

В.И.Дворжец, В.И.Торшин, С.А.Упольников

СМОГ ДЛЯ ЭВМ ЕС И АСВТ

Система математического обеспечения графических устройств (СМОГ), реализованная на ЭВМ БЭСМ-6 [1, 2] и ЭВМ типа М-20 [3], разрабатывалась с 1969 года и начала широко эксплуатироваться с 1971-72 гг. В 1975 году была предпринята разработка версии СМОГ для ЭВМ серии ЕС. В [4] кратко описана реализация СМОГ ЕС в рамках ДОС ЕС. В 1976-78 гг. велась разработка и реализация версий СМОГ для ДОС АСВТ и ОС ЕС. Настоящая статья посвящена описанию и подведению некоторых итогов эксплуатации этих версий.

При разработке вариантов СМОГ для ЕС и АСВТ авторы взяли за основу наиболее развитую версию СМОГ — СМОГ БЭСМ-6 [1, 2]. Была обеспечена практическая полная совместимость с этой версией,плоть до совпадения почти всех сообщений, выдаваемых системой на печать.

Для пользователя основное отличие версий СМОГ ЕС и АСВТ от СМОГ БЭСМ-6 состоит в изменении названий процедур (при сохранении списков параметров). Это обусловлено ограничениями использования русских букв в идентификаторах. Остальные отличия связаны с особенностями представления текстовых констант и с особенностями вызова из программных библиотек.

С системной точки зрения версии ЕС и АСВТ несколько проще и обладают меньшими возможностями. Отсутствует система генерации версий. Нет подкачки блоков системы с внешней памяти.

В то же время, наличие общей библиотеки объектных модулей (в ОС ЕС также библиотеки загрузочных модулей) позволило ограничиться реализацией только одной версии в каждой из ОС (ДОС ЕС, ДОС АСВТ и ОС ЕС), аналогично тому, как это было сделано в версии СМОГ БЭСМ-6 для Мониторной Системы "Дубна" (МСД).

Перевод версии СМОГ с БЭСМ-6 вначале был сделан для ДОС ЕС. Первый уровень и буферная часть СМОГ были реализованы на ассемблере, а второй уровень - на Фортране.

Алгоритмы большинства программ первого уровня при переводе не изменились. Остальные программы первого уровня (в основном программы печати), буфер и каналы были написаны заново. Объем программ первого уровня - 5000 предложений, время отладки - один год. Объем буфера и первых трех каналов (реализующих вывод на графопостроитель ЕС 7054 в двух режимах и на графопостроитель ВЕКТОР 4П2С) - 1500 предложений, время отладки - два месяца.

Для перевода Фортран-программ с БЭСМ-6 на ЕС была написана специальная программа перекодировки, которая считывала из архива редактора Мониторной системы тексты на Фортране БЭСМ-6 и перфорировала их в коде ЕС. Одновременно производился просмотр программы и замена идентификаторов с целью устранения русских букв. Полученные тексты вводились на ЭВМ ЕС-1030 и записывались в библиотеку исходных модулей ДОС ЕС. Затем программы корректировались уже с помощью библиотекаря ДОС ЕС.

Необходимо было провести замену совпадших в результате перекодировки идентификаторов и устраниить другие мелкие ошибки, возникшие из-за отличия версий Фортрана. Корректировке приходилось подвергать 5-10 % предложений исходного текста. Отладка второго уровня заняла примерно четыре месяца при объеме программ порядка 10000 предложений.

После реализации СМОГ в ДОС ЕС (на ЭВМ ЕС-1030) была создана версия в ДОС АСВТ (на ЭВМ М-4030). Поскольку ЭВМ М-4030 и ЭВМ серии ЕС совместимы на уровне машинных команд и языков высокого уровня, перенос СМОГ ЕС на М-4030 особых затруднений не вызвал и свелся к перфорации на магнитную ленту специальным образом преобразованных записей из библиотеки исходных модулей ЕС ЭВМ. Пришлось также переделать части про-

грамм, в которых были использованы макрокоманды ДОС ЕС.

Получение версии ОС ЕС из версии ДОС оказалось более сложным в основном из-за совершенно другой структуры библиотек. Все программы СМОГ ДОС ЕС были выданы на перфокарты, введены на ЭВМ ЕС 1050 и записаны в личную библиотеку в ОС ЕС.

Отладка версии СМОГ для ОС ЕС заняла полгода, поскольку потребовалось полностью переделать программы печати и все канальные программы.

## I. СМОГ ДОС ЕС

Версия СМОГ ДОС ЕС размещается на специальном диске, на котором организованы две библиотеки: библиотека исходных модулей и библиотека объектных модулей. Вместе обе библиотеки занимают 80% семимегабайтного диска. Реально занято 25% диска, остаток предназначен для новых программ второго уровня и новых каналов.

Для работы со СМОГ ДОС ЕС необходимо сделать назначения для графических устройств (ЕС-7054 - SYS 020, ВЕКТОР 4И12С - SYS 010), для печатей на АЦПУ (используется SYS007) и для библиотеки объектных модулей. Необходимо также описать участки на диске и вызвать программы SIN и COS, используемые СМОГ, из Фортран-библиотеки ILFSSCN.

Версия СМОГ ДОС ЕС обеспечивает вывод графической информации по двум каналам на графопостроитель ЕС 7054 -DIGIGRAF (в режимах ON - LINE и OFF - LINE через перфоленту). Буфер вместе с этими тремя каналами занимает 4К памяти.

Для организации форматной печати на АЦПУ для СМОГ ЕС была разработана специальная программа, которая готовит строку символов для печати и с помощью макрокоманды OUTPRT выводит ее на АЦПУ. Объем памяти, который занимает эта программа, равен 2К.

## 2. СМОГ АСВТ

СМОГ АСВТ - это версия СМОГ ЕС, адаптированная к операционной системе ДОС АСВТ 2.1 на ЭВМ М-4030. В связи с отличиями организаций библиотек в ДОС АСВТ от ДОС ЕС (в ДОС АСВТ отсутствует понятие личных библиотек), версия СМОГ АСВТ размещается в трех системных библиотеках S (исходных программ), R (объектных модулей) и C (фазовая библиотека). Поскольку все эти библиотеки системные, то никаких дополнительных действий по их назначению и описанию не требуется.

Размещение модулей СМОГ АСВТ в S и R -библиотеках совпадает с их размещением в аналогичных библиотеках для СМОГ ЕС. Фазовая же библиотека содержит канальные программы, загружкой которых в оперативную память ЭВМ ведает буферный модуль системы.

Для работы со СМОГ АСВТ необходимы только назначения, связанные с функционированием конкретных графических устройств и канальных программ, это назначение магнитной ленты для вывода информации для графопостроителя (ГП) BENSON -222, либо это сообщения, связанные со спецификой подключения графических устройств к ЭВМ М-4030.

В системе реализованы две канальные программы, обеспечивающие работу с ГП BENSON-222 в режиме OFF-LINE и ГП DIGIGRAF I612 (EC-7054) в режиме ON-LINE. Минимальный объем памяти, необходимый для буферной части и одной из канальных программ, составляет 4К байтов.

## 3. СМОГ ОС ЕС

Версия СМОГ ОС ЕС является адаптацией СМОГ ЕС для операционной системы ОС ЕС. В основу была взята версия СМОГ ДОС ЕС, но из-за несовместимости операционных систем ДОС и ОС она претерпела некоторые изменения.

Система размещается на семимегабайтном диске и состоит из трех библиотек исходных, объектных и загрузочных модулей с DS -именами SMOGAF,SMOGOM и SMOGLM , соответственно. Послед-

ная библиотека была создана для удобства использования системы, т.к. она обеспечивает автоматический вызов подпрограмм системы. Эти библиотеки занимают 30% диска, причем реально занято только 20%, а остаток предназначен для новых программ. Оставшаяся часть диска используется под буфер накопления графической информации для последующей переписи на МД и разрисовки.

В версии СМОГ ДОС ЕС обращения к процедурам первого уровня оформлены как дополнительные входы в модуль СМОГ 1 . При работе с системой этот модуль вызывается дополнительно.

В ОС в библиотеках автоматического вызова загрузочный модуль не может иметь больше 16 дополнительных точек входа. Поэтому для обеспечения автоматического вызова подпрограмм первого уровня в версии СМОГ ОС ЕС был написан фиктивный модуль СМОГ 0 , содержащий входы в некоторые процедуры первого уровня.

Для работы с системой на шаге редактирования необходимо назначить библиотеку авто-вызова, которая представляет собой соединенный набор данных из библиотек SYS1, FORTLIBI SMOGLM. Кроме этого на шаге выполнения необходимо описать набор данных с DD -именем SYSPRINT для выдачи на АЦПУ диагностической информации и информации об ошибках.

При адаптации первого уровня СМОГ ЕС потребовалась замена всех системных макрокоманд ДОС ЕС на соответствующие макрокоманды или наборы макрокоманд ОС ЕС. Эта замена была выполнена в виде добавления личных макроопределений для системных макрокоманд. Необходимые макроопределения были помещены в библиотеку исходных модулей с общим именем модуля MACROS . Таким образом, модули системы СМОГ ЕС остались без изменения, за исключением ведущего модуля СМОГ1 и буферной части. В модуле СМОГ1 пришлось сделать изменения, связанные, во-первых, с добавлением нового канала, во-вторых, с написанием фиктивного модуля и, в-третьих, в связи с тем, что макрокоманды выдачи даты и имени задания не удалось преобразовать путем чистой замены. Второй уровень СМОГ ЕС остался без изменения.

В буферную часть системы введен канал буферизации графической информации в архиве на МД. Написана также специальная сервисная программа GRASER , которая осуществляет преобразование информации из архива в команды конкретного графического

прибора для непосредственного их исполнения (на устройствах, работающих в режиме ON-LINE) или для последующей переписи на промежуточный носитель (МЛ, ПФЛ) для устройств, работающих в режиме OFF-LINE через МЛ, ПФЛ. Причем работа системы СМОГ по накоплению информации и работа программы GRASER по ее разрисовке осуществляются независимо во времени. Такая идеология работы с выходной графической информацией успешно применяется уже несколько лет в версии СМОГ - БЭСМ-6. Ее развитие и подробное описание можно найти в работе [5].

Архив на МД представляет собой набор данных прямого доступа. Он состоит из блоков фиксированной длины. Объем архива 1500 блоков по 3000 байтов каждый. Работа с ним осуществляется с помощью метода доступа BDAM. Основной логической единицей информации, хранимой в архиве, является графикакет. Графикакет представляет собой закодированную определенным образом графическую информацию, описывающую рисунок, который в терминах СМОГ определяется как ЛИСТ или несколько ЛИСТОВ, предназначенных для вывода на одно и то же графическое устройство, которое определяется номером канала вывода в СМОГ.

