

В.А.Дебелов

## СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ ГРАФИЧЕСКИМ ВЫВОДОМ

### I. Введение

Данная работа посвящена исследованию и разработке системы управления графическим выводом как составной части математического обеспечения вывода информации из ЭВМ в графическом виде. Если рассмотреть задачу, которая выводит свои результаты в графической форме, то в ней можно выделить программную компоненту, основная функция которой расчет, и которую принято называть прикладной программой. Прикладная программа обрабатывает исходные данные и приводит их к некоторому виду, представляющему форму описания графического результата. Такое описание все еще достаточно сложное, чтобы его можно было сразу передать для отображения на устройстве графического вывода. Например, прикладная программа может рассчитать сеточную функцию и на этом свою работу по построению графика этой функции считать законченной. Полученное описание поступает на обработку графической системе, которая и осуществляет его преобразование к описанию через некоторый определенный набор графических примитивов: точек, линий и т.д. Таким образом, графическая система – это комплекс программных средств, которые реализуют универсальные и специализированные графические алгоритмы. В приведенном выше примере графическая система по сеточной функции построит описание графика, например, в терминах символов (подпись на осях координат) и

отрезков прямых (сам чертеж). Информация с выхода графической системы поступает на систему управления графическим выводом (СУГВ), т.е. программное обеспечение, преобразующее информацию с выхода графической системы в команды конкретных устройств графического вывода (УГВ). Описанная укрупненная функциональная схема последовательной переработки и детализации выводимой информации представлена на рис. I. Последние две программные компоненты – графическая система и СУГВ зависят, и поэтому имеет смысл рассматривать их совместно.

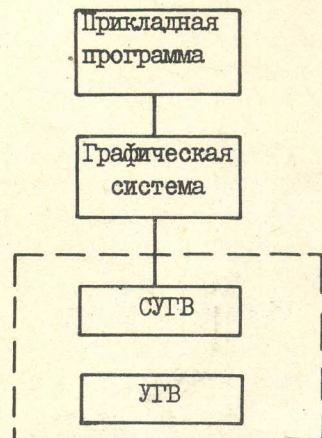


Рис. I. Последовательность обработки выводимой информации

Существуют различные подходы к реализации системы вывода. Большинство первых графических систем разрабатывалось для конкретных графических устройств, и часто функции СУГВ распределялись по всей системе. С одной стороны, такое решение позволяет наиболее полно учесть специфику конкретного УГВ и эффективно реализовать графические алгоритмы, с другой стороны, усложняет адаптацию графической системы к другим устройствам, в частности, к устройствам с более богатыми возможностями. Для достижения независимости от конкретных устройств большинство графических систем реализуется в виде так называемой "перевернутой пирамиды" [1]. В графических си-

стемах, построенных по этому принципу, на нижнем уровне получается описание графического результата не в командах какого-либо конкретного устройства, а в виде набора графических примитивов - виртуальных команд. Задача преобразования этих виртуальных графических команд в команды реального УГВ решается на самом нижнем уровне - "острие пирамиды". Более высокие уровни системы опираются на тот виртуальный язык описания устройства, который был заложен в нее при проектировании. Для адаптации такой системы к конкретному УГВ достаточно разработать соответствующий программный модуль нижнего уровня, который будет обеспечивать трансляцию виртуальных графических команд на устройство. При таком решении в качестве системы управления графическим выводом выступает комплект программных модулей, каждый из которых транслирует виртуальное описание в команды одного конкретного УГВ, и которые по аналогии с оборудованием можно назвать каналами графического вывода.

Дальнейшее развитие данного подхода заключается в разработке СУГВ как самостоятельной системы, которая представляет собой "общий знаменатель" всех используемых устройств графического вывода и имеет собственный входной язык. В этом случае каждая конкретная графическая система должна иметь подпрограмму преобразования графического описания в команды входного языка СУГВ. Можно отметить следующие характерные черты СУГВ, описываемой в данной работе:

1. Независимость от графических систем и их специфики.
2. Обеспечение полного учета возможностей каждого конкретного устройства графического вывода.
3. Обеспечение программной поддержки технологии получения графических результатов.
4. Модульная структура СУГВ.

Во втором разделе работы описывается входной язык СУГВ, рассматриваются пути, по которым может вестись его расширение, а следовательно, и расширение возможностей СУГВ. Третий раздел посвящен реализации системы управления графическим выводом в НЦ СО АН СССР.

Вопросы системы управления графическим выводом частично рассматривались в работах [3, 4]. В работах [3 - 7] приво-

дятся различные аспекты обеспечения СУГВ технологией вывода графической информации на конкретные устройства в зависимости от режима подключения их к ЭВМ (on - line или off - line). Заметим, что для разработчика графической системы не существует технологических аспектов графического вывода. В работе [ 8 ] также отмечается необходимость унификации выходного потока информации из любой графической системы.

Система управления графическим выводом, описываемая в данной работе, реализована в ВЦ СО АН СССР и служит для вывода графической информации из систем СМОГ [ 5 ] , ГРАФОР [ 9 ] , СИГАМ [ 10 ] .

## 2. Входной язык СУГВ

В данном разделе пойдет речь о языке общения с графической системой. СУГВ служит для графической системы виртуальным устройством графического вывода, обслуживаемого системой. Поэтому в первую очередь рассматриваются средства, позволяющие использовать все функции, которые может предоставить аппаратура каждого конкретного УГВ. Входной язык СУГВ может расширяться, во-первых, за счет охвата все более широкого класса устройств и, во-вторых, за счет программного решения функций, которые будут только дополнять возможности тех или иных УГВ и всей системы в целом.

Графическая система индифферентна к технологическим условиям обработки графической информации, следовательно, СУГВ должна обеспечивать программную поддержку технологического процесса. Переядем к описанию средств, которые должен включать минимальный вариант входного языка СУГВ.

