспериментальных исследованиях голографической памяти с помощью ЭВМ M-400.

BASIC и внешняя программа. BASIC M-400 (версия 007A) непосредственно не может производить работу в реальном времени с внешними устройствами системы автоматизации. Однако для связи программы на языке BASIC с внешними (относительно интерпретатора) программами пользователя на языке ассемблера имеется функция EXF. Для вызова этой функции указывается ее мнемокод и список параметров (аргументов), например:

$$\begin{array}{l} \text{EXF} \quad (5) \\ \text{EXF} \quad (A, B, C_1, C_2, \dots, C_7) \\ \text{EXF} \quad (X*Y) \text{ и др.} \end{array}$$

Конструкция, с помощью которой вызывается EXF, должна соответствовать правилам синтаксиса языка BASIC и наиболее часто явля-

ется оператором присваивания вида $LET E=EXF(A, B, C, \dots)$. В скобках содержится требуемый набор аргументов. Первый аргумент единственный вычисляемый, а все остальные могут быть, например, указателями различных частей внешней программы, так как EXF вызывает всегда одну и ту же внешнюю программу.

Из внешней программы на ассемблере могут быть использованы разнообразные подпрограммы BASIC, обеспечивающие преобразование кодов, форматов чисел и арифметические операции. Кроме того, для вычисления параметров, записанных в виде правильных выражений BASIC, можно использовать функцию EVAL.

Система автоматизации экспериментов. Созданные к настоящему времени варианты адресных голографических ЗУ (ГЗУ) [2, 3 и др.] продолжают развиваться: исследуются и совершенствуются их элементы, предлагаются новые способы записи информации, изучаются вопросы применения ГЗУ в вычислительных системах и т. д. Структура системы экспериментальных исследований ГЗУ цифровых данных показана на рис. 1. Основные элементы ГЗУ (акустооптический дефлектор (АОД), фотоматрица (ФМ), оптическая система (ОС), устройство перемещения модуля (УПМ)) объединены через крейт-контроллеры (КК) вокруг ЭВМ М-400. Система может наращиваться до 7 крейтов по мере ввода новых функциональных элементов (например, устройств автоматической выборки модуля при увеличении емкости). Элементы ГЗУ на рисунке показаны в обобщенном виде с целью иллюстрации задач программного обеспечения (ПО) системы.

В целом ПО системы должно позволять проводить разнообразные эксперименты по записи информации в ГЗУ и ее чтению с проверкой правильности обмена данными с ЭВМ. Экспериментальная гибкость и эффективность системы невозможна без обеспечения диалога для задания различных режимов работы ГЗУ и его элементов, для доступа к памяти по разным адресам, возможности записи и чтения требуемых конфигураций данных и т. п.

Известные и появляющиеся новые перспективные способы записи голограмм (страницы в ГЗУ) используют акустооптические дефлекторы или многоканальные модуляторы для формирования из одного пучка света лазера множества информационных пучков, соответствующих двоичным разрядам данных на странице [4, 5]. При этом запись информации становится более оперативной, так как исключается изготовление транспарантов или других промежуточных носителей информации. Страница данных регистрируется в модуле ГЗУ в соответствующем месте фотоматериала, определяемом адресом записи. Модуль в процессе записи перемещается по двум координатам (см. рис. 1).

При чтении данных страница восстанавливается и проецируется на фотоматрицу, с помощью которой ведется оптоэлектронное преобразование и считывание битов информации. В пределах модуля выборку страниц ведет дефлектор, направляя луч лазера по адресу страницы.

Система ПО экспериментов с ГЗУ состоит из двух отдельных частей — программы записи и программы чтения. Такое разделение допустимо, так как процессы записи и чтения проводятся, как правило, раздельно, требуют различного времени и в ГЗУ оперативно пока не совмещаются. В состав обеих частей входит интерпретатор BASIC.