Несколько блоков в архиве отведены под каталоги, в которых хранится информация о занятости архива и характеристики записанных графикакетов (имя задания, дата, время, № канала и т.д.).

Графикакет всегда занимает целое число блоков и состоит из последовательности записей, каждая из которых представляет собой закодированную информацию об отрезке (перемещении) пишущего инструмента [6].

Управление программой GRASER осуществляется с пульта оператора. Оператор может с ее помощью узнать о состоянии графического архива, распечатать каталог, уничтожить графикакет, переписать на промежуточный носитель один или несколько графикакетов или начать разрисовку графикакета на подключенном к машине приборе. Для управления программой GRASER имеется набор специальных директив.

Программа GRASER позволяет выводить буферизованную информацию на граffопостроитель BENSON-222, BENSON-1332 и устройство вывода на микрофоны COM-320. При необходимости количество обслуживаемых устройств легко расширяется.

## Л и т е р а т у р а

1. Математическое обеспечение графопостроителей. I уровень:  
СМОГ. Инструкция по программированию/ Под ред. Ю.А.Кузнецова. - Новосибирск, Б.и., 1976. - 118с. - В надзаг.: Сиб. отд-ние АН СССР, ВЦ.
2. Математическое обеспечение графопостроителей. II уровень:  
СМОГ. Инструкция по программированию/ Под ред. Ю.А.Кузнецова. - Новосибирск, Б.и., 1976. - 78с. - В надзаг.: Сиб. отд-ние АН СССР, ВЦ.
3. СМОГ: М-220, М-220М, М-222, БЭСМ-4М. Методические разработки/ Под ред. Ю.А.Кузнецова.- Новосибирск: НГУ, 1978. - 131с.
4. Дворжец В.И., Торшин В.И., Упольников С.А. СМОГ ЕС система математического обеспечения графических устройств для ЕС ЭВМ.-Материалы Всесоюз. конф. "Автоматизация научных исследований на основе применения ЭВМ". Новосибирск, Б.и., 1977, с.163-165.
5. Дебелов В.А. Система управления графическим выводом. - Настоящий сборник.
6. Дебелов В.А. Буферная часть СМОГ. - В сб.: Машинная графика и ее применение/ Под ред. Ю.А.Кузнецова. - Новосибирск, 1974, с.19-37.

В.И.Торшин, О.Д.Труфанов

СМОД для ЭВМ М-4030

В системах автоматизированного проектирования существенное место занимают системные программные средства для обеспечения работы графических устройств. Обеспечение графических дисплеев приобретает особенное значение, т.к. с их помощью можно осуществлять оперативный визуальный контроль за прохождением решения прикладной программы, получать промежуточные результаты в наглядном виде, а также позволяют организовать контролируемое ветвление в программе. В статье описывается один из вариантов обеспечения дисплеев.

Система математического обеспечения дисплеев Дельта (СМОД) базируется на графической системе СМОГ-АСВТ [5].

СМОД обладает всеми изобразительными и сервисными возможностями СМОГ-М [6] и, кроме того, предоставляет пользователю диалоговые возможности.

### I. Формирование изображения

Изображение формируется в два этапа. (1) Сначала в ЭВМ М-4030 формируется дисплейный файл, который затем (2) передается в мини-ЭВМ "Электроника-100И" программе "Диспетчер" З. Начинается процесс регенерации, и изображение появляется на экране дисплея. СМОД реализует функции первого этапа. Формирование изображения для дисплея проходит в основном по тем

же правилам, что и для графопостроителей. Для более полного использования возможностей дисплея были расширены функции некоторых стандартных процедур СМОГ и введен ряд новых, которые реализуют обращения к аппаратным средствам дисплея, а также программы, позволяющие получать текущий размер дисплейного файла, задавать расположение листа на экране. На экране может находиться несколько листов одновременно, информация о каждом из них запоминается и доступна пользователю. В системе предусмотрен контроль выхода за границу экрана. Лист, нарушающий границу, обрезается по границе экрана. Накопленный дисплейный файл передается на дисплей специальной процедурой.

При формировании изображения необходимо учитывать дальнейшую работу с ним, поэтому изображение может быть фрагментировано. Фрагмент можно, если это необходимо, сделать активированным к световому перу.

## 2. Организация диалога

При организации диалога была использована идеология, описанная в [3]. Во время работы за дисплеем пользователь имеет возможность использовать световое перо (СП), функциональную клавиатуру (ФК) и буквенно-цифровую клавиатуру (БЦК), при этом диспетчер "Дельта" заполняет массив сообщений оператора (МСО) [3], который затем передается для расшифровки в ЭВМ М-4030. Сообщениями МСО могут быть:

- указание светового пера,
- код ФК,
- последовательность точек,
- последовательность векторов,
- строка символов.

Порядок заполнения МСО несущественен и определяется пользователем. Подробнее со структурной МСО и работой за пультом дисплея можно ознакомиться в [3].

СМОД включает в себя набор программ, предназначенных для расшифровки МСО, на базе которых можно строить диалоговые программы и организовать некоторые стандартные диалоговые функции.

Этот набор позволяет получить:

- номер листа, указанного пользователем на экране или номер текущего указанного листа;
- номер фрагмента в последовательности фрагментов, активированных к перу;
- код функциональной клавиши, нажатой пользователем;
- строку символов в заданном массиве вместе с координатами расположения начала этой строки в листовой или декартовой системе координат;
- координаты точек, поставленных пользователем в листовой или декартовой системе координат;
- последовательность векторов (массивы координат в листовой или декартовой системе координат).

Кроме базисного набора процедур расшифровки МСО в системе имеется также несколько программ, обеспечивающих некоторые стандартные действия пользователя за дисплеем. В настоящее время они включают корректировку арифметических данных и аффинные преобразования 6 фрагментов, указанных пользователем. Необходимость в подобных средствах возникла в ходе эксплуатации СМОД.

### 3. Реализация системы

Система реализована на ЭВМ М-4030, работающей под управлением ДОС АСВТ 2.1. Связь с дисплеем "Дельта" осуществляется посредством УМСО с помощью коммуникационных программ. Минимальный объем памяти, необходимый для работы системы, 30 К байт.

### Л и т е р а т у р а

1. Математическое обеспечение графопостроителей. СМОГ, I уровень: Инструкция по программированию / Под ред. Ю.А.Кузнецова. - Новосибирск, Б.и., 1976. - II8 с. - В надзаг.: Сиб. отд-ние АН СССР, ВЦ.
2. Математическое обеспечение графопостроителей. СМОГ, II уро-

- вень: Инструкция по программированию / Под ред. Ю.А.Кузнецова. - Новосибирск, Б.и., 1976. - 81 с. - В надзаг.: Сиб. отд-ние АН СССР, ВЦ.
3. Гинзбург А.Н., Родионов Ю.И. Программное обеспечение графической системы дисплей "Дельта" - ЭВМ "Минск-32". - Автометрия, 1974, № 4, с.73-83.
  4. Ковалев А.М., Котов В.А., Лубков А.И., Токарев А.С. Графический дисплей "Дельта". - Автометрия, 1974, № 4, с.61-67.
  5. Дворжец В.И., Торшин В.И., Упольников С.А. СМОГ для ЭВМ ЕС и АСВТ. - Настоящий сб.
  6. Торшин В.И., Пузаткин В.С., Насибуллин М.Х. СМОГ-МАГИСТРАЛЬ.- Настоящий сборник.
  7. Бобко В.Д., Золотухин Ю.Н., Крендель Ю.М. и др. Магистральная система обмена информацией. - Автометрия, 1974, № 4, с. 9-19.

В.И.Торшин, В.С.Пузаткин, М.Х.Насибуллин

### СМОГ – МАГИСТРАЛЬ

Система математического обеспечения графопостроителей – магистраль (СМОГ-М) является адаптированной версией СМОГ – ЕС на ЭВМ М-4030 (ДОС АСВТ 2.1) и развитой в соответствии с потребностями в графическом обеспечении систем автоматизированного проектирования.

Система была реализована с учетом создания унифицированного потока графической информации в САПР для большого количества разнообразного графического оборудования. Ее реализация потребовала разработки ряда новых графических, а также сервисных средств программного обеспечения.

Были разработаны:

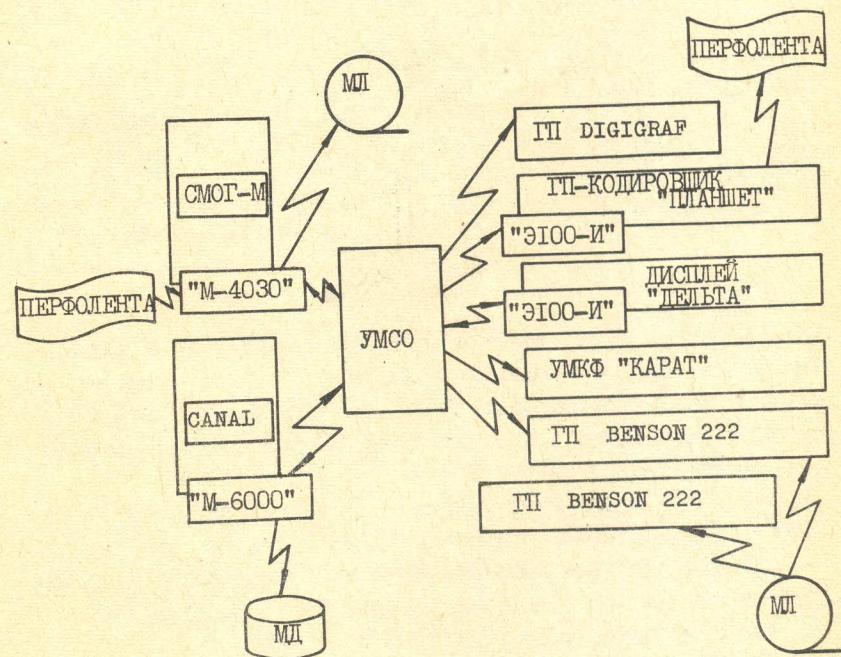
- средства взаимодействия с УМСО (унифицированная магистральная система обмена) [7] ;
- широкий набор канальных программ, обеспечивающий работу с разнородными устройствами графического вывода (УГВ);
- диалоговые средства работы с графическим дисплеем "Дельта" [4] ;
- средства буферизации графической информации;
- спецкомплект "Аффинные преобразования" – средство преобразования графической информации.

В системе предусмотрены базисные возможности для ввода графической информации с графопостроителя-кодировщика "Планшет".