### 2.1. Средства описания графического вывода

Входной язык виртуального графического устройства строится на основе изучения реальных УГВ. Он должен использовать все возможности графических устройств. Средства, предоставляемые входным языком СУГВ, реализуются либо аппаратно в устройстве,

либо программно на уровне СУТВ, что с точки зрения графической системы одно и то же.

В виртуальном УГВ выделяются следующие "аппаратные части":

- генераторы графических примитивов;
- генераторы графических символов и алфавитно-цифровых знаков.

#### Генераторы графических примитивов.

Под графическими примитивами понимаются точки, векторы и в общем случае отрезки кривых. Для их отображения необходимо задавать характеристики инструментов (толщина и цвет пера, яркость электронного луча и т.п.), а также тип линии (сплошная, пунктирная и т.д.). Генераторы графических примитивов могут управлять одновременно несколькими инструментами с различными характеристиками. В качестве простого примера можно привести любой графический прибор, который имеет дополнительный контрольный экран. Эти несколько инструментов, отображающих одну и ту же графическую информацию, переводятся из активного состояния в неактивное и наоборот независимо один от другого.

Кроме этих характеристик изображения виртуальное УГВ должно предоставлять, конечно по возможности, средства управления точностью воспроизведения подаваемой ему на вход графической информации. Виртуальное УГВ строится на основе наиболее распространенных графических устройств, а именно: шаговых двухкоординатных. В таком случае точность воспроизведения играет роль шага координатной сетки.

На основе вышеизложенного в состав входного языка виртуального графического устройства введены средства, позволяющие:

- задать генератор точки, кривой, прямой, который должен обрабатывать поступающую информацию;
- задать информацию для генератора;
- установить или изменить режим работы генератора;
- активировать и дезактивировать инструменты;
- установить или изменить значения характеристик инструментов;
- установить или изменить точность воспроизведения последующей графической информации.

### Генератор графических символов.

Виртуальное УТВ в своем составе имеет генератор графических символов, который позволяет по некоторому компактному коду (цифровому или мнемоническому имени) отобразить на результате целый рисунок. Данный генератор выводит изображение графического символа на основе имеющегося у него эталонного описания этого символа, которое и идентифицируется кодом. При выводе символа его эталонное описание, хранящееся в генераторе, можно подвергать некоторому преобразованию. Это преобразование описывается набором из четырех параметров: РХ – размер по оси  $x$ , РУ – размер по оси  $y$ ,  $\alpha$  – угол поворота и  $\beta$  – угол наклона (рис. 2).

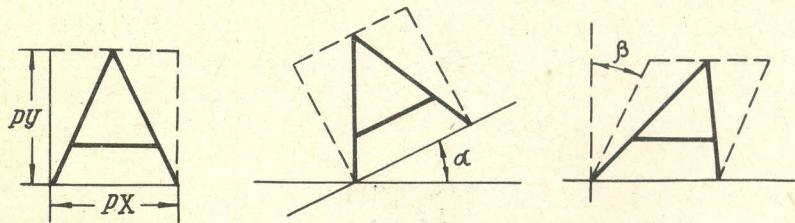


Рис. 2. Параметры генератора символов

При отображении графических символов используются те же инструменты, что и для отображения графических примитивов.

Для данного генератора во входной язык введены следующие средства:

- установка или изменение параметров отображения эталонного символа;
- передача кода символа для его отображения.

Генераторы текстовой информации или принтеры.

Принтеры или текстовые генераторы введены в состав УТВ для обеспечения наложения алфавитно-цифрового вывода на графический результат. Поле графического результата для принтера представляется разбитым на фиксированные линейные площадки, в которых могут печататься выводимые знаки. Исходной информацией для данного генератора является последовательность кодов знаков, которые должны отображаться в последовательных

литерных площадках слева направо по строке, а при достижении конца строки переносятся на следующую, в начало. Принтер также имеет несколько параметров. Это вид шрифта, ориентация текста, размер знаков.

Во входном языке текстовый генератор отмечен следующими средствами:

- задание шрифта,
- задание ориентации,
- задание размера,
- установка начальной литературной площадки для последующего текста,
- задание выводимого текста, т.е. последовательности кодов знаков.

При помощи описанных в данном пункте средств задается работа всех компонент виртуального оборудования УГВ, необходимая для отображения выводимой графической информации.

## 2.2. Виртуальное графическое устройство

Часть входного языка, приведенная в предыдущем разделе, несомненно наиболее важна для графической системы, но описание виртуального УГВ как и реального не ограничивается только графическими командами. Виртуализация графических устройств на уровне входного языка СУГВ заключается в том, что все они разбиваются на несколько в общем случае пересекающихся классов, включаящих УГВ, которые имеют одни и те же характеристики для конечного результата:

- носитель результата, т.е. бумага, фотоматериал и т.п.;
- точность воспроизведения выводимой информации, т.е. шаг координатной сетки;
- мощность изобразительных средств.

Так как большинство из генераторов можно проинтерпретировать программно, под изобразительными средствами понимается не наличие того или иного генератора, а характеристика, аналогичная богатству красок в палитре живописца. Это может быть количество различных градаций яркости луча фотостроителя и т.п. Поясним случай пересечения классов на примере рис. 3. Пусть область  $D_1$  отражает характеристики УГВ из клас-

са I, а область  $D_2$  - характеристики УГВ из класса 2, при этом каждое УГВ из класса 2 имеет все характеристики не хуже, чем УГВ из класса I, тогда, очевидно, что любое УГВ из второго класса можно рассматривать как входящее и в первый. Ясно, что чем больше УГВ входит в класс, тем проще системе управлять графическим выводом, поддерживать технологию при подмене одного УГВ другим.

