

$N = 24$ - число испытаний.

$M = 4$ - необходимое число повторных опытов при $KV = 7\%$.

Формулы кодирования:

$$X(I) = XH(I) + A(I)$$

$$Z(I) = X(I) * 2 + B(I) * X(I) + C(I)$$

$$P(I) = X(I) * 3 + D(I) * X(I) ** 2 + E(I) * X(I) + F(I)$$

Общий вид модели:

$$\begin{aligned} H = & B_0 + B_1X_1 + B_2X_2 + B_3X_3 + B_{12}X_1X_2 + B_{13}X_1X_3 + B_{23}X_2X_3 + B_{123}X_1 \\ & X_2X_3 + B_{22}Z_2 + B_{22}Z_1Z_2X_1 + B_{223}Z_2X_3 + B_{11}Z_1 + B_{112}X_1X_2 + \\ & + B_{113}Z_1X_3 + B_{1123}Z_1X_2X_3 + B_{1122}Z_1Z_2 + B_{11223}Z_1Z_2X_3 + \\ & + B_{111}P_1 + B_{1112}P_1X_2 + B_{1113}P_1X_3 + B_{11123}P_1X_2X_3 + \\ & + B_{11122}P_1Z_2 + B_{111223}P_1Z_2X_3. \end{aligned}$$

УДК 631.31

А.Н.Поручиков, С.И.Трещев, Л.А.Цип

ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ КОМПЛЕКСА ОБРАБОТКИ ИЗОБРАЖЕНИЙ
НА БАЗЕ МИКРОЭВМ

(г. Куйбышев)

Исследования в области цифровой голографии, биофизики, картографии, медицины предполагают создание специализированных комплексов обработки изображений.

Рассматриваемый комплекс обработки изображений АКОИЗ-I разработан для системы "МЕРА-60" на базе микроЭВМ "Электроника-60". Комплекс состоит из модуля ввода изображений (МВИ), видеодисплейного модуля (ВДМ) и модуля световой клавиатуры (МСК). Модули выполнены в виде станций КАМАК шириной 2М, 3М и 1М соответственно.

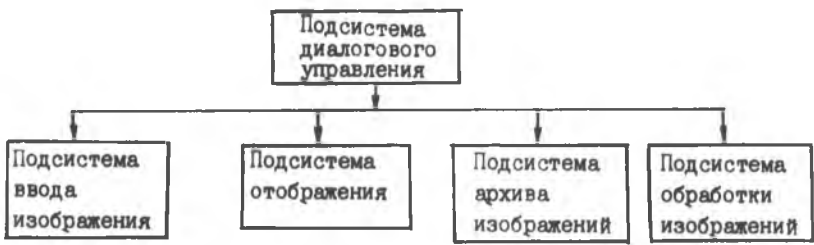
Программное обеспечение (ПО) комплекса релизовано в модульной форме в операционной системе РАФОС.

Всё ПО комплекса можно разделить на базовое и прикладное.

Базовые программные модули группируются в несвязанные между собой подсистемы, реализующие отдельные функции комплекса. ПО комплекса состоит из следующих подсистем:

- управления;
- ввода изображения;
- отображения;
- архива изображений;
- обработки изображений.

В единую целенаправленную систему, схема которой показана на рис.1, этот набор базовых средств связывается путем дописывания недостающих прикладных программ обработки данных и задания структуры ПО системы.



Р и с. 1. Функциональная схема ПО комплекса

Прикладные программы написаны на языках Фортран и Макроассемблер и записаны в объектном виде в библиотеку прикладных модулей. Задание структуры ПО диктуется спецификой применяемого в системе диалогового управления, обеспечивающего эффективность и оперативность обработки изображений.

Управление осуществляется путем указания на соответствующую кнопку световой клавиатуры в поле управления на экране телевизионного приемника (ТП). Особенность применяемого метода управления с помощью сменных световых функциональных клавиатур заключается в том, что после управляющего воздействия человека-оператора изменяется алфавит языка управления системой (это проявляется в изменении текста, поясняющего функции кнопок на экране) и средства реализации управляющих воздействий (с каждой кнопкой связывается новая последовательность программных модулей, реализующих нужную функцию).