## I. Работа с УМСО

УМСО представляет собой аппаратурный коммуникационный процессор, предназначенный для обеспечения взаимодействия между "абонентами" - ЭВМ (возможно, разнородными), специализированными внешними устройствами, системами сбора информации и т.п. [3]. Программная связь абонентов обеспечивается коммуникационными программами, которые обслуживают УМСО в каждом из активных абонентов (ЭВМ).

СМОГ-М обеспечивает работу УТВ, подключенных к УМСО. На следующем рисунке приводится схема организации взаимодействия системы и графических устройств ввода-вывода.

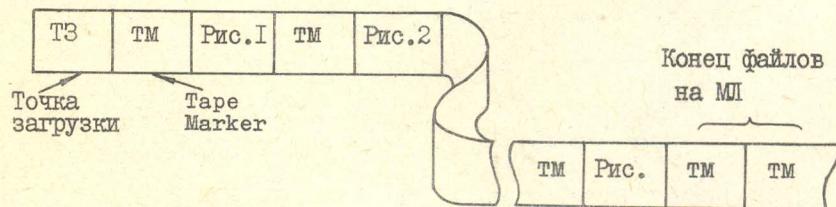


## 2. Каналы СМОГ-М

СМОГ-М включает сравнительно широкий набор канальных программ, обеспечивающих работу с конкретными УТВ. В целях экономии памяти при организации работы с каналами была использована идеология СМОГ БЭСМ-6, т.е. канальные программы загружаются в оперативную память ЭВМ по мере надобности на одно и то же место, выделенное системой.

В СМОГ-М реализовано шесть канальных программ.

Канал I обеспечивает вывод графической информации на ГП BENSON - 222 в режиме OFF LINE. Информация для ГП (команды ГП) накапливается на МЛ в виде файлов неопределенной длины. На МЛ принята следующая организация:



Таким образом, на МЛ можно хранить нужные рисунки и дописывать новые, при этом имеется возможность удалять рисунки, записанные на МЛ последними. Для этого достаточно поставить два ТМ перед рисунком, начиная с которого будет производиться удаление.

Канал 2 обеспечивает возможность вывода графической информации на ГП DIGIGRAF - I6I2 (ЕВ 7054) в режиме ON LINE.

Для работы с этим устройством необходимо проделать следующие действия на консоли ЭВМ М-4030, связанные с работой УМСО:

- сообщить номер крейта УМСО;
- сообщить номер абонента УМСО;
- установить лист на ГП и сообщить о готовности.

Канал 3 обеспечивает возможность вывода графической информации на устройство микрофильмирования (УМКФ) "КАРАТ" в режиме

ме ON LINE. Набор основных процедур, управляющих режимами работы УМКФ, совместим в смысле количества и интерпретации параметров с аналогичными процедурами для канала 3 СМОГ БЭСМ-6 [5].

Канал 4 обеспечивает работу пользователя с системой СМОД [4].

Канал 5 зарезервирован для работы с графическим архивом. В настоящее время работы по этому каналу находятся на этапе отладки.

Канал 6 позволяет реализовать функции графопостроителя для кодировщика-графопостроителя "Планшет".

### 3. Буферизация

Все устройства, задействованные в СМОГ-М, исключая дисплей "Дельта", медленные, и работа с ними требует существенных затрат машинного времени. Поскольку в СМОГ не предусматривается параллельный вывод графической информации на несколько УТВ, процесс получения промежуточных результатов на твердом носителе во время работы с дисплеем затруднен. Была реализована возможность буферизации графической информации на внешней памяти мини-ЭВМ М-6000.

Специальная программа на М-6000 размещает поступающую информацию от ЭВМ М-4030 и размещает ее на магнитном диске. Затем по приказу эта информация разрисовывается на заданном УТВ.

Таким образом, активный диалог с дисплеем прерывается только на время, необходимое для записи картинки на магнитный диск (МД) ЭВМ М-6000. Это время по приблизительным оценкам в 10 раз меньше, чем время, необходимое для непосредственного вывода на ГП. Накопленная на МД информация может разрисовываться параллельно основному процессу, который продолжается на ЭВМ М-4030.

#### 4. Аффинные преобразования

В систему СМОГ-М был включен новый комплект второго уровня, реализующий аффинные преобразования (перенос, вращение, растяжение-сжатие, отражение относительно прямой и т.д.) Названия процедур и параметры совместимы с аналогичными процедурами графической системы ГРАФОР [6].

#### Л и т е р а т у р а

1. Математическое обеспечение графопостроителей. СМОГ, I уровень: Инструкция по программированию/Под ред. Ю.А.Кузнецова. - Новосибирск, Б.и., 1976. - 118 с. - В надзаг.: Сиб. отд-ние АН СССР, ВЦ.
2. Математическое обеспечение графопостроителей. СМОГ, II уровень. Инструкция по программированию/Под ред. Ю.А.Кузнецова. - Новосибирск, Б.и., 1976. - 81 с. - В надзаг.: Сиб. отд-ние АН СССР, ВЦ.
3. Золотухин Ю.Н., Лившиц З.А. Унифицированная магистральная система обмена. - В сб.: Автоматизация эксперимента. Новосибирск, 1976, с. 6-10.
4. Торшин В.И., Труфанов О.Д. СМОД для ЭВМ М-4030. - Настоящий сб.
5. Дебелов В.А., Мацокин А.М. Программное обеспечение устройства микрофильмирования КАРАТ. - Новосибирск, Б.и., 1977.- 17 с. (Препринт /ВЦ СО АН СССР; 60).
6. Баяковский Ю.М. и др. ГРАФОР: Комплекс графических программ на Фортране. Вып. 2. - М., Б.и., 1973. - 50 с. (Препринт ИПМ АН СССР; 52).
7. Бредихин С.В., Гинзбург А.Н. и др. Программирование средств связи и управление вводом-выводом в УМСО. - В сб.: Автоматизация эксперимента. Новосибирск, 1976, с. 52-59.

Е.В.Вишневский, В.И.Дворжец, И.Г.Никель

### РАСТРОВЫЙ ГРАФИЧЕСКИЙ КАНАЛ В СИСТЕМЕ СМОГ - БЭСМ-4М

Система СМОГ-М [1] получила широкое распространение на ЭВМ типа М-20. Одна из версий этой системы [2] в течение нескольких лет успешно эксплуатируется в Вычислительном центре Сибирского научно-исследовательского института геологии, геофизики и минерального сырья (СНИИГТИМС) на машинах БЭСМ-4М. В этой версии реализованы три канала графического вывода на графопостроители BENSON -121, ВЕКТОР-1301 и АТЛАС-2М. По первому математическому каналу обслуживается BENSON -121, а второй математический канал реализован двумя физическими каналами для ВЕКТОРА-1301 и АТЛАСА-2М.

Первый уровень системы СМОГ-М обеспечивает связь с графическим устройством; заказывает и защищает область рисования (ЛИСТ); позволяет рисовать отрезки прямых, символы, числа, куски связного текста; вводит различные декартовы системы координат; осуществляет контроль ошибок и предоставляет сервисные возможности. Первый уровень реализован в виде СП и может размещаться в любом ненулевом кубе памяти. При работе в системах АЛЬФА и ТА-1М пользователю предоставляется возможность обращаться к первому уровню как к набору процедур.

Второй уровень системы СМОГ-М позволяет решать специализированные графические задачи, базируясь на первом уровне. Второй уровень представляет из себя набор комплектов АЛЬФА и ТА-1М-процедур, с помощью которых пользователь может вычер-

чивать графики, рисовать изолинии функции двух переменных, наносить векторные поля, изображать проекции поверхностей с уборкой ненужных линий.

В ИВЦ СНИИТИСа графические устройства используются, в основном, для вывода графиков и вычерчивания карт изолиний. Эксплуатируется АЛЬФА-версия СМОГ-М.

При отладке графических задач значительное время расходуется на получение пробных рисунков. В связи с этим возникла идея подключения скоростного графического устройства, не использующего к тому же диффидитную рулонную бумагу. В качестве такого устройства был выбран соответствующим образом модифицированный серийный телевизор ИЗУМРУД-207. Для обеспечения его работы необходимо было создать соответствующее математическое обеспечение. Оно было реализовано как третий математический или четвертый физический канал системы СМОГ-М.

Специфика работы растрового дисплея (работа с различными кубами памяти, возможность вмешиваться в решение графической задачи) потребовала дополнения системы СМОГ-М некоторыми новыми процедурами.

#### I. Растровый дисплей и его подключение к БЭСМ-4М

На рис. I представлена блок-схема растрового дисплея и его сопряжение с ЭВМ БЭСМ-6. Информация, предназначенная для просмотра на телеэкране, должна быть размещена в 4, 5, 6-м или 7-м кубах МОЗУ ЭВМ.

Во время переписи информации из 0, I, 2-го или 3-го куба в 4, 5, 6-й или 7-й кубы МОЗУ устройство управления выводом на телеэкран (УУВТ) вырабатывает запрет на обращение к 4, 5, 6-му или 7-му кубу со стороны дисплея. По окончании переписи УУВТ организует последовательное обращение к ячейкам МОЗУ, номер которого (4, 5, 6-й или 7-й) сохранен на регистре адреса МОЗУ от последнего обращения к МОЗУ во время переписи. В течение всего времени обращения на телеэкране отображается содержимое соответствующего куба МОЗУ.

Для формирования адреса ячейки МОЗУ во время обращений к

нему со стороны дисплея предназначен промежуточный 12 разрядный регистр адреса, работающий в режиме счетчика, с которым согласована выработка синхроимпульсов строк и кадров, поступающих в схему управления строчной и кадровой разверткой телевизора. Поскольку обращения к кубам МОЗУ со стороны процессора и дисплея чередуются, у пользователя возникает впечатление движущегося изображения (во время его формирования процессором), которое по окончании формирования переходит в неподвижное изображение.