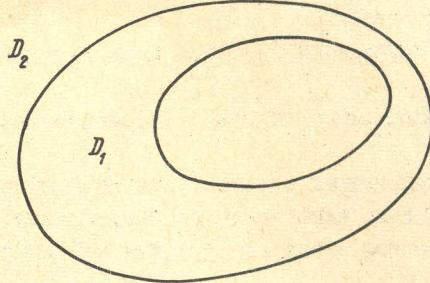


Рис. 3

Этот набор классов или, другими словами, различных возможностей на каждом вычислительном комплексе конечен, и в простейшем случае их столько, сколько различных УГВ. Для указания того, какие именно характеристики конечного результата должны обеспечиваться, графическая система должна задать канал вывода. Каждый канал вывода в СУГВ идентифицирует один из классов устройств. Как уже отмечалось, внешне СУГВ графической системе представляет весь комплекс аппаратных средств конкретных УГВ и программных средств, организующих вывод по тому или иному каналу. Поэтому СУГВ можно считать системой программного обеспечения каналов.

Поток графической и управляющей информации, поступающий на СУГВ может описывать не один кадр (рисунок, чертеж и т.п.), а несколько. Для отделения кадров друг от друга во входном языке имеется специальная команда. Эта команда кроме функции разделения кадров несет информацию выбора места следующего кадра на рабочем поле виртуального графического устройства. Данное рабочее поле представляет прямоугольник, разбитый на некоторое количество прямоугольных страниц (ана-

лог микрофиши). Очередной кадр задается номерами по горизонтали  $K$  и вертикали  $M$  страницы на рабочем поле (рис. 4). Каждый канал СУГВ характеризуется рабочим полем и разбиением его на страницы. По команде установки нового кадра старый становится недоступен, и отображение ведется на новый кадр в пределах страницы рабочего поля.

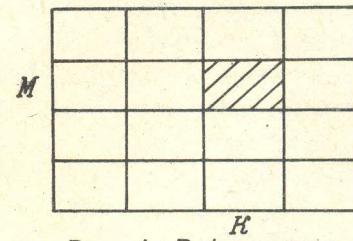


Рис. 4. Рабочее поле

Поступающая на СУГВ графическая информация может выводиться по нескольким каналам одновременно.

Для обеспечения описанных в данном пункте возможностей СУГВ вводятся процедуры, позволяющие:

- включение канала,
- выключение канала,
- смену кадра с выбором страницы рабочего поля.

### 2.3. Дополнительные средства

В эту группу процедур входят такие, которые позволяют получить информацию о тех или иных параметрах СУГВ и ее каналов, задать режим работы системы, а также средства, обеспечивающие отладку.

#### Информация.

Входной язык СУГВ позволяет запросить следующую информацию:

- количество каналов,
- наличие в канале тех или иных генераторов,
- обеспечиваемая точность воспроизведения графической информации,
- разбиение рабочего поля на страницы,
- разбиение кадра на литературные площадки,

- носители результата,
- количество инструментов,
- количество различных характеристик у каждого инструмента.

Виртуальные технологические параметры.

В СУТВ учитывается, что при выводе по любому каналу расходуется лимитированный ресурс. Расход подсчитывается, и графической системе средствами входного языка предоставляется возможность узнать количество различных лимитируемых ресурсов по каждому каналу, затребовать величину расхода какого-либо ресурса, установить количество ресурса, необходимое для всей графической выдачи. В последнем случае СУТВ по исчерпанию выделенного ресурса прекращает обслуживание графической системы.

Все эти средства являются факультативными, и наличие или отсутствие к ним обращений не вызывает каких-либо изменений в результате. Необходимыми средствами являются команда входа в систему с идентификацией владельца отображаемой информацией и команда выхода из СУТВ. Эти две команды выполняют функции, аналогичные функциям служебных слоев ФОРТРАНа PROGRAM и END .

#### 2.4. Расширение входного языка СУТВ

В пунктах 2.1 – 2.3 предложен входной язык системы СУТВ, который реализует необходимый минимум для работы графической системы на различных устройствах вывода. Информационные входы позволяют получить сведения о том, какие графические функции могут быть реализованы каналами. Графическая система будет использовать в каждом канале имеющиеся средства, реализуя недостающие сама. Первое, что можно ввести в СУТВ, и при этом не скажется на входном языке, – это унификация каналов на уровне входного языка (графические результаты, полученные по разным каналам будут отличаться только из-за неустранимых программным путем различий в устройствах).

Расширение функций СУТВ, приводящее к расширению входного языка можно вести по следующим направлениям.

I. Функции, связанные с ведением рисунковых архивов. На

современном этапе обеспеченность ЭВМ массовыми носителями внешней памяти приводит к тому, что технология графического вывода основывается на архивах буферизованной информации, использование которых повышает надежность и другие параметры всего процесса получения графических результатов. Расширение входного языка СУГВ средствами работы с этими архивами позволяет разгрузить графическую систему от этой задачи, т.к. основной целью создания рисуночных архивов обычно является удобство компоновки и лаконичность описания выводимых кадров. Этот аппарат во многом напоминает генератор графических символов. На основе изучения графических систем можно выделить в них функции, связанные только с отображением геометрических объектов, когда компактное описание переводится в изображение, представленное в более простом виде, например, набором отрезков. Передача этих функций в СУГВ (это особенно привлекательно при наличии буферизации) постепенно освобождает графическую систему от задачи отображения, сосредоточив ее внимание на работу с иерархическими графическими объектами.