Система записи обеспечивает формирование и воспроизведение дефлектором любой конфигурации данных на странице. Это достигается последовательной выдачей команд на устройство управления дефлектора [6], указывающих частоты возбуждения акустооптических ячеек в соответствии с данными страницы. Команда содержит два байта, представляющих коды управления по координатам Y, X на каждый бит страницы.

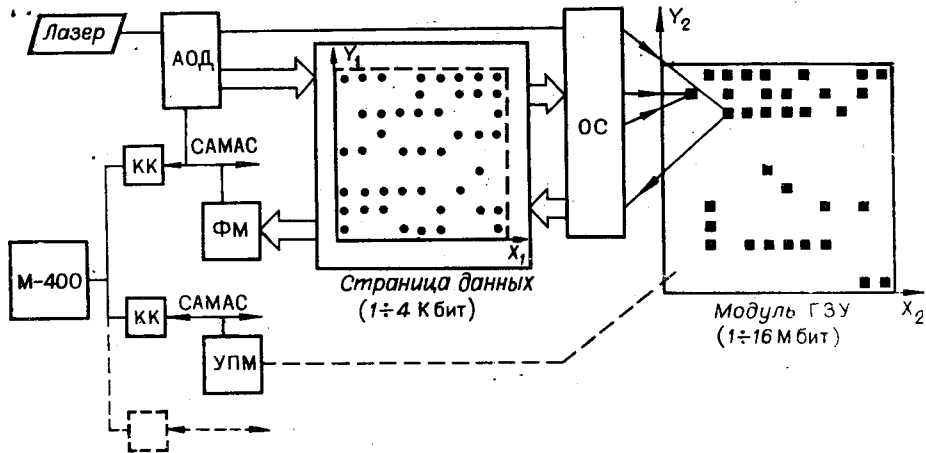


Рис. 1.

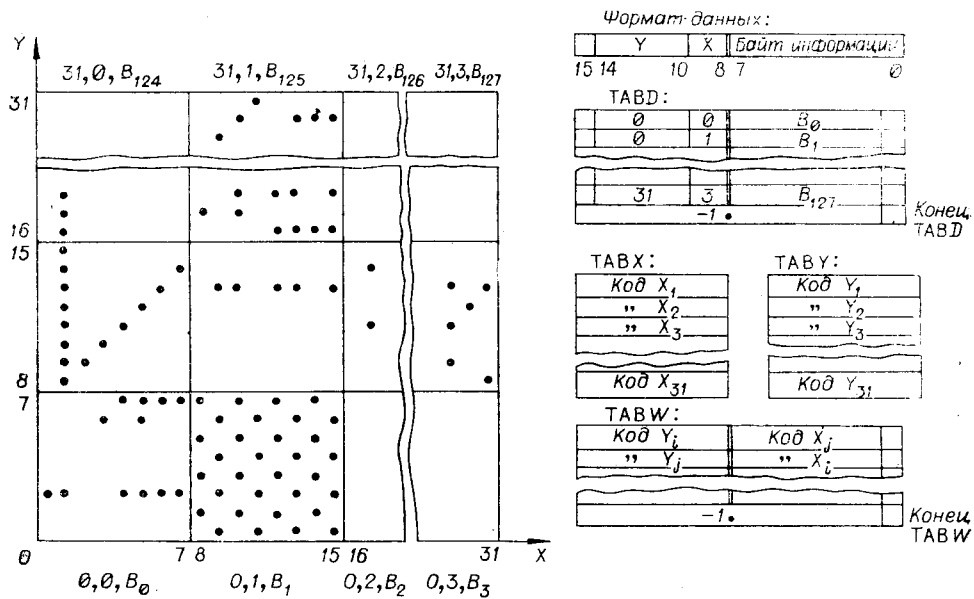


Рис. 2.