Вся информация, связанная с одной световой клавиатурой, а именно: тексты возле кнопок, имена клавиатур-преемников и списки подпрограмм, реализующих функции каждой кнопки, — рассматривается как единая структура данных под названием "описание клавиатуры". При этом, такие общие для каждого элементарного шага диалогового управления процедуры, как вывод очередной клавиатуры на управляющее поле экрана, ввод сигнала от "светового пера" и преобразование его в номер кнопки, организация последовательного выполнения подпрограмм из списка и переход к клавиатуре-преемнику, реализованы один раз как базовые средства подсистемы управления.

ПО подсистемы диалогового управления (рис.2) состоит из нескольких клавиатур, главной программы и набора подпрограмм, обеспечивающих инициализацию системы, обмен информацией с модулем МСК, вывод на экран ТП световой клавиатуры, программную поддержку указания на световую кнопку и управление работой других подсистем.

В первом цикле работы системы на экран ТП выводится клавиатура "ИНИЦИАЛИЗАЦИЯ МОДУЛЕЙ", указанием на кнопки которой осуществляется настройка модулей комплекса на определенные станции КАМАК. После инициализации системы вызывается основная клавиатура, с помощью которой происходит переход к другим подсистемам. Структура диалога приведена на рис.3. В качестве примера приведено описание основной клавиатуры *GLKL* (табл.1).

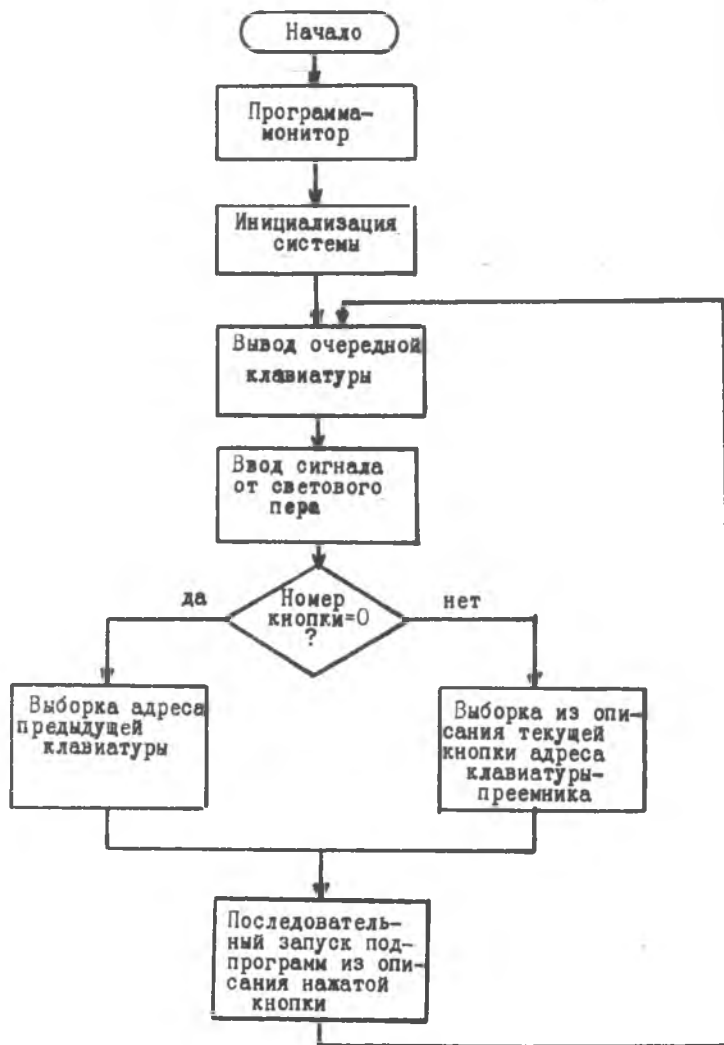
ПО подсистем отображения, архива, ввода и обработки изображений оформлено как отдельные подпрограммы или комплексы связанных подпрограмм, которые могут запускаться двумя способами: путем нажатия на соответствующую световую кнопку, в описании которой присутствуют данные подпрограммы, и путем явного обращения к ним из прикладных программ пользователя.