2. Описанная в данном разделе виртуализация устройств на-кладывает на графическую систему (или пользователя) требование узнать или узнавать и настраиваться на те возможности, которые обеспечивает канал СУГВ. Дальнейшее развитие этого подхода заключается в том, что система СУГВ имеет всего один канал, который предоставляет возможности УГВ наиболее мощного по всем характеристикам и параметрам. Выводимая графическая информация сопровождается требованиями не того, какими возможностями должно обладать УГВ, а каким должен быть результат. Например, носитель результата, точность отображения графических данных и т.д. В этом случае СУГВ произведет анализ всей информации и автоматически выберет нужное УГВ.

Какие функции включать в СУГВ, а какие оставить в графической системе надо решать исходя из реальных технологических параметров вычислительного комплекса, таких как объем потока графического вывода; объем массовой памяти, которую можно отвести под технологический архив; возможности самих УГВ.

### 3. Реализация СУГВ

В данном разделе описывается система управления графическим выводом, реализованная в ВЦ СО АН СССР. Вычислительный комплекс состоит из трех ЭВМ БЭСМ-6, работающих на общей дисковой памяти под управлением ДОС ДИСПАК. Графическое оборудование представлено тремя различными графопостроителями (ГП1, ГП2, ГП3), одним фотопостроителем (ФП), устройством вывода на микрофиши СОМ-320 и устройством микрофильмирования КАРАТ. УМ КАРАТ подключено непосредственно к ЭВМ БЭСМ-6-2, остальные УТВ обслуживаются в режиме off-line через специальные магнитные ленты (СМЛ). Конфигурация оборудования приведена на рис. 5. Здесь пунктиром показана ручная переноска СМЛ с БЭСМ-6 на декодирующую приставку к ГП.

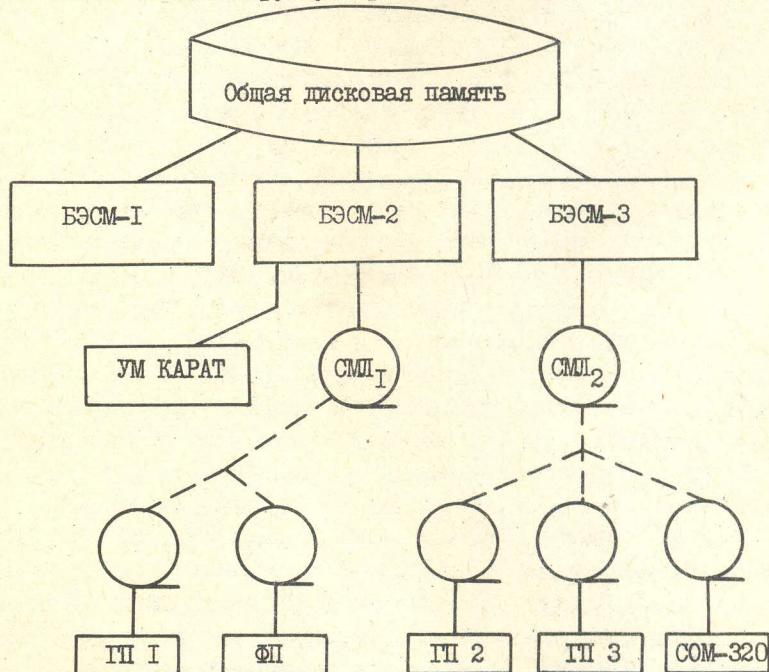


Рис. 5. Конфигурация графического оборудования

СУТВ реализована в виде системы каналов вывода на классы устройств. Выделены следующие четыре канала.

1. Графопостроители ГП1, ГП2, ГП3. Носитель результата - бумага, точность воспроизведения графической информации - 0,05 мм, инструмент - каретка с четырьмя перодержателями. ГП отличаются системами команд.

2. Фотопостроитель. Носитель результата - слайд 18x24 мм, инструмент - электронный луч с восемью градациями яркости.

3. УМ КАРАТ. Носитель результата - 35 мм кинопленка, инструмент - электронный луч, который имеет программируемые характеристики: яркость - 16 градаций, время экспозиции элемента изображения (точки, векторы) - 16 ступеней по логарифмическому закону, диаметр пятна (фокусировка) - 16 значений. УМ КАРАТ имеет текстовой генератор, который позволяет выводить прямые печатные знаки в двух размерах. На кадре помещается 64 строки по 128 знаков малого размера или 32 строки по 64 знака большого размера. Устройство имеет специальный контрольный экран с независимым управлением.

4. СОМ-320. Носитель результата - микрофиша, на которой располагается 14 строк по 16 страниц, инструмент - электронный луч с восемью градациями яркости. Имеется текстовой генератор, который печатает на одной странице 64 строки по 132 знака одного размера.

В СУТВ в настоящее время работают реально всего два канала программного обеспечения вывода: канал 3 для УМ КАРАТ и универсальный канал накопления (УКН) для всех остальных графических устройств. В принципе УМ КАРАТ можно обслуживать универсальным каналом накопления, но необходимо учитывать специфику использования этого устройства. Оно предназначено для вывода фильмов, т.е. для массовой графической выдачи из одной задачи. За один сеанс такая задача выводит до 3000 кадров. Очевидно, что под буферизацию такого объема информации необходимо резервировать значительный объем внешней памяти. На первом этапе было принято решение для вывода на УМ КАРАТ использовать отдельную технологию. Такое решение целесообразно применять к любому новому УТВ; технологию необходимо менять в том случае, когда пропускная способность всего программно-технического комплекса перестает удовлетворять реальный поток

выводимой информации. В работе [7] рассматриваются этапы смены технологии вывода по каналам I и 2.