Коды Y , X не являются координатными номерами битов страницы, поэтому для формирования управляющего слова дефлектора необходимо выполнить дополнительные вычисления. В системе применен как наиболее быстрый табличный способ выборки кодов. В целом процедура формирования страницы состоит в следующем (рис. 2). Страница (размерность 32×32 бит) набирается байтами B_i , размещаемыми по оси X . Каждый байт адресуется двумя координатами — номером строки Y и номером байта в строке X ($0 \leq Y \leq 31$, $0 \leq X \leq 3$). Этими данными, набираемыми на клавиатуре дисплея или генерируемыми программно в виде некоторых тестовых конфигураций, заполняется таблица $TABD$. Для адресации байтов отведены два разряда X и пять разрядов Y в старшем байте машинного слова (см. рис. 2). В младшем байте находятся данные. Данные в $TABD$ также размещаются с учетом страничных адресов, что позволяет производить селективный набор и изменение данных.

Имеются, далее, в байтовом формате две таблицы $TABX$, $TABY$ кодов дефлектора, записанные последовательно в соответствии с координатными номерами битов на странице. Они формируются один раз с учетом частотных диапазонов акустооптических ячеек дефлектора.

Формирование управляющих кодов дефлектора для воспроизведения страницы осуществляется обработкой строк $TABD$: код Y выбирается из $TABY$ по адресу Y , а коды X — из $TABX$ по результатам побитного анализа байта данных и с учетом номера байта в строке. Полученные управляющие слова из кодов Y_iX_i записываются в таблицу $TABW$ (см. рис. 2), которая затем сканируется во время воспроизведения страницы.

Таблица $TABW$ требует значительного расхода памяти и не всегда может быть создана при размерах страницы, превышающих 1 К бит. Поскольку управление дефлектором может вестись на каждом шаге выборки кодов, то создание этой таблицы не обязательно, однако при ее наличии достигается наиболее высокая скорость сканирования и возможна удобная визуализация страницы данных.

Управление дефлектором в системе, включая обработку указанных выше таблиц, осуществляется внешней программой на ассемблере. Эта же программа идентифицирует указатели и принимает значения всех параметров для таблиц, управляет перемещением модуля ГЗУ и выводит на перфоленту произвольные (нетестовые) конфигурации данных для их последующего использования программой чтения.

Программа на языке BASIC выполняет следующие функции:

а) вычисление массива переменных из кодов управления дефлектором для всего диапазона частот (120 кодов);

б) запрос, выборку и передачу внешней программе заданных поддиапазонов кодов для двух акустооптических ячеек (таблицы $TABX$, $TABY$);

в) запрос, ввод с клавиатуры и передачу внешней программе адресов записи страниц в модуле и время экспозиции;

г) запрос и передачу внешней программе номера тестовой конфигурации, ввод данных с клавиатуры и их передачу в $TABD$ или генерацию конфигураций случайных чисел. В качестве тестовых указываются единичная конфигурация данных, соответствующая записи всех битов страницы, и две шахматные, инверсные между собой. Может быть произведена также очистка $TABD$.

Выражения для вызова EXF имеют вид $LETE=EXF(P, P)$ и $LETE=EXF(P, Q)$, где P — значение параметра и указатель Q — указатель параметра.

Оперативная память М-400 объемом 8 К делится поровну между интерпретатором BASIC и внешней программой; в интерпретаторе вычеркиваются расширенные функции. Внешняя программа использует подпрограмму BASIC FIX — преобразование чисел с плавающей запятой в целые.

Рассмотрим систему ПО чтения модуля ГЗУ. Она обеспечивает выборку страниц дефлектором, считывание и ввод в память М-400 заданного массива информации, контроль правильности считывания и диагностику ошибок. Как и система записи, она работает с интерпретатором BASIC и внешней программой, взаимодействующей непосредственно с оптоэлектронными устройствами выборки и считывания — дефлектором и фотоматрицей.