ПО подсистемы отображения состоит из клавиатур "ТЕСТЫ ВДМ", "УПРАВЛЕНИЕ ВДМ", "ЗАПРЕТ ВДМ", "ПАРАМЕТРЫ" и набора подпрограмм, выполняющих функции:

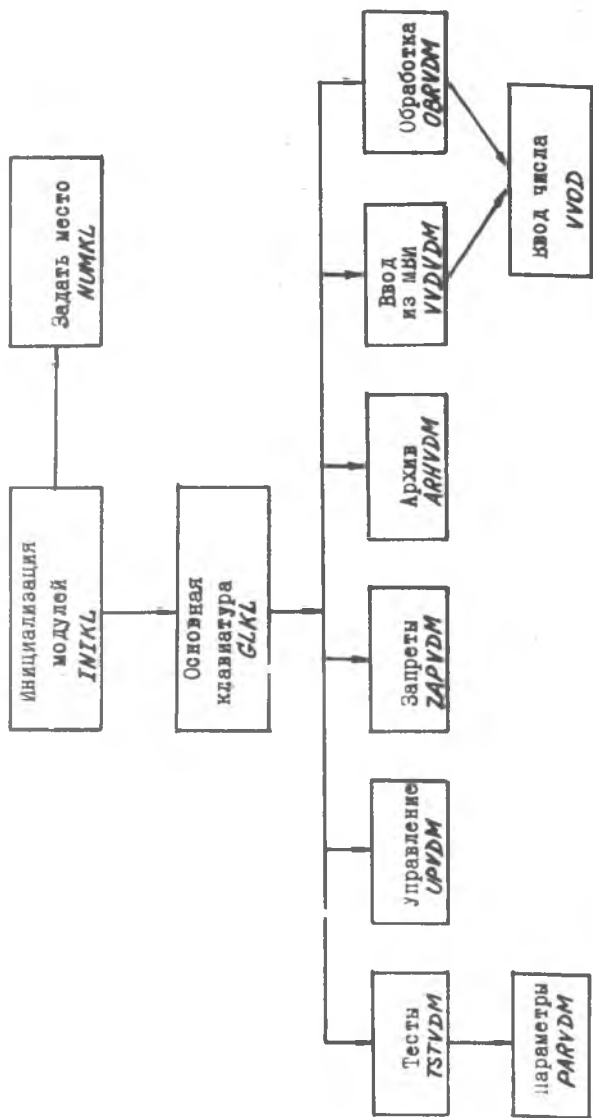
управления работой модуля визуализации изображений ВДМ (задание режима работы ВДМ, выдача адреса записи, задание расположения формата изображения, выдача негатива или позитива, управление цветом, стирание);

обмен информацией с модулем ВДМ (чтение или запись массива информации из памяти ВДМ в память ЭВМ и наоборот);

тестирование работы модуля ВДМ путем формирования соответствующего изображения на экране ТП.












Р и с. 2. Структурная схема ПО подсистемы диалогового управления



Р и с. 3. Структурная схема диалога

Описание световой клавиатуры

Клавиатура <i>GLKL</i>	Клавиатура- приемник	Вызываемые подпрограммы
ФУНКЦИИ АКОИЗ-I		
 ТЕСТЫ ВДМ	<i>TSTVDM</i>	<i>ISHVDM</i>
 УПРАВЛЕНИЕ ВДМ	<i>UPVDM</i>	
 ЗАПРЕТЫ ВДМ	<i>ZAPVDM</i>	
 ИСХОДНОЕ ВДМ		
 АРХИВ	<i>ARHVDM</i>	
 ВВОД	<i>VVDVDM</i>	
 ОБРАБОТКА	<i>OBRVDM</i>	
  ВОЗВРАТ	<i>INIKL</i>	<i>RET</i>

Нажатием на кнопки клавиатуры "ТЕСТЫ ВДМ" производится вызов подпрограмм, обеспечивающих в исходном состоянии модуля вывод черно-белого изображения шахматного и сетчатого полей, горизонтальных и вертикальных полос, а также горизонтальных и вертикальных цветных и полутоновых клиньев.

Визуализация изображения производится ВДМ на экране цветного ТП в 8 псевдоцветах, а на экране черно-белого - в 16 градациях яркости.