### 3.1. Система каналов

Система каналов на ЭВМ БЭСМ6 состоит из нескольких модулей, реализованных в виде стандартных программ (СП). Один из этих модулей головной, в его функции входит размещение остальных модулей на рабочем поле и передача им параметров на отработку тех или иных функций СУГВ. Головной модуль кроме того производит контроль параметров обращений и, в зависимости от значения режимов реакции на ошибку и режима печати параметров, выполняет соответствующие действия. Данная система каналов была разработана на основе расширения нижнего уровня системы СМОГ [3]. Укрупненная блок-схема головной программы приводится на рис. 6.

Кроме головной программы в систему входят программы каналов, которые обрабатывают информацию, поступающую на унифицированном входном языке. Программы каналов состоят в общем случае из нескольких модулей. В качестве примера можно указать КАНАЛ 3, который состоит из двух модулей. Один модуль отвечает собственно за вывод информации на УМ КАРАТ и кроме того реализует функции расширенного входного языка, описанного в [6] как расширение СМОГ. Расширение входного языка канала на УМ КАРАТ преследовало цель предоставить средства, которые полнее отражают сущность вывода фильмовой информации, например, возможность наложения постоянного фона на ряд кадров, компоновку кадров из ранее определенных фрагментов. Для этих целей были созданы средства организации и работы с графическими архивами на внешних носителях.

Второй модуль канала разработан для поддержки технологии вывода на УМ КАРАТ. Так как УМ КАРАТ подключен on-line к ЭВМ БЭСМ-6, оператор должен иметь возможность вмешиваться в процесс решения задачи, с одной стороны, а с другой – задача может сообщать некоторые параметры состояния устройства. В УМ КАРАТ не имеется средств, которые позволили бы узнать количество фотопленки, имеющейся в кассете, поэтому оператор должен перед началом вывода сообщить задаче величину запаса,

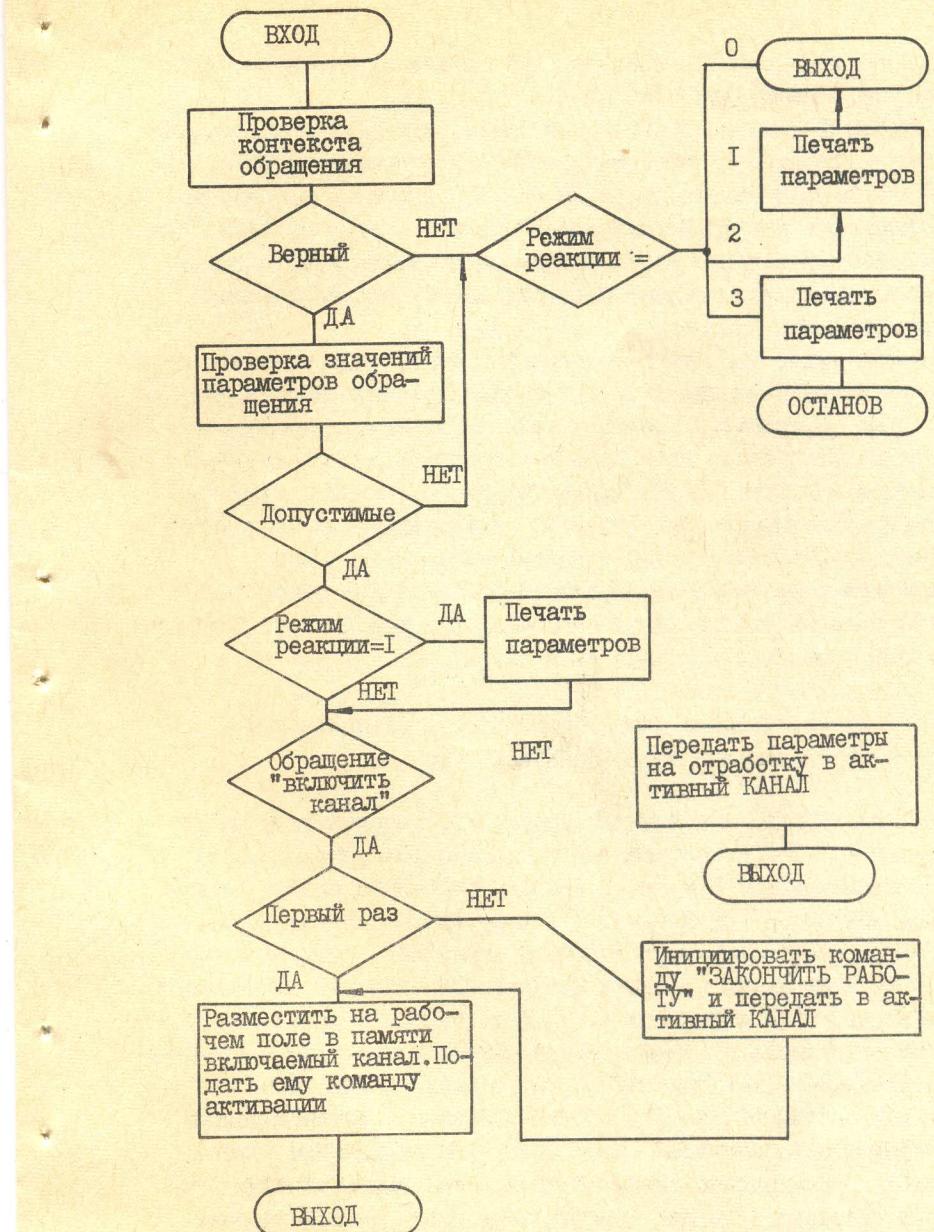


Рис. 6. Укрупненная блок-схема головной программы

чтобы она сама сделала приостановку задачи по его исчерпанию и запросила смену кассеты.

В принятой технологии канал вывода на УМ КАРАТ осуществляет диалог с оператором через математический терминал в следующих случаях: начало вывода, сбой УМ КАРАТ, исчерпана кинопленка. Вмешательство оператора необходимо только в этих случаях, его присутствие в течение всего вывода не является необходимым. Перед началом диалога всегда следует сообщение на терминал оператора ЭВМ.