Структура системы и выполняемые ею функции показаны на рис. 3. По своим функциям эта система в основном аналогична описанной в [7], однако в ней все операции по вводу параметров для внешней программы — режим работы (R), адреса и количество страниц (B, N), диапазоны кодов дефлектора (X, Y), маски фотоматрицы (A, M), номер тестовой конфигурации (T) — возложены на BASIC. Благодаря этому

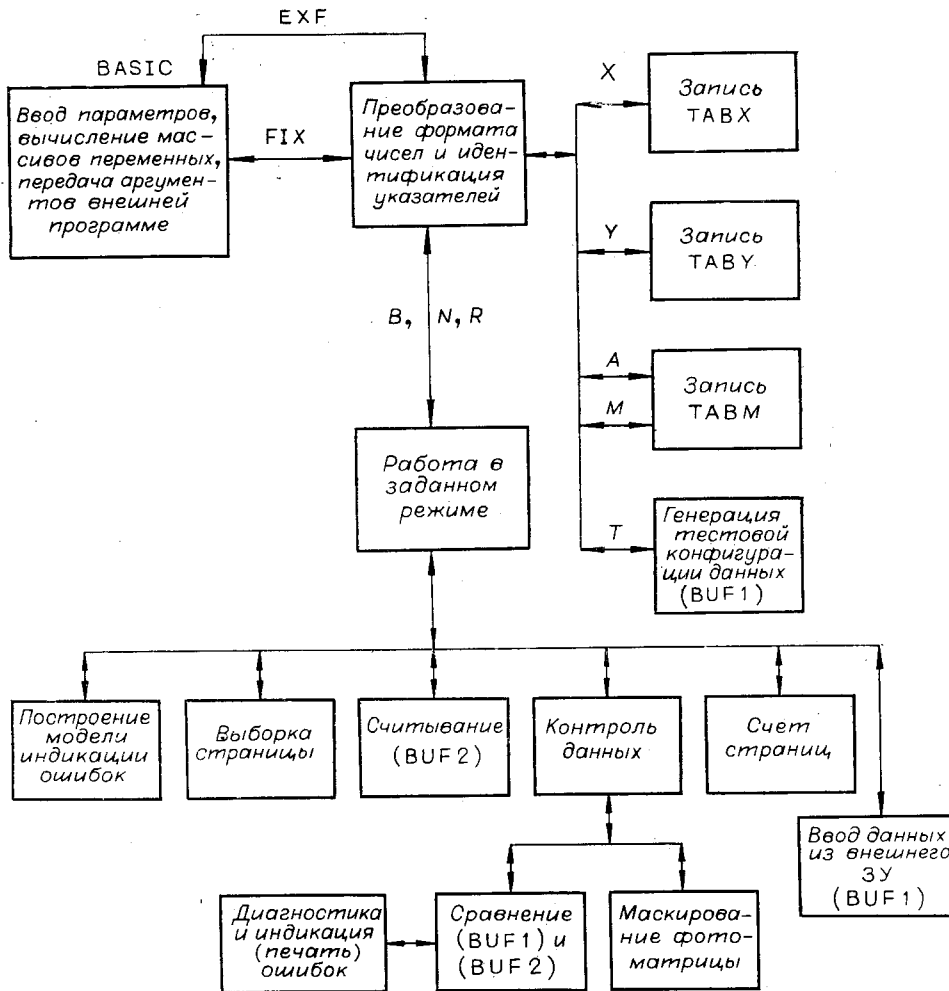


Рис. 3.

система в целом обладает большей гибкостью и более широкими возможностями.

Внешняя программа (см. рис. 3) осуществляет запись таблиц TABX, TABY для адресации страниц, таблицы TABM маскирования элементов фотоматрицы, генерацию тестовых конфигураций (буфер BUF1), а также обеспечивает работу в заданном режиме, включая выборку, чтение и ввод страницы в буфер BUF2, контроль правильности считывания путем сравнения содержимого двух буферов с указанием ошибок, счет прочитанных страниц, построение модели индикации ошибок, ввод с перфоленты нетестовых конфигураций данных.