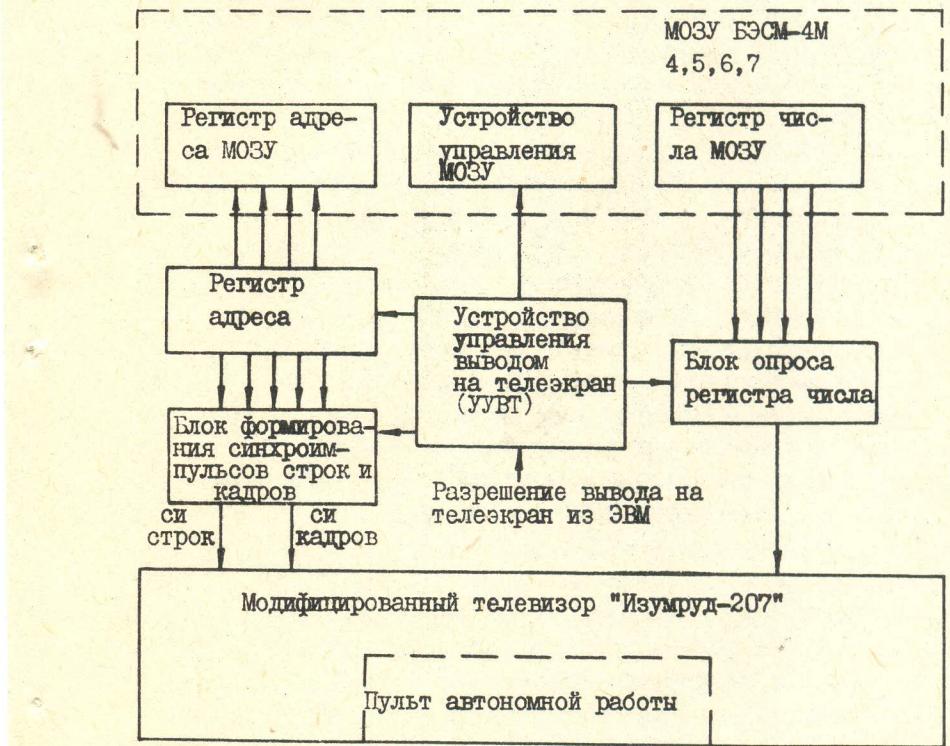


Рис. I. Блок-схема устройства для отображения машинной информации ЭВМ БЭСМ-4М на телевизионном экране

Изображение на телевизоре представляет из себя растр размером  $M \times n$  см. Адреса ячеек МОЗУ, формирующие изображение по

горизонтали находятся в четырех младших разрядах регистра адреса МОЗУ, т.е. по горизонтали имеется  $16 \times 45 = 720$  точек.

Адреса ячеек МОЗУ, определяющих положение строки по вертикали в 5-12-м разрядах регистра адреса, т.е. имеется 256 строк. Емкость одного кадра равна емкости одного куба МОЗУ. Один кадр складывается из двух полукаадров. Частота полукаадров телевизора 50 Гц. Изображение одного полукаадра отображает состояние разрядов всех четных ячеек МОЗУ, другого полукаадра - нечетных ячеек МОЗУ. Частота строк 19 кГц. После каждого обращения к МОЗУ со стороны УУВТ содержимое промежуточного регистра адреса увеличивается на 2, поэтому на регистр числа МОЗУ за I полукаадр последовательно вызывается содержимое всех четных или нечетных ячеек МОЗУ (поочередно), каждое из которых хранится на нем в течение 4 мкс. Блок опроса регистра за 3,2 мкс последовательно опрашивает состояние всех 45 разрядов регистра числа МОЗУ и формирует соответствующие сигналы управления видеосигнителем телевизора. При значении "1" в опрашиваемом разряде формируется светлое пятно на экране кинескопа, в противном случае - темное пятно. В качестве выводного устройства использован промышленный телевизор "Изумруд-207", в схему которого внесены незначительные изменения, связанные с синхронизацией строк, кадров, управлением видеоусилителем. При телевизоре имеется пульт автономной работы. С пульта управления можно перевести дисплей в режим автономной работы, т.е. процессор БЭСМ-4М переводится в режим работы с 0,1,2-м или 3-м кубами МОЗУ и может приступить к другой программе, а дисплей работает с 4,5,6-м или 7-м кубами, содержимое которых может отображаться на телеэкране. Номер куба МОЗУ, отображаемого на телеэкране, в этом случае задается пользователем нажатием соответствующей кнопки.

Аппаратурно схема исполнена в плате МОЗУ БЭСМ-4М из стандартных блоков, за исключением "Блока опроса регистра числа", схема которого выполнена на микросхемах серии 155 ввиду повышенных требований к быстродействию блока.

### 3. Растрочный канал СМОГ-М

Растрочный канал системы СМОГ-М реализован таким образом, что может использовать все возможности как первого, так и второго уровня СМОГ. Специфика работы с растровым дисплеем потребовала изменить трактовку некоторых базовых процедур первого уровня системы, а именно процедур КАНАЛ, ЛИСТ и БУФЕР.

В процедуре КАНАЛ установлены новые максимально допустимые размеры ЛИСТА, размеры светового пятна (шаги по "x", и "y").

В процедуре ЛИСТ обнуляется куб памяти, содержимое которого должно отображаться на экране растрового дисплея (куб вывода КВ). Перед выводом каждого нового листа в этой процедуре происходит останов с тем, чтобы пользователь мог проанализировать предыдущий кадр, поскольку он будет стерт при выводе нового.

Основные изменения коснулись процедуры БУФЕР, весь алгоритм которой (для данного канала, разумеется) был полностью переработан. Был разработан и реализован новый метод растроевой интерполяции линий, который сильно отличается от интерполяции линии для шагового граfolостроителя. При построении линий на экране в одном из кубов оперативной памяти (кубе накопления - КН) формируется информационный массив, который и даст изображение. При этом, очевидно, что движения "с поднятым пером" здесь не вызывают никаких изменений информационного массива в КН.

Специфика подключения дисплея к машине ЕЭСМ-4М такова, что вывод информации на экран может идти только из 4-7-го кубов оперативной памяти, причем в процессе накопления информации в этих кубах она сразу же отображается на экране (КВ = КН). Для того, чтобы можно было накапливать новое изображение, не стирая старого, в качестве КН нужно использовать кубы I-3.

### 4. Алгоритм раstroвой интерполяции

При растроевой интерполяции обычно используются стандартные алгоритмы, аналогичные алгоритмам для линейной интерполяции

[5]. В отличие от дисплеев [3; 4] рассматриваемый дисплей имеет разные длины шагов раstra по направлениям  $x$  и  $y$ . Кроме того, в отличие от дисплея [4], он управляет непосредственно ЭВМ БЭСМ-4М. Первое обстоятельство несколько усложняет алгоритм, зато второе позволяет пользоваться не только сложением, вычитанием и сравнением, как в [5], но и любыми другими операциями, если это увеличит скорость интерполяции.

На рис. 2 показана ситуация выбора шага для движения из точки ТН в точку ТК на растре.

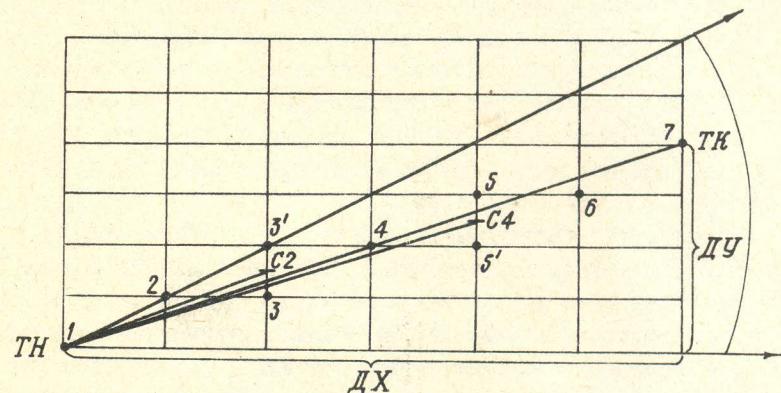


Рис. 2. Интерполяция на растре с разным шагом по  $x$  и  $y$

Критерий выбора очередного шага такой же, как в [5], т.е. выбирается шаг к той точке раstra, которая ближе к идеальной траектории (ТН-ТК). Например, на рис. 2 после точки 2 следующей выбирается точка 3, так как линия (ТН-ТК) ниже линии (TH-C2), а после точки 4 — точка 5, так как линия (TH-ТК) выше линии (TH-C4). Здесь С2 — середина отрезка (3-3'), а С4 — середина отрезка (5-5'). После выбора основного и дополнительного направления (т.е. выбора октанта, в который попадает идеальная траектория) выбор очередной точки делается из двух возможных — сдвинутой по основному или дополнительному направлению. Шаг по дополнительному направлению складывается из шага по основному и шага по перпендикуляру к нему.

Пусть  $X_T, Y_T$  — адрес текущей точки в растре;  
 $X_{TH}, Y_{TH}$  — адрес точки ТН в растре;

ХК, УК - адрес точки ТК в растре;  
ДХ, ДУ - размеры ячейки растра;  
ДХ = ХК - ХТ;  
ДУ = УК - УТ.

Тогда операторы пересчета для перехода из точки (ХТ, УТ) в новую точку (ХТ', УТ') для первого октанта будут иметь вид

ХТ':=ХТ + I;  
ЕСЛИ (УТ+0.5хДХ-УТН)/(ХТ-ХТН) ≤ ДУ/ДХ ТО УТ':=УТ + I .

После учета знаков приращений для остальных октантов оператор пересчета выглядит следующим образом (здесь SДХ, SДУ - знаки ДХ, ДУ):

ЕСЛИ ДХ ≤ ДУ ТО НАЧАЛО ХТ':=ХТ + SДХ;

ЕСЛИ abs ((УТ + 0.5x SДУ - УТН)xДХ) ≤

abs ((ХТ - ХТН)xДУ) ТО УТ':=УТ + SДУ КОНЕЦ

ИНАЧЕ НАЧАЛО УТ':=УТ + SДУ;

ЕСЛИ abs ((ХТ + 0.5x SДХ - ХТН)xДУ) ≤

abs ((УТ - УТН)xДХ) ТО ХТ':=ХТ + SДХ КОНЕЦ .

Блок-схема растрового графического канала показана на рис.3 (на вход блока поступают значения X, Y - листовые координаты и K - признак опущенного пера).

## 5. Дополнительные процедуры

Система СМОГ-М была надстроена новыми процедурами, позволяющими программисту вмешиваться в ход решения графических задач, управлять кубами вывода (КВ) и накопления (КН) и работать с архивом рисунков (кадров) на МЛ и МБ.

Процедуры КВ и КН имеют один параметр - номер куба. Эти процедуры устанавливают для системы номера кубов вывода и накопления. По умолчанию КВ = КН = 4.

Процедура ОБМЕН позволяет запоминать на внешних носителях накопленные кадры и считывать их в память для отображения на экране. Она имеет три параметра. Первый параметр определяет область внешней памяти, на которую записывается или с которой считывается рисунок; второй параметр - номер куба памяти, с которым осуществляется обмен; третий параметр - режим

обмена (считывание или запись). Для удобства работы все области внешней памяти (на МБ и на рабочей МЛ) пронумерованы.