Решение задействовать в технологии вывода один математический терминал позволило последовательно считать задачи, использующие устройство, подключенное on - line . Для разделения задач по времени на ЭВМ БЭСМ-6 часто применяется прием, когда все они заказывают один и тот же неделимый ресурс, например, магнитную ленту. Решение с математическим терминалом позволяет организовать более гибкую технологию вывода.

Перейдем к рассмотрению универсального канала накопления (УКН), который вызывается головной программой по трем математическим каналам с номерами 1, 2, 4.

### 3.2. Вывод графической информации с буферизацией на магнитных дисках

Все программное обеспечение вывода графической информации по каналам 1,2 и 4 разбивается на две части: универсальный канал накопления УКН и программное обеспечение работы с буферизованной информацией (рис. 7). Информация с выхода графической системы в терминах входного языка СУТВ поступает на УКН, где кодируется и в унифицированной кодировке записывается в архив на магнитных дисках. После записи в архив информация уже отчуждена от задачи пользователя и может использоваться в дальнейшем как прикладной программой, в том числе и графической системой, так и в диалогом режиме с математических терминалов пользователем (блок USER ) и оператором (блок СЕРВГП). Архив располагается в поле общей дисковой памяти и играет основную роль при синхронизации всех частей системы управления графическим выводом. Задача синхронизации необходима, т.к., во-первых, запись в архив могут производить сразу

несколько программ, решающихся в мультипрограммном режиме (синхронизация нескольких копий УКН) и, во-вторых, необходимо обеспечить синхронизацию УКН и остальных частей СУТВ. Возникающие критические интервалы связаны с изменением каталогов архива, они выделяются экстракодами захвата и освобождения дисковых пакетов, которые играют роль Р и В операций над двоичным семафором.

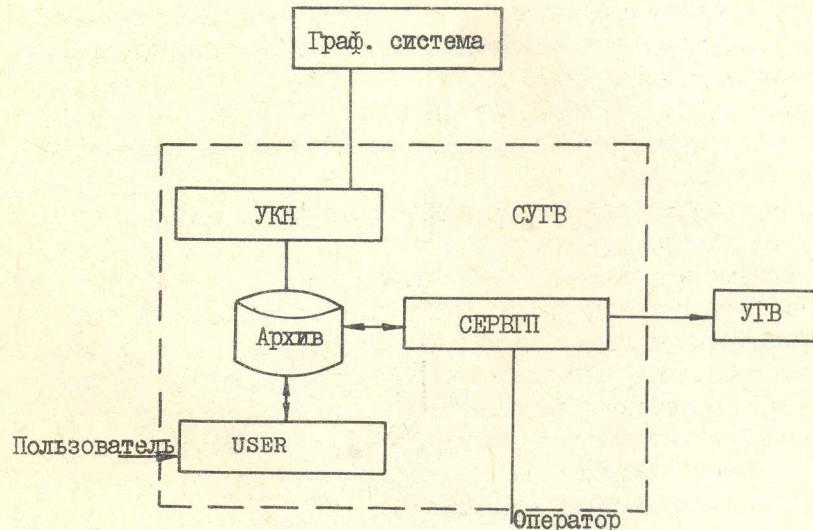


Рис. 7. Вывод графической информации при наличии буферизации

СУТВ реализована в виде набора модулей, которые работают под управлением специального модуля - МОНИТОРа. В функции МОНИТОРА входит размещение модулей на рабочем поле, организация связи между модулями, подкачка модулей, выделение рабочих листов памяти и т.п. В каждом модуле реализуется несколько частных функций, необходимых для выполнения той или иной работы. Обращение к функции состоит из номера модуля, номера функции в модуле и параметров функции. Все обращения к функциям как внутренние в СУТВ, так и внешние из прикладной программы осуществляются через МОНИТОР. В системе реализовано

несколько функций, которые осуществляют работы непосредственно под управлением человека (через математический терминал). Все пользователи, работающие с СУГВ в диалоговом режиме, делятся на три категории: администратор системы, оператор устройств графического вывода и просто пользователь. Задания на работу человек осуществляет набором на терминале директивы с параметрами. Администратор системы имеет право задавать все директивы, но основная его работа заключается в начальной генерации общего архива системы на магнитных дисках, генерации описания конфигурации УГВ и ЭВМ на вычислительном комплексе и модулей; осуществляющих технологию вывода графической информации на конкретные УГВ.

Основные функции оператора УГВ:

- вывод графической информации на УГВ и выдача графических результатов;
- сбор статистики использования графических устройств и расхода лимитируемых ресурсов;
- поддержание архива в рабочем состоянии.

Последняя группа директив служит для удаления графической информации из архива, начализации подархивов и т.п. Эти действия не делаются автоматически. Дать разрешение на уборку той или иной информации может только оператор. Дело в том, что имеется большое число факторов в технологическом процессе, например, засыхание пера граffопостроителя, которые не могут контролироваться программно.

Третья группа директив предназначена для самого широкого круга пользователей, и с ее помощью они получают следующие возможности:

- получить сведения о прохождении графической информации;
- просмотреть ее на экране дисплея или на экране видеоконтрольного устройства УМ КАРАТ;
- раскодировать и вывести в терминах входного языка СУГВ на терминал;
- отредактировать с терминала;
- записать графическую информацию в свой личный архив на внешнем носителе и т.п.

Так как в системе нет ограничений на количество модулей, то по необходимости набор директив будет расширяться. Отме-

тим, что СУГВ ведет статистику полных затрат времени центрального процессора, затраченного в процессе вывода на получение результата каждого пользователя.