Нажатием на кнопку "ЦВЕТ/ЯРКОСТЬ" производится переход к клавиатуре "ПАРАМЕТРЫ", указанием на кнопки которой разрешается вывод одного или набора псевдоцветов и определенных градаций яркости полутонового изображения.

Стирание изображения с экрана ТП, т.е. обнуление памяти ВДМ, осуществляется выдачей пустого байта в обе половины памяти подпрограммой, вызываемой кнопкой "СТИРАНИЕ".

Задание расположения формата вывода изображения в телевизионном кадре, вывод позитивного или негативного изображения осуществляется путем выдачи соответствующих команд в модуль ВДМ подпрограммами обмена информацией.

Вывод старшей или младшей половины байта яркости на экран ТП, вывод определенного цвета или уровня яркости задается путем формирования управляющего слова ВДМ и записи его в модуль по команде специальной подпрограммой. Запрет вывода цвета изображения или полутонового изображения производится записью управляющего слова в регистр запретов, формируемого с помощью кнопок клавиатуры "ЗАПРЕТЫ ВДМ".

Для задания различных режимов работы ВДМ формируется управляющее слово и начальный адрес записи, структура которого зависит от режима работы модуля. Обмен информацией с ВДМ (чтение или запись) осуществляется байтами или специальными командами в подпрограммах чтения или записи. Во время выдачи файла перед каждой командой чтения или записи производится проверка готовности модуля.

ПО подсистемы архива изображений состоит из клавиатуры "АРХИВ" и подпрограмм, обеспечивающих работу системы с архивом данных. Архив представляет собой набор файлов, описывающих изображения форматом 256x256 элементов при байте яркости на каждый элемент. Каждый файл - это цифровой аналог изображения, хранящийся на гибком магнитном диске. В данном варианте ПО предусмотрено хранение, чтение и запись трех файлов на одном диске. Нажатием на кнопки клавиатуры "АРХИВ" вызываются подпрограммы, обеспечивающие чтение из архива и запись в архив одного из заданных файлов изображений.

ПО подсистемы ввода изображений состоит из клавиатуры "ВВОД из МВИ" и набора подпрограмм, осуществляющих управление и обмен информацией с модулем ввода изображения МВИ. Ввод изображения производится методом оптико-электронного сканирования телевизионной передающей камерой. Модуль преобразует аналоговый яркостный сигнал в 8-разрядный цифровой код и позволяет регистрировать статические изображения форматом 256x256 элементов. Ввод изображения возможен двумя способами:

побайтно в регистр ВДМ, а затем запись этого байта из регистра в память ВДМ с одновременной визуализацией на экране ТП;

ввод всего файла изображения в память ЭВМ, а затем запись его в память ВДМ.

В верхней части клавиатуры "ВВОД ИЗ МВИ" расположены кнопки, задающие параметры для окна ввода и вывода с помощью клавиатуры "ВВОД ЧИСЛА". Кнопки в нижней части клавиатуры задают направление обмена. При обмене между МВИ и ВДМ окна ввода и вывода совпадают и задается только окно ввода. При обмене между МВИ и ОЗУ ЭВМ задается окно ввода, между ОЗУ ЭВМ и ВДМ - окно вывода.

Подпрограмма, осуществляющая обмен информацией с МВИ на физическом уровне, выдает следующую последовательность команд:

останов;

запрет прерывания;

задание окна ввода;

задание начального адреса по X;

задание конечного адреса по X;

задание начального адреса по Y;

задание конечного адреса по Y;

старт;

считывание информации байтами с шин *R1...R8*. Перед каждой командой чтения проверяется готовность МВИ;

останов.

ПО подсистемы обработки изображений состоит из клавиатуры "ОБРАБОТКА" и набора подпрограмм, осуществляющих предварительную обработку изображения, находящегося в памяти ВДМ.

Кнопки в верхней части клавиатуры задают окно обработки (через клавиатуру "ВВОД ЧИСЛА"). Кнопки в нижней части клавиатуры обеспечивают различные виды обработки.

Операция сглаживания производится по восьми окружающим точкам, причем новое значение яркости E^1 сглаживаемой точки E вычисляется из яркостей окружающих точек по формуле:

$$E^1 = \frac{E}{4} + \frac{B+D+F+H}{8} + \frac{A+C+G+I}{16}.$$

При этом выполняются следующие условия:

первая и последняя строки не обрабатываются;

первый и последний столбцы не обрабатываются;

при построчном сканировании элементов достаточно обновлять только 3 элемента и переименовывать 6 старых;

при переходе на новую строку необходимо обновлять все элементы.