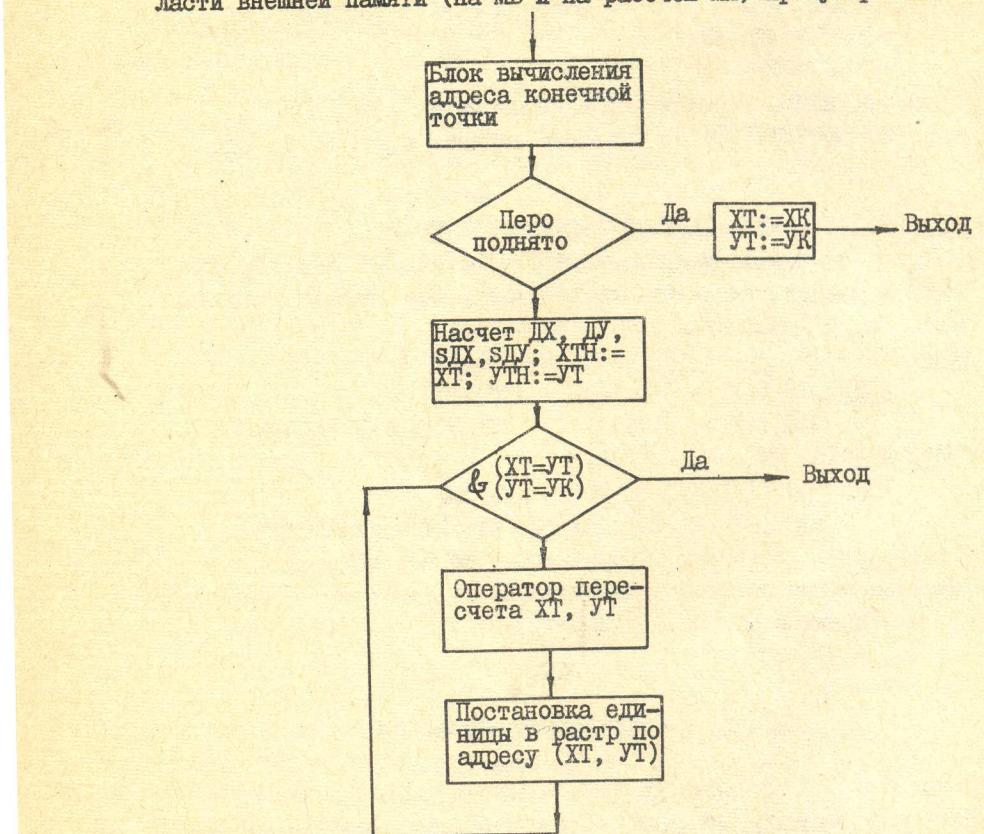


Рис. 3. Блок-схема растрового канала СМОГ-М

Процедура ЗПРОС представляет пользователю возможность сообщить в свою программу код управления, набранный на пульте машины. Расставив обращения к этой процедуре в точках ветвления своей программы, пользователь может управлять ходом решения своей задачи в зависимости от результатов анализа рисунков, высвеченных на экране.

## 6. Заключение

Опыт эксплуатации системы СМОГ-М с растровым каналом показал, что отладка графических задач значительно ускоряется. Подобрав необходимые параметры рисунка, пользователь может получить качественную твердую копию его, поставив в точке ветвления обращение к процедуре ЗПРОС и затем, обратившись к процедуре КАНАЛ с параметром 1 или 2, повторить вывод рисунка.

Принятый алгоритм интерполяции обеспечивает высокую скорость построения рисунка на экране, фактически определяемую скоростью его расчета.

Растровый дисплей показал себя весьма надежным в работе, а также обеспечил большую экономию дефицитной (в том числе импортной) бумаги и других ценных материальных ресурсов.

## Л и т е р а т у р а

1. СМОГ: М-220, М-220М, М-222, БЭСМ-4, БЭСМ-4М. Методические разработки / Под ред. Ю.А.Кузнецова. - Новосибирск: НГУ, 1978. - 131 с.
2. Методические рекомендации по автоматизации процессов графического отображения геолого-геофизической информации. - Новосибирск, Б.и., 1978. - 70 с.- В надзаг.: СНИИТГиМС.
3. Артомонов И.А., Емельянова Л.А., Торгов Ю.И. Техническая реализация устройства отображения информации на экране телевизора для ЭВМ БЭСМ-6. - В сб.: Обработка информации в системе "человек-машина". М., 1973, с. 20-28.
4. Jordan B.W., Barret R.S. A cell organized raster display for line drawings. - Communs. ACM, 1974, v.17, №2, p.70-77.
5. Bresenham J.E. Algorithm for computer control of digital plotter. - IBM Systems J-1, 1965, v.4, №1, 25-30.

Л.Ф.Васильева

ОПЕРАЦИОННЫЕ СРЕДСТВА, ОБЕСПЕЧИВАЮЩИЕ РАБОТУ  
ЭВМ БЭСМ-6 С УНИФИЦИРОВАННОЙ МАГИСТРАЛЬНОЙ  
СИСТЕМОЙ ОБМЕНА (УМСО)

В данной статье описываются операционные средства, обеспечивающие работу ЭВМ БЭСМ-6 с УМСО. Операционные средства представляют собой программный интерфейс связи БЭСМ-6 с УМСО. Программный интерфейс состоит из двух частей. Первая часть включает программу,ирующую в математическом (непривилегированном) режиме и содержащую обращения к экстракодам, обеспечивающим связь с абонентами УМСО. Вторая часть включает системные программы (нерезиденты) операционной системы ДОС ДИСПАК, содержащие тела этих экстракодов.

Приводится перечень экстракодов УМСО. Отмечаются особенности программного интерфейса, связанные с технической реализацией аппаратного интерфейса ЭВМ БЭСМ-6 и УМСО, а также с УМСО и ее абонентами.

### I. Введение

Унифицированная магистральная система обмена (УМСО) предназначена для организации обмена информацией между абонентами через соответствующие адаптеры связи абонентов и УМСО [2].

В качестве абонентов могут быть вычислительные машины (БЭСМ-6, М4030, ЕС1020 и т.д.), графические устройства (графопостроитель, фотопостроитель), устройство микрофильмирования

ния, графический дисплейный терминал с мини-ЭВМ ("Дельта" с электроникой-1001).

При включении любого абонента в магистраль необходимо разработать адаптер связи этого абонента с УМСО [3].

ЭВМ БЭСМ-6 является обычным абонентом и может устанавливать связь и обмениваться информацией с любым абонентом УМСО. Обмен информацией происходит по двум каналам: процессорному и по седьмому направлению. Работа с УМСО осуществляется путем выполнения в ЭВМ БЭСМ-6 определенной последовательности команд, выдаваемых в адаптер связи БЭСМ-6 с УМСО через процессорный канал связи и обеспечивающих запись и чтение регистров адаптера. После установления связи между ЭВМ БЭСМ-6 и УМСО данные (информационные массивы) абонента БЭСМ-6 передаются другому абоненту УМСО через канал связи седьмого направления БЭСМ-6.

Для того, чтобы далее были понятны некоторые трудности, возникшие при создании программного интерфейса, необходимо привести некоторую информацию, касающуюся технических особенностей УМСО и адаптера ЭВМ БЭСМ-6.

Адаптер ЭВМ БЭСМ-6 имеет следующие регистры [3] :

- 1) регистр данных - DR;
- 2) регистр запросов - LR;
- 3) флаговый регистр - FR;
- 4) управляющий регистр - CR.

Регистр данных используется для чтения/записи информации через процессорный канал, а также в случае установления связи с абонентом УМСО для записи адресного слова (номер абонента и номер крейта).

Регистр запросов предназначен для передачи запросов абонента в УМСО. При разработке операционных средств были использованы следующие запросы:

- начало связи,
- конец связи,
- прием,
- передача.

Флаговый регистр служит для передачи из УМСО абоненту (БЭСМ-6) сообщений о ситуациях, возникающих в системе в ответ на запросы как от БЭСМ-6, так и другого абонента. Установка

флагового регистра вызывает прерывание 25-го разряда главного регистра прерываний (ГРП) в ЭВМ БЭСМ-6.

Управляющий регистр в данной разработке не использовался.

С целью проверки интерфейса связи ЭВМ БЭСМ-6 и УМСО и выяснения алгоритма обмена информации по двум каналам (процессорному и седьмому) был разработан и реализован инженерный тест, представляющий собой программу в командах БЭСМ-6, длиной более 600<sub>8</sub> слов.

Тест позволил выявить два основных режима работы:

- 1) инициатор БЭСМ-6,
- 2) инициатор абонент УМСО.

В режиме "инициатор БЭСМ-6" обеспечивается передача информации в УМСО и прием из УМСО, а также передача и сразу прием с контролем.

В режиме "инициатор абонент УМСО" обеспечивается передача информации в БЭСМ-6, прием из БЭСМ-6. В этом режиме БЭСМ-6 является пассивным абонентом и работает в режиме ожидания сообщений от абонента УМСО. При возникновении сообщения производится анализ и ответ на него абоненту УМСО.

## 2. Алгоритм обмена информацией между БЭСМ-6 и УМСО

Обмен информацией между БЭСМ-6 и абонентом УМСО производится по двум каналам. По процессорному каналу производится передача/прием управляющей информации для регистров DR, LR, FR. По седьмому каналу осуществляется обмен информационными массивами.

Любой обмен из БЭСМ-6 начинается с установки связи в регистр LR и выдачи номера абонента и номера крейта в DR. Прерывание от установки связи приходит на 25-й разряд ГРП, а сообщение находится на регистре FR. Если обмен начинается с передачи из БЭСМ-6 в УМСО, то сразу после обработки сообщения с FR формируется код управляющего слова (КУС) и производится обмен по седьмому направлению.

Если после установки связи производится прием из УМСО в БЭСМ-6, то необходимо в регистр LR заслать запрос на прием,

затем, получив прерывание на ГРП и проанализировав регистр FR, формируется КУС приема и происходит прием информации из УМСО в БЭСМ-6 по седьмому направлению.

Есть возможность любую передачу/прием заканчивать с помощью запроса в ИР - "КОНЕЦ СВЯЗИ" (КС).

При работе с контролем производится сравнение выданной и принятой информации. В случае возникновения аварийных ситуаций необходимо выдавать диагностику ошибок для обслуживающего персонала (операторов и инженеров) и пользователей.

В процессе отладки режима "инициатор БЭСМ-6" пришлось сделать задержки в программе после выдачи запроса в УМСО, поскольку выдача кода по процессорному каналу происходит последовательно. Это связано с технической реализацией адаптера связи БЭСМ-6 и УМСО, а также с техническими особенностями самой магистрали.

После обработки сообщения FR необходимо также выполнить задержку, поскольку это сообщение происходит из УМСО, а не от абонента, поэтому необходимо выдержать паузу, чтобы запрос дошел до абонента и последний подтвердил свое согласие, готовность и т.д.