### 3.3. Архивы СУГВ

В системе различаются: общий оперативный архив (ОА), рабочие архивы и личные архивы пользователей. Все виды архивов рассчитаны на хранение графической информации, описанной в терминах входного языка системы и закодированной при помощи одной из разрешенных кодировок. Единицей записи в архиве является так называемый графпакет (ПП). Графпакет содержит описание одного или более кадров, выданных по какому-либо одному из каналов СУГВ.

ОА располагается в общей дисковой памяти и может занимать до восьми дисковых пакетов емкостью 7,25 мбайт. Каждый дисковый пакет (МД), входящий в ОА, представляет, до определенной степени, автономный подархив со своими каталогами. Подархивы ( $A_i$ ,  $i = 0, \dots, 7$ ) связываются в единый ОА посредством главного каталога ГК, который обычно располагается на МД<sub>0</sub>.

3.3.1. Главный каталог ГК занимает одну зону МД<sub>0</sub> и характеризует весь ОА, а также СУГВ и параметры ее функционирования. Перечислим некоторые из этих параметров:

P1	- число ЭВМ БЭСМ-6 в конфигурации;
P2	- число МД, на которых располагается ОА;
P20 - P27	- номера томов МД;
P30 - P37	- номера зон КГН на МД;
P40 - P47	- номера зон КГП на МД;
P50 - P57	- номера зон КСТ на МД;
P60 - P67	- номера зон КСТ на МД;
P70 - P77	- номера зон КЗ;
P80 - P87	- номера зон КЗ;
P3	- ограничитель для пользователя;
P4	- код сохранности каталогов;
P5	- признак "СТОП";
P6	- шифр администратора;
P7	- шифр оператора;

- P8 - пароль администратора;  
P9 - пароль оператора;  
PIO - шкалы математических терминалов, с которых могут работать администратор и оператор.

Здесь КПП - каталог графпакетов подархива; КСТ - каталог статистических данных о графпакетах; КЗ - каталог зон подархива; буква W перед названием каталога означает дубль этого каталога. Дубль имеет и главный каталог. Идеология работы такова, что первое обращение к ОА всегда является считыванием ГК. При этом проверяется код сохранности, который один у всех каталогов общего архива. Несовпадение этого кода приводит к приостановке любой программной компоненты СУТВ и печати на операторском терминале диагностического текста. Администратор, оценив ситуацию, может восстановить испорченный каталог по его дублю.

Признак "СТОП" устанавливается при некоторых административных работах, связанных с перекомпоновкой ОА и другими длительными работами, когда затрагиваются многие компоненты архива. В этом случае все компоненты программного обеспечения СУТВ, кроме установленной этот признак, приостанавливаются. Необходимость такого признака очевидна на тех вычислительных комплексах, на которых экстракод захвата тома МД на самом деле захватывает целую линейку (8 дисководов).

Ограничитель для пользователя - это верхняя граница числа свободных зон в архиве, при котором нельзя формировать графпакеты в ОА через математический терминал. Но этот ограничитель не влияет на задачи, решаемые в пакетном режиме. Дело в том, что пользователь, формирующий графпакет в диалоговом режиме, может при помощи системы подключить свою личную бобину и запомнить сформированный графпакет на ней в личном архиве. Пакетная задача такой ситуации обычно не предусматривает, т.к. технология вывода от нее тщательно скрывается.

Шифры, пароли и шкалы служат для идентификации абонентов, вызвавших СУТВ с терминала, и позволяют избежать в большинстве случаев потерь, связанных с неквалифицированным вмешательством.

Главный каталог содержит информацию о всех модулях СУТВ, необходимую для МОНИТОРа.

Этим не исчерпывается список параметров СУТВ, которые содержатся в главном каталоге ОА, они будут упоминаться по мере изложения материала.

3.3.2. Каталоги подархива. Все каталоги подархива размещаются на том же МД, что и сам подархив. В каталоге графпакетов (КГП) содержатся сведения о ГПТ, начало которых записано в данном подархиве. О каждом ГПТ имеется следующая информация:

- шифр пользователя,
- адрес начала ГПТ в подархиве,
- дата образования ГПТ,
- канал вывода СУТВ,
- номер ГПТ по архиву,
- тип кодировки,
- признак захвата,
- признак того, что ГПТ размещается на нескольких подархивах,
- признак запрета вывода,
- признак отрисовки и сбора статистики и др.

Если пользователь не желает получать графический результат, он устанавливает для ГПТ признак запрета вывода. После этого он может работать с принадлежащей ему графической информацией с математического терминала, т.е. отредактировать ее, записать в личный архив и т.п.

Признак отрисовки служит для того, чтобы в автоматическом режиме вывода дважды не получать один и тот же графический результат. Если вывод осуществляется сразу несколькими операторами, т.е. работают сразу несколько копий СУТВ, то возможна ситуация, когда две копии СУТВ одновременно начинают отрисовывать один и тот же ГПТ. Для исключения этой ситуацииведен признак захвата.

Каталог КСТ содержит дополнительную информацию о графпакетах подархива, которая подсчитывается в канале УКН, - это величины расхода лимитируемых ресурсов. В настоящее время в него записывается по каждому графпакету, суммарная длина пути инструментов, который они должны проделать при получении графического результата, число кадров и идентификатор графической системы, которая использовалась в программе математика. Подархив может занимать любое подмножество зон на МД, кото-

рое задается администратором СУТВ при генерации архива. Каталог зон (КЗ) подархива занимает одну зону, каждое слово которой является паспортом зоны МД с тем же номером и содержит информацию о принадлежности зоны к подархиву, к списку свободных зон, к списку зон одного из графпакетов архива. Все слова с паспортами зон организуются в несколько списков, по одному на каждый графпакет и отдельно для свободного места в подархиве (нулевой ГПП). Адрес заголовка списка для каждого графпакета находится в КГП.