Кнопкой "ФИЛЬТРАЦИЯ" вызывается подпрограмма фильтрации с заданным порогом по следующей формуле [1] :

$$A' = 0,3(B+C) + 0,2(D+E);$$

$$A = \begin{cases} A, & \text{если } |A-A'| < \delta_1 \\ A' + \delta_2 \operatorname{sign}(A-A'), & \text{если } |A-A'| \geq \delta_1, \end{cases}$$

где A - яркость точки до сглаживания;

A' - яркость точки после сглаживания;

B, C, D, E - яркость точек, окружающих точку A ;

δ_1 - порог фильтрации;

δ_2 - коэффициент фильтрации.

Для подпрограммы фильтрации параметрами являются окно обработки, порог фильтрации и коэффициент фильтрации.

Следующей операцией обработки является поэлементное логарифмирование значений яркости из окна обработки [2] :

$$S' = \operatorname{LOG}(S),$$

где S - значение яркости в обрабатываемой точке до обработки;

S' - новое значение яркости в той же точке после обработки.

Поэлементное линейное преобразование значений яркости из окна обработки производится по формуле

$$S' = AS + B,$$

где S - значение яркости в обрабатываемой точке до обработки;

S' - новое значение яркости в той же точке после обработки;

A, B - коэффициенты преобразования.

При этом должны выполняться следующие условия:

если $S' > 255$, то $S' = 255$,

$S' < 0$, то $S' = 0$.

Для подпрограммы линейного преобразования параметрами являются окно обработки и коэффициенты преобразования.

К операциям предварительной обработки относится также операция изменения контрастности изображения в окне обработки [3] :

$$S' = A(S-M) + M',$$

где S - значение яркости элемента до обработки;

S' - новое значение яркости того же элемента;

M - среднее значение яркости по обрабатываемой площади;

M' - новое значение яркости по обрабатываемой площади;

A - коэффициент пропорциональности.

Среднее значение яркости по обрабатываемому участку рассчитывают до начала обработки специальной подпрограммой. Для подпрограммы

изменения контрастности параметрами являются окно обработки, среднее значение яркости, новое среднее значение яркости и коэффициент пропорциональности.

Л и т е р а т у р а

1. Я р о с л а в с к и й Л.И. Введение в цифровую обработку изображений.-М.:Сов.радио, 1979.

2. В и т т и х В.А., С е р г е е в В.В., С о и ф е р В.А. Обработка изображений в автоматизированных системах научных исследований.-М.:Наука, 1982.

3. М у ч н и к И.Б., П а м о р о з с к и й Е.И., Э л ь м а н Р.И. Автоматизированная обработка полутоновых изображений (обзор состояния проблемы).-Автоматика и телемеханика, 1981, № 2, с.84-.

ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ СИСТЕМ НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

УДК 543.42

Р.Т.С а й ф у л л и н

ОЦЕНИВАНИЕ ПАРАМЕТРОВ "КОНТРАСТИРОВАННОГО" СПЕКТРА
В СИСТЕМАХ ОБРАБОТКИ АНАЛИТИЧЕСКОЙ ИНФОРМАЦИИ (г. Куйбышев)

Спектрограмма несет в себе информацию о качественном и количественном составе анализируемой смеси. Целью качественного анализа в общем случае является идентификация неизвестного соединения, целью количественного анализа - определение процентного содержания компонентов смеси. Для получения результатов количественного и качественного анализа спектрограмма должна быть соответствующим образом обработана.

В процессе обработки необходимо перейти от реальной спектрограммы, представленной выходным сигналом анализатора, к "контрастированной" спектрограмме. Каждый компонент анализируемой смеси представляется в "контрастированном" спектре линией с характеризующей его совокупностью определяющих параметров (интенсивность линии, положение линии). Задачей автоматической обработки в этом случае является получение "контрастированного" спектра и определение параметров спектральных линий с высокой точностью и надежностью.

При изучении свойств оценок параметров, полученных из "контрастированного" спектра, будем для простоты полагать, что в исход-