Эти задержки не были столь очевидными, и поэтому возникли трудности в процессе отладки алгоритма обмена.

Режим "инициатор абонент УМСО" характеризуется тем, что БЭСМ-6 является пассивным абонентом и находится в состоянии ожидания. Как только какой-то абонент устанавливает связь с БЭСМ-6, то в БЭСМ-6 возникает прерывание 25-го разряда ГРП. Анализ регистра ИР дает возможность установить - кто является партнером по связи, т.е. номер абонента и номер крейта. Анализ регистра FR дает информацию о режиме обмена (передача в БЭСМ-6 или прием из БЭСМ-6).

Затем формируется КУС обмена и производится сам обмен. Если это был прием информации из УМСО в БЭСМ-6, то признак КС вырабатывает абонент УМСО. Если же это передача из БЭСМ-6 в УМСО, то признак КС вырабатывает БЭСМ-6.

При реализации этого режима также возникли трудности, связанные с техническими особенностями адаптера связи БЭСМ-6 с УМСО и самой магистрали.

В частности, при чтении регистра DR необходимо первоначально выполнить команду подготовки, т.е. фактически запись определенного кода (единица в 10-м разряде) в регистр DR. Эта команда записи дает некорректное прерывание, не несущее информационной нагрузки. Необходимо гасить это прерывание программно, идентифицируя его как ложное.

При чтении регистра FR также необходимо первоначально выполнить команду подготовки (KUS = 0) и гасить некорректное прерывание.

Все эти трудности были преодолены на стадии создания инженерного теста, что и позволило перейти к следующему этапу работы – разработке и реализации операционных средств, обеспечивающих работу ЭВМ БЭСМ-6 с УМСО.

## 2.1. Структура операционных средств

При разработке структуры операционных средств был использован подход, описанный в работе [I]. В состав операционных средств входят две части:

1. Управляющая программа обмена (УПО), предназначенная для организации работ с УМСО на уровне пользователя.

2. Нерезидентные блоки, осуществляющие работу ЭВМ БЭСМ-6 с УМСО в рамках операционной системы ДОС ДИСПАК.

## 2.2. Управляющая программа обмена (УПО)

УПО представляет собой программу,ирующую в математическом (непривилегированном) режиме. Эта программа написана на языке АВТОКОД БЕМШ. Имеет две модификации. Одна – в виде загрузочного модуля мониторной системы ДУБНА (МС ДУБНА). Это позволяет работать с УПО в рамках МС ДУБНА из программ пользователей на языке ФОРТРАН. Другая – в виде готовой рабочей программы, которой можно пользоваться как стандартной программой (СП) или как подпрограммой в любой системе программирования, допускающей работу со стандартными программами. УПО содержит обращения к экстракодам, обеспечивающим работу с абонентами УМСО. Для краткости в дальнейшем будем называть эти экстракоды экстракодами УМСО:

- I. Экстракод обмена по седьмому каналу.
  2. Экстракод установки номера абонента и номера крейта.
  3. Экстракод для установки запросов в регистр LR .
  4. Экстракод гашения маски 25-го разряда ГРП.
  5. Экстракод опроса седьмого канала.
  6. Экстракод опроса текущего состояния УМСО.
  7. Экстракод опроса схем контроля.
  8. Экстракод открытия маски 25-го разряда ГРП.
  9. Экстракод отказа от УМСО.
- II. Экстракод принудительной установки сигнала РБУС7. Этот экстракод необходим для того случая, если по какой-то причине не пришел сигнал "конец обмена". В этом случае необходимо восстановить начальное состояние седьмого канала для следующих обменов.
- Все эти экстракоды обеспечивают установку и снятие информации с регистров, обмен, а также все необходимые диспетчерские действия по организации связей с ДОС ДИСПАК. Обращение к экстракодам УМСО выглядит следующим образом:

СЧ КУС  
350 I220 + I227.

В зависимости от КУС и адреса экстракода 350 выполняется один из выше перечисленных экстракодов.

Пользователь при работе с УПО должен задать пять параметров:

- тип работы (TP) (начать, закончить, продолжить, погасить);
- режим работы (PP) (передать, принять, ожидать, опросить ситуацию);
- номер крейта (НК) (задается от 0 до 7);
- номер абонента (НА) (задается четными цифрами от 2 до 36);
- номер листа (НЛ) (или имя массива, в этом случае 1-й элемент массива - длина этого массива).

Параметры ТР и PP в совокупности задают для УПО управляющую информацию о работе с абонентами УМСО.

При входе в УПО производится перепись параметров в поле переменных УПО (в случае МС ДУБНА), установка начальных значе-

ний рабочих ячеек, упаковывание необходимых индекс-регистров (ИР), установка в ИРЗ пароля. Анализируется вход в УПО, занятость канала с УМСО.

Блок анализа управляющей информации занимается разбором типа и режима работы. Готовит КУСы для экстракодов УМСО.

Всякое общение с УМСО, в случае, если инициатор ЭВМ БЭСМ-6, начинается с установки связи и занесения номера абонента и номера крейта. Затем с приходом прерывания анализируется информация флагового регистра и выполняются определенные действия, согласно алгоритму обмена между БЭСМ-6 и абонентом УМСО.

В случае аварийной ситуации, возникшей по вине БЭСМ-6, адаптера связи, либо УМСО, анализируется аварийное сообщение и выдается диагностика как для пользователя, так и для оператора, инженера.

По завершении всех работ с абонентом УМСО производится отказ от УМСО.

### 2.3. Нерезидентные блоки ДОС ДИСПАК, организующие работу ЭВМ БЭСМ-6 с УМСО

Нерезидентные блоки предназначены для обеспечения работ ЭВМ БЭСМ-6 с УМСО в рамках ДОС ДИСПАК. Они выполнены в виде двух модулей операционной системы ДОС ДИСПАК на языке АВТОКОД БЕМШ. Первый под названием ТРУКБМ включается в работу как любой нерезидент ОС. В этом нерезиденте проводится анализ экстракодов УМСО. Если это экстракоды УМСО, то организуется вызов другого нерезидента под названием Э1221, выделение под него листа в ОЗУ, установка адреса входа в Э1221 в ДИСП76 (название резидента ДОС ДИСПАК). Выделенный лист отмечается как системный, чтобы он не был укачен блоком КАЧКА. В нерезидентном блоке Э1221 находятся тела всех экстракодов УМСО. Эти экстракоды обеспечивают все необходимые диспетчерские действия.

Экстракод обмена по седьмому направлению преобразует математический номер листа обмена в физический, закрывает его на время обмена, осуществляет обмен, устанавливает будильник

на случай зависания обмена. После выполнения экстракода обмена, управление передается задаче пользователя, которой присваивается высший приоритет.

Экстракод установки номера абонента и номера крейта предназначен для записи этой информации в регистр DR .

Экстракод для установки запросов в LR производит запись запросов в регистр LR .

Экстракод гашения маски 25-го разряда ГРП гасит этот разряд в ГРП.

Экстракод опроса седьмого направления опрашивает занятость его другой задачей и передает информацию об этом в программу УПО.

Экстракод опроса текущей ситуации устанавливает состояние УМСО в каждый данный момент и передает в УПО значение регистров данных и флагового.

Экстракод опроса схем контроля определяет наличие ошибок обмена в схемах либо ОЗУ, либо устройства управления внешними устройствами.

Экстракод открытия маски 25-го разряда ГРП устанавливает маску этого разряда ГРП.

Экстракод отказа от УМСО устанавливает начальное состояние БЭСМ-6, открывает задачи, закрытые из-за занятости седьмого направления, и закрепляет направление за другой задачей с учетом приоритетности обращения к УМСО.

Экстракод гашения прерывания 25-го разряда ГРП гасит этот разряд ГРП.

Экстракод принудительной установки РБУС7 устанавливает начальное состояние седьмого канала БЭСМ-6 для проведения дальнейших обменов по этому каналу и позволяет избежать ситуации зависания по приходу конца обмена.

Выход из экстракодов осуществляется по цепочке: Э1221, ТРУКБМ, ЛИСП76, УПО, программа пользователя.

### 3. Заключение

Описанный выше программный интерфейс полностью разработан и реализован. Имеются тестовые программы, проверяющие работу всего этого программного интерфейса.

Все программы записаны на магнитные ленты. Имеются соответствующие инструкции для пользования ими.

Объем разработанного математического обеспечения составляет около 4000<sub>10</sub> команд БЭСМ-6.

### Л и т е р а т у р а

1. Васильева Л.Ф. Организация графического диалогового режима в ОС Д-68, ДИСПАК, ЭВМ БЭСМ-6. - В сб.: Машинная графика и ее применение. Новосибирск, ВЦ СО АН СССР, 1974, с.96-103.
2. Золотухин Ю.Н., Лившиц З.А. Унифицированная магистральная система обмена. - В сб.: Автоматизация эксперимента. Новосибирск, ИАиЭ СО АН СССР, 1976, с.6-10.
3. Ян А.П. Абонентский контроллер. - Там же, с.18-25.

С.Б.Кузнецов, В.Н.Усов

## ОБЪЕМНОЕ ИЗОБРАЖЕНИЕ ПОВЕРХНОСТЕЙ ВРАЩЕНИЯ

Объемное изображение пространственных тел является одной из задач машинной графики. Например, в графических системах СМОГ [1] и ГРАФОР [2] реализованы алгоритмы изображения поверхностей, заданных однозначной функцией от двух переменных. В этой работе описывается способ объемного изображения поверхностей вращения, заданных в сферической системе координат уравнением

$$r = F(\phi), \quad -\frac{\pi}{2} \leq \phi \leq \frac{\pi}{2}, \quad (1)$$

где  $r, \phi, \psi$  — сферические координаты и  $F \in C^1(-\frac{\pi}{2}, \frac{\pi}{2})$ .

Пусть задан вектор проектирования  $\bar{c} = (c_x, c_y, c_z)$ . Рассмотрим прямоугольную параллельную проекцию нашей поверхности на плоскость

$$c_x x + c_y y + c_z z = 0. \quad (2)$$

Ввиду того, что рассматривается поверхность вращения, то, не нарушая общности, положим  $c_y = 0$ . Тогда уравнение (2) будет описывать плоскость, проходящую через ось  $OY$ . Введем на этой плоскости декартову систему координат  $x'0'y'$ , у которой ось  $OX'$  совпадает с осью  $OY$  исходной системы координат, а ось  $OY'$  выбрана так, чтобы образовалась левосторонняя

система координат. Тогда формулы проектирования, переводящие точку  $M(x, y, z)$  в  $M'(x', y', z')$ , будут иметь вид

$$\begin{aligned} x' &= y, \\ y' &= C_x z - C_z x. \end{aligned} \quad (3)$$

Определим на поверхности два семейства характерных линий. Первое будем называть каркасом, который образуется конечным числом кривых, определяемых уравнениями

$$\begin{cases} x = F(\phi), \\ \phi = \text{const}; \end{cases} \quad (4)$$

$$\begin{cases} r = F(\phi), \\ \phi = \text{const}. \end{cases} \quad (5)$$

Линии второго семейства определяются уравнениями

$$\begin{aligned} r &= F(\phi), \\ (\vec{n}, \vec{c}) &= 0, \end{aligned} \quad (6)$$

где  $\vec{n}$  – нормаль к поверхности,  $(,)$  – скалярное произведение, и мы будем их называть хребтом. Легко видеть, что эта линия на поверхности разделяет видимую и невидимую части поверхности. Изображение этой линии, придает наибольшую наглядность рисунку.