Режимы работы системы отличаются способом вывода сообщений об ошибках и скоростью прохода массивов информации, возможен наиболее быстрый режим без контроля считывания. При выводе ошибки необходимо указать ее характер и место, например, в виде печати адреса страницы, ошибочного слова и его номера на странице, а также правильного слова (что должно быть). Более удобным в работе, хотя и более сложным, оказался способ отображения стиранием неверно прочитанных битов в изображении страницы на экране дисплея (модель индикации). Страница из BUF1 перед считыванием воспроизводится

Рассмотренные системы записи и чтения успешно используются в экспериментах с голографической памятью. Включение в состав этих систем интерпретатора BASIC позволило в несколько раз ускорить их создание и отладку. Благодаря гибкости и универсальности интерпретатора легче решаются задачи развития систем и их адаптации к различным экспериментам.

ЛИТЕРАТУРА

1. **Виноградов В. И.** Дискретные информационные системы в научных исследованиях. М., Атомиздат, 1976.
2. **Гибин И. С., Мантуш Т. Н., Нестерихин Ю. Е., Панков Б. Н., Пен Е. Ф., Твердохлеб П. Е.** Программируемое голограммное ЗУ с записью и считыванием информации.— «Автометрия», 1975, № 3, с. 3—12.
3. **Вьюхина Н. Н., Кашеев Э. Л., Лужецкая О. А., Мантуш Т. Н., Панков Б. Н.** Система считывания страниц информации для голограммных ЗУ.— «Автометрия», 1976, № 6, с. 112—114.
4. **Sonic page composer for holographic memory.**— Пат. США № 3698794 (МКИ 602f 1/32, НКИ 350—161).
5. **Echler H.** Multifrequency acoustooptic page composers for holographic storage.— "Opt. Com.", 1975, vol. 13, N 2, p. 148.
6. **Вьюхин В. Н., Ковалев А. Е., Курочкин В. В., Юношев В. П.** Система управления акустооптическим дефлектором.— «Автометрия», 1975, № 3, с. 126—130.
7. **Мантуш Т. Н., Тарасов А. В.** Управляющая система для экспериментальных исследований ГЗУ.— «Автометрия», 1976, № 6, с. 54—60.

*Поступила в редакцию 25 мая 1978 г.;
окончательный вариант — 8 августа 1978 г.*

УДК 621.373.826 : 772.99

**А. Н. КЛИМИН, Е. Ф. ПЕН, В. Г. РЕМЕСНИК,
А. Б. РЫЖИКОВ, В. Г. ЦУКЕРМАН**

(Новосибирск)

РЕЛЬЕФНЫЕ ГОЛОГРАММЫ НА ПЛЕНКАХ ХСП

Практическое применение пленок халькогенидных стеклообразных полупроводников (ХСП) в ряде случаев ограничивается отсутствием в них процесса закрепления. Для того чтобы предотвратить старение голограмм при длительном их хранении или восстановлении и избежать двухволнового режима записи — восстановления голограмм, ведущего к появлению хроматических аберраций, целесообразно применять селективное растворение пленок ХСП [1, 2].

В данной работе приводятся результаты по формированию с помощью селективного травления рельефных голограмм на пленках As—S (запись и восстановление на $\lambda=514,5$ нм) и As—Se (запись и восстановление на $\lambda=632,8$ нм).

Пленки ХСП составов As_2S_3 , As_2Se_3 , As_3Se_2 готовились вакуумным напылением и имели толщину 1,5—6 мкм. После напыления и до момента записи и травления пленки хранились в темноте при комнатной температуре.

Запись и восстановление голограмм в пленках As_2S_3 осуществлялись излучением Ar-лазера ($\lambda=514,5$ нм). Во время облучения в напылен-