Пусть имеется точка  $M$  с координатами  $(R, \phi, \psi)$ . Назовем ее внешней по отношению к нашей поверхности, если  $F(\phi) < R$ , внутренней, если  $F(\phi) > R$ , граничной, если  $F(\phi) = R$ . Тогда  $M$  – видимая точка тогда и только тогда, когда  $\vec{x} < 0$  точка  $\vec{x} = \vec{x}_0 - \vec{ct}$  является внешней, где  $\vec{x}_0 = (R \cos \phi \cos \psi, R \cos \phi \sin \psi, R \sin \phi)$ . Проекции точки  $M$  необходимо изображать в том и только в том случае, если ее координаты удовлетворяют одной из систем (4) – (6) и при этом точка  $M$  является видимой.

Систему (6) можно привести к виду

$$(\cos \phi) C_x = C_z F(\phi), \quad (7)$$

где

$$f(\phi) = \frac{\frac{F'(\phi)}{F(\phi)} - \operatorname{tg} \phi}{\frac{F'(\phi)}{F(\phi)} \operatorname{tg} \phi + 1}$$

Определим  $M' = \{\phi : |C_z f(\phi)| \leq |C_x|\}$ . Тогда  $\forall \phi \in [0, 2\pi]$  удовлетворяющее (7). Введем функцию видимости

$$g(M) = \begin{cases} I - M - \text{видима}, \\ -I - M - \text{невидима}. \end{cases}$$

Учитывая формулы проектирования и формулы, связывающие сферические и декартовы системы координат, получим проекцию линии хребта, которую необходимо изображать. Каждая точка  $x', y'$ , принадлежащая проекции линии хребта, будет удовлетворять следующей системе:

$$\begin{aligned} x' &= F(\phi) \cos \phi \sin \phi, \\ (8) \end{aligned}$$

$$y' = C_x F(\phi) \sin \phi - C_z F(\phi) \cos \phi \cos \phi,$$

где  $\varphi, \phi$  удовлетворяют уравнению (7) и  $g(\varphi, \phi, F(\phi)) = 1$ . Проекции линий каркаса описываются следующими уравнениями:

$$x' = F(\phi) \cos \phi \sin \phi,$$

$$y' = C_x F(\phi) \sin \phi - C_z F(\phi) \cos \phi \cos \phi, \quad (9)$$

$$\phi = \text{const}, g(\varphi, \phi, F(\phi)) = 1$$

$$x^* = F(\phi) \cos \phi \sin \varphi,$$

$$y^* = C_x F(\phi) \sin \phi - C_z F(\phi) \cos \phi \cos \varphi, \quad (10)$$

$$\varphi = \text{const}, \quad g(\varphi, \phi, F(\phi)) = 1.$$

Таким образом, рисунок будет состоять из линий, описываемых системами (8) – (10).

На основе этих уравнений была создана программа, строящая изображения поверхностей вращений. Для того, чтобы отрисовать линии, описываемые системами (7) – (10), необходимо вычислять значения функции видимости  $g$  и функции  $f$ , определенной в (7).

Для нахождения  $f(\phi)$  необходимо знать  $F'(\phi)$ . Мы будем вычислять значение производной по разностной формуле

$$F'(\phi) = \frac{F(\phi+h) - F(\phi)}{h},$$

где  $h$  достаточно мало.

Для определения функции  $g(M)$  нам достаточно знать

$$L = \max_{\phi \in (-\frac{\pi}{2}, \frac{\pi}{2})} R(\phi).$$

Теперь для вычисления функции видимости от любой точки  $M$ , мы строим соответствующий луч длины  $L$ , и нам достаточно проверить видима ли любая точка этого луча.

Линии, описываемые (9) – (10), отрисовываются просто, так как это уже однопараметрические семейства линий.

В системе (8) два параметра:  $\phi$  и  $\varphi$ . Рассмотрим два случая уравнения (7).

I.  $C_x = 0$ .

Тогда (7) примет вид

$$f(\phi) = 0. \quad (11)$$

Пусть (II) имеет  $k$  корней  $(\phi_1, \phi_2, \dots, \phi_k)$ , тогда (8) примет вид (9), где  $\phi \in (0, 2\pi)$ , а  $\phi = \phi_i$  ( $i = 1, \dots, k$ ).

2.  $C_x \neq 0$ .

Тогда (7) примет следующий вид:

$$\cos \phi = \frac{C_z}{C_x} f(\phi).$$

Отсюда

$$\sin \phi = \pm \sqrt{1 - \cos^2 \phi} = \pm \gamma(\phi),$$

где

$$\gamma(\phi) = \sqrt{1 - \left(\frac{C_z}{C_x} f(\phi)\right)^2}.$$

Таким образом, (8) разбивается на две однопараметрические системы:

$$\begin{cases} x' = F(\phi) \cos \phi \gamma(\phi), \\ y' = C_x F(\phi) \sin \phi - C_z F(\phi) \cos \phi \frac{C_z}{C_x} f(\phi), \\ g(\phi, \phi, F(\phi)) = 1; \end{cases} \quad (12)$$

$$\begin{cases} x' = -F(\phi) \cos \phi \gamma(\phi), \\ y' = C_x F(\phi) \sin \phi - C_z F(\phi) \cos \phi \frac{C_z}{C_x} f(\phi), \\ g(\phi, \phi, F(\phi)) = 1. \end{cases} \quad (13)$$

Теперь, имея описание всех линий рисунка в виде однопараметрических семейств, их легко отрисовать. На рисунках I и 2 показаны два примера работы программы, составленной по вышеописанным уравнениям.

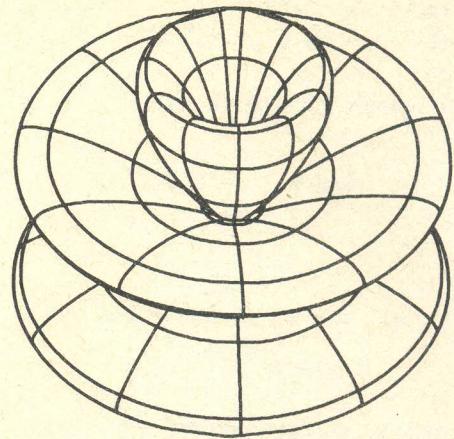


Рис. 1

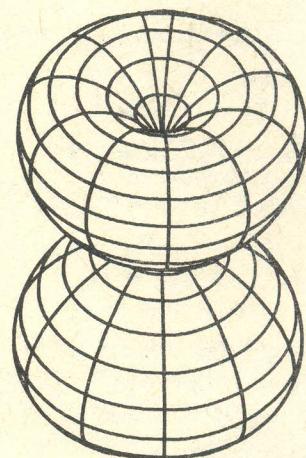


Рис. 2

130

Л и т е р а т у р а

1. Математическое обеспечение графопостроителей. СМОГ, II уро-  
вень. Инструкция по программированию/Под ред. Ю.А.Кузне-  
цова. Новосибирск, Б.и., 1976. - 78 с. - В надзаг.: Сиб.  
отд-ние АН СССР, ВЦ.
2. Баяковский Ю.М., Топалов Н.Н. ГРАФОР: комплекс гра-  
фических программ на ФОРТРАНе. Вып. 4. - Б.и., 1974. - 69 с.  
(Препринт/ИПМ АН СССР; 79).

131

Г.С.Ривин, А.И.Куликов

АДАПТАЦИЯ СМОГ К ЗАДАЧАМ ВЫВОДА  
МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКОЙ ИНФОРМАЦИИ

При численных экспериментах с различными моделями атмосферы большую трудность вызывает обработка полученной информации о метеополях. Использование различных устройств графического вывода позволяет автоматизировать этот процесс. Описание алгоритмов для применения алфавитно-цифрового печатающего устройства в этих целях приведено в [I-4, II]. Более полезным устройством является графопостройтель. Работы, проводившиеся в этой области для метеорологических целей, рассмотрены в [I].

В Вычислительном центре СО АН СССР разработана система математического обеспечения графопостройтеля СМОГ [5]. В состав этой системы входит несколько процедур вывода полей изолиний. Одна, базовая, позволяет вывести из ЭВМ изолинии для заданных во всех точках прямоугольной области функций, значения которых отличны от некоторой сообщаемой авторами системы специальной величины. В частях прямоугольной области, в которых функция равна этой величине, не производится построение изолиний. Остальные две процедуры дают возможность построить изолинии для сеточных функций, областью определения которых является прямоугольная сетка. Для этой цели вначале производится восполнение функции на всю прямоугольную область с по-

мощью линейной или сплайновой интерполяции.

В отличие от этого общего случая изолинии метеорологических полей обычно требуется начертить не в декартовой системе координат, а в определенной картографической проекции. Наиболее распространенными в метеорологической практике являются стереографическая и меркаторская проекции.

В статье рассмотрен случай, когда метеорологическая информация задана в узлах широтно-долготной сетки. Для построения поля изолиний такой сеточной функции возможны два способа использования базовой процедуры. Первый способ состоит в том, что сначала с помощью одного из методов интерполяции находятся значения в таких точках Земли, проекции которых на соответствующей карте образуют прямоугольную сетку. После этого можно применить одну из процедур СМОГ для сеточных функций. Более точным является использованный нами второй способ, при котором восполнение сеточной функции на всю полусферу производится не в два этапа, а сразу для всех точек полусфера, а затем применяется базовая процедура.

Для вычерчивания полей изолиний было разработано несколько процедур, отличающихся друг от друга, главным образом, методом интерполяции, областью расчерчивания и картографической проекцией.

Для полей, изолинии которых надо расчерчивать в стереографической проекции, одна из процедур использует билинейную интерполяцию, вторая - бикубическую и третья - сплайновую. Специальная процедура разработана для расчерчивания поля изолиний для области северного полушария, необходимой для оперативных численных прогнозов. Эта область включает в себя большую часть северного полушария. С помощью этой процедуры ежедневно в Вычислительном центре СО АН СССР производится расчерчивание на графопостроителе на специальных бланках гидрометслужбы результатов оперативной прогностической модели Зап. Сиб. РНИГМИ, которые затем передаются по факсимильному аппарату в Зап. Сиб. гидрометцентр.

Для остальных процедур на ротапринте ВЦ СО АН СССР отпечатаны специальные бланки для расчерчивания. На этих бланках нанесены контуры материков и сетка. Цвет подобран таким, чтобы он отличался от всех четырех цветов, используемых графопострои-

телем.

Кроме того, отдельная процедура производит расчертывание полей изолиний метеоэлементов, заданных на всем земном шаре, в меркаторской проекции.

Все процедуры имеют практически одни и те же параметры. Пользователю следует задать двумерный массив значений сеточной функции, шаг между изолиниями, шаги широтно-долготной сетки в градусах, а также текст, который следует подписать под полем изолиний. С помощью специального параметра можно уменьшить процессорное время построения изолиний за счет уменьшения точности. СМОГ содержит в себе специальную процедуру, которая дает возможность построить поле изолиний для небольшого прямоугольника, а при построении изображения произвести преобразование подобия с коэффициентом, большим единицы. В первом варианте [6] базовая процедура этой работы не делала, и нам приходилось это делать в своих процедурах [7]. В последний вариант базовой процедуры [8] это преобразование включено.

Алгоритм восполнения функции, используемый нами, состоит в следующем. Вначале декартовы координаты точки, в которой ищется значение функции, переводятся в полярные, а потом стереографические и, наконец, в сферические координаты. Интерполяция производится в сферических координатах.

В последнее время [9] в лаборатории машинной графики ВЦ СО АН СССР произведена привязка СМОГ к микрофильмирующему устройству "Карат" (описание этого устройства приведено в [10]). В связи с этим появилась возможность на основе описанных выше процедур снять фильм, с помощью которого можно проследить динамику во времени и пространстве атмосферных процессов [12].

С помощью специальных процедур, предложенных авторами СМОГ, можно регулировать яркость, диаметр светового пятна, выдержку. Кроме того, представлена возможность объединить на одном кадре несколько различных фрагментов и дублировать кадры.

Для съемки фильма была произведена модификация процедур таким образом, чтобы движение было более наглядно. Контур материков имеет меньшую степень яркости, чем изолинии и сетка. Сняты первые пробные фильмы о движении изобарических поверхностей 500 мбар и 1000 мбар. Для фильма использованы фактические данные за 1965 год. По времени производилась линейная

интерполяция.

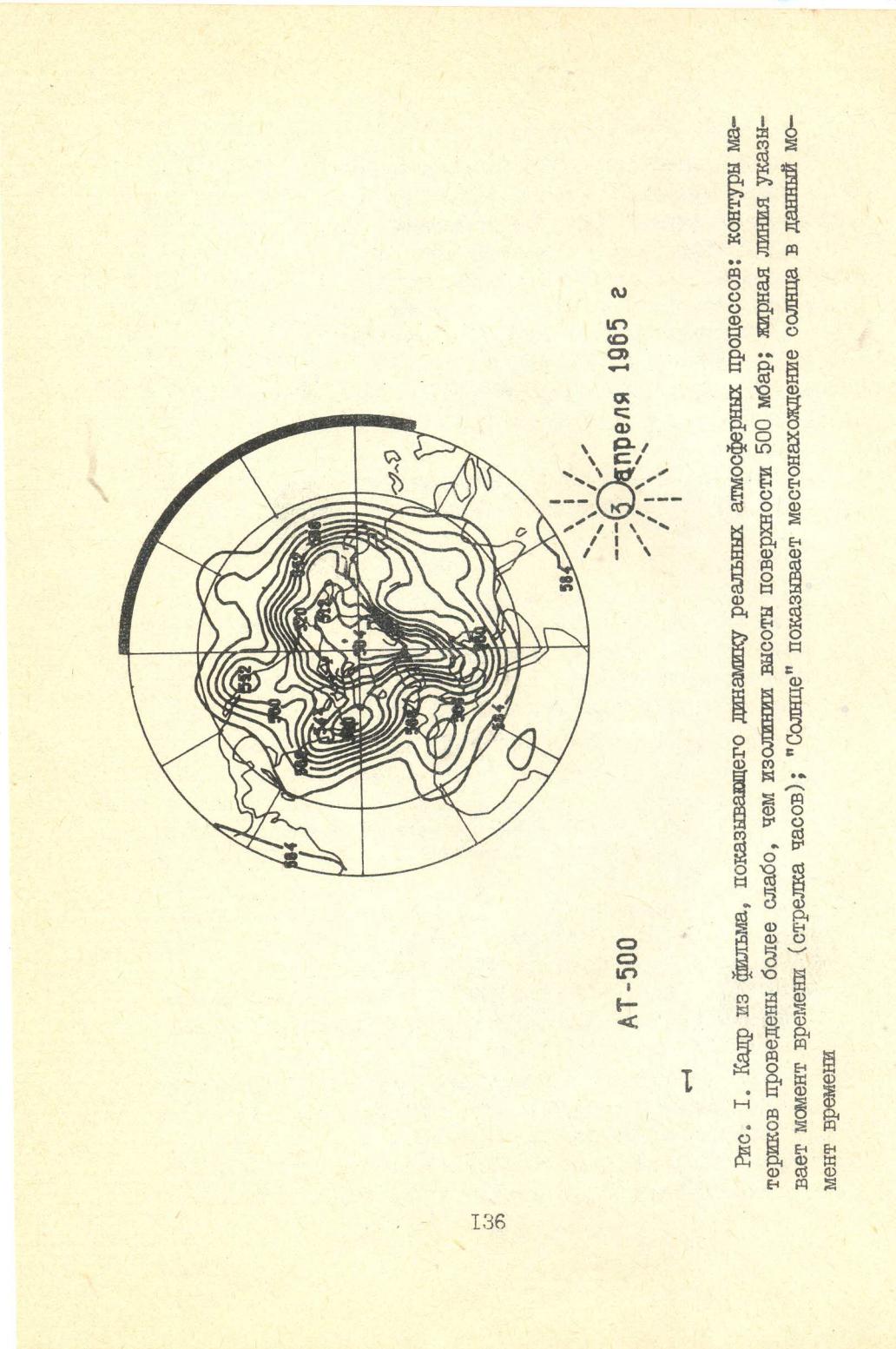
В настоящее время подготовлено математическое обеспечение для съёмки фильмов с одним и двумя полями на кадре, что дает возможность видеть одновременно движения на двух уровнях или в двух полушариях, т.е. сразу на всей земле. Начата съемка в меркаторской проекции, подготовлены алгоритмы и соответствующие программы указания на кадрах центров циклонов и антициклонов. Работа в этом направлении продолжается, и авторы надеются создать фильм, основанный на фактических данных, показывающий развитие атмосферных движений за длительный период.

Для иллюстрации вида получаемых полей на рис. I приведен один из кадров.

В заключение считаем своим приятным долгом поблагодарить В.И.Дворжеца и В.А.Дебелова за ценные консультации и советы.

#### Л и т е р а т у р а

1. Белоусов С.Л., Гандин Л.С., Машкович С.А. Обработка оперативной метеорологической информации с помощью электронных вычислительных машин. - Л.: Гидрометеоиздат, 1968. - 280 с.
2. Ривин Г.С. Обработка числовой информации на БЭСМ-6. Сер. Стандартные программы и процедуры. - Новосибирск, Б.и., 1970. Вып. 10. - 36 с. - В надзаг.: Сиб. отд-ние АН СССР, ВЦ.
3. Тросников И.В., Кисельникова В.З. Об одном из алгоритмов графического представления двумерных полей. - Труды Гидрометцентра СССР, 1972, вып.103, с. 81-86.
4. Ривин Г.С. О графическом изображении геофизических полей с помощью "Фортран-программ". - Новосибирск, Б.и., 1976. - 21 с. (Препринт / ВЦ СО АН СССР; 7).
5. Горин С.В. и др. Структура СМОГ БЭСМ-6.-В сб.: Машинная графика и ее применение./Под ред. Ю.А.Кузнецова. - Новосибирск, 1974, вып. 2, с. 7-18.
6. Дворжец В.И. Процедуры вычерчивания изолиний. - В сб.: Машинная графика и ее применение. /Под ред. Ю.А.Кузнецова. - Новосибирск, 1973, вып. I, с. 54-65.
7. Ривин Г.С., Великанова В.А. Построение изолиний геофизических полей, заданных на полусфере, с помощью графопострои-



- теля. - Новосибирск, Б.и., 1976. - 15 с. (Препринт / ВЦ СО АН СССР; 3).
8. Математическое обеспечение граfolостроителей. СМОГ. II уровень: Инструкция по программированию / Под ред. Ю.А.Кузнецова. - Новосибирск, Б.И., 1976. - 81 с. - В надааг.: Сиб. отд-ние АН СССР, ВЦ.
9. Дебелов В.А., Мацокин А.М. Программное обеспечение устройства микрофильмирования КАРАТ. - Новосибирск, Б.и., 1977. - 17 с. (Препринт / ВЦ СО АН СССР; 60).
10. Васьков С.Т. и др. Устройство вывода информации из ЭВМ на микрофильм. - В сб.: Средства ввода в ЭВМ и отображения графической информации / Под ред. А.М.Остапенко и С.Т.Васькова. Новосибирск, Б.и., 1974, с. 34-35.
11. Ривин Г.С. О графическом изображении гидрометеорологических полей, заданных на прямоугольнике. - Труды Гидрометцентра СССР, 1978, вып. I96, с. 101-108.
12. Ривин Г.С., Куликов А.И. Анализ метеорологических полей с помощью фильмов. - В сб.: Применение статистических методов в метеорологии. Труды III Всесоюзного симпозиума по применению статистических методов в метеорологии (г.Обнинск 1977). - М.: Гидрометеоиздат, 1978, с. 253-256.

## МАШИННАЯ ГРАФИКА И ЕЕ ПРИМЕНЕНИЕ

Под редакцией

Александра Михайловича Мацокина

Редактор Л.И.БЕССИЛЬНЫХ

Ответственный за выпуск С.А.УПОЛЬНИКОВ

Обложка художника И.Г.БАРХАТОВОЙ

Технический редактор В.С.СЕРГЕЕВ

---

Подписано в печать 13/УШ - 1979 г. МН 11380  
Формат бумаги 60x90 1/16 Объем 8,2 п.л. Уч.-изд.л.8,5  
Тираж 600 экз. Цена 58 коп Заказ № 481

---

Ротапринт ВЦ СО АН СССР, Новосибирск, 90