3.3.3. Рабочие и личные архивы. Рабочие архивы введены в СУТВ из-за ограниченного объема дисковой памяти, которая может быть выделена под ОА. При длительной эксплуатации возможны пиковые моменты, когда ОА не успевает "разгружаться" по каким-либо причинам. Универсальный канал накопления, обнаружив эту ситуацию, дает сообщение оператору ЭВМ. Оператор вызывает СУТВ и осуществляет аварийный сброс информации из ОА на рабочий архив (РА), под который обычно отводится магнитная лента. Для вывода информации из РА на УГВ не требуется обратной переписи информации в ОА. Количество рабочих архивов не ограничивается. РА поддерживается при помощи двух каталогов, аналогов КПП и КСТ в подархивах.

Личный архив может заводить любой пользователь, его структура подобна структуре РА. Если в ОА и РА все графпакеты идентифицируются шифрами тех задач, которые их образовали, то в личном архиве позволяются мнемонические названия.

#### 3.4. Статистика

При работе СУТВ ведет сбор статистических данных по ряду показателей. Это в первую очередь данные о использовании функций СУТВ и частота обращений к модулям. Анализ этой информации позволит осуществлять более качественное пополнение системы.

Большое внимание удалено сбору показателей технологии вывода графической информации. Такие показатели необходимы на хозрасчетных вычислительных центрах для автоматизации финансовых расчетов, в других организациях они могут служить для оценки эффективности использования графического оборудования

и т.п.

В СУГВ различаются текущая и общая статистики технологии. При выводе графической информации из графпакета на УГВ в текущую статистику помещается запись, которая содержит следующую информацию:

- шифр задачи, создавшей графпакет;
- астрономическое время работы графического устройства;
- время центрального процессора, затраченное СУГВ на отображение информации из графпакета;
- дата записи ГПТ в архив;
- дата отрисовки;
- номер УГВ, на который выведена информация;
- путь инструментов УГВ;
- число кадров;
- идентификатор графической системы, которая использовалась в прикладной программе;
- число сбоев в работе УГВ во время вывода.

Под размещение текущей статистики администратор СУГВ должен выделить место на любом из МД общего архива. Объем оценивается по пропускной способности оборудования. Периодически оператор должен очищать поле текущей статистики, при этом информация может быть сброшена на указанный внешний носитель для дальнейшей обработки, например, для финансовых расчетов. Во время очистки поля текущей статистики автоматически производится подсчет общих затрат на вывод информации. Общие показатели собираются по двум признакам - идентификатор графической системы и номер УГВ.

Оператор по определенным директивам может получить информацию о статистических данных на терминале или АЦПУ.

#### 4. Заключение

Отметим некоторые положительные стороны СУГВ, разработанной применительно к оборудованию ВЦ СО АН СССР и описанной в предыдущем параграфе, которые вытекают из ее модульной структуры.

#### Кодировка.

В каждый период времени в УКН используется одна кодировка для записи графической информации в архивы; она рассчитывается на множество УГВ, которое имеется в этот период. При добавлении новых устройств с более богатыми возможностями может появиться необходимость в расширении входного языка, следовательно, и кодировки. Для этого достаточно подправить соответствующим образом только два модуля: первый - в УКН, который отвечает за кодирование, второй - модуль раскодировки. Нерационально разрабатывать эти модули в расчете на самый общий случай, т.к. они вызовут накладные расходы, например, времени центрального процессора.

#### Адаптация СУГВ.

Для установки СУГВ на вычислительном комплексе, оборудованном другими УГВ, достаточно написать модули - драйверы с примитивным входным языком, которые выводят информацию непосредственно на устройство и выполняют поддержку требуемой технологии. Параметры вычислительного комплекса формируются администратором в режиме диалога с математического терминала при генерации варианта СУГВ.

#### Статистика.

Наличие статистических данных о работе системы позволяет рационально осуществлять расширение СУГВ с одной стороны и подбирать наиболее удобный набор функций и директив с другой. Статистика технологии вывода графической информации может служить для оценки эффективности использования парка УГВ.

### Л и т е р а т у р а

1. Баяковский Ю.М., Галактионов В.А. Графические протоколы. (Обзор). - Автометрия, 1978, № 5, с. 3-12.
2. Woodsford P.A. The design and implementation of the GINO 3D graphics software package. - Software - Pract. and Exper., 1971, v.1, p.335-365.
3. Куртуков А.Я., Горин С.В., Дворжец В.И., Дебелов В.А. Система для БЭСМ-6. - В сб.: Машинная графика и ее применение/Под ред. Ю.А.Кузнецова. Новосибирск: ВЦ СО АН СССР,

1973, с. 18-23.

4. Дебелов В.А. Буферная часть СМОГ. - В кн.: Машинная графика и ее применение/Под ред. Ю.А.Кузнецова. Новосибирск: ВЦ СО АН СССР, 1974, с. 19-37.
5. Васильева Л.Ф., Горин С.В., Дворжец В.И., Дебелов В.А., Кузнецов Ю.А., Куртуков А.Я. Система математического обеспечения графических устройств (СМОГ). - В кн.: Материалы XI конференции по эксплуатации вычислительной машины БЭСМ-6. Программное обеспечение. Тбилиси, окт. 1976 г.: ИПМ ТГУ, 1977, с. 128-139.
6. Дебелов В.А., Мацокин А.М. Программное обеспечение устройства микрофильмирования "Карат". - Автометрия, 1978, № 5, с. 25-28.
7. Дебелов В.А. Организация графического вывода. - В кн.: Организация вычислительного процесса в крупном НЦ/Под ред. Н.В.Кулькова. Новосибирск: ВЦ СО АН СССР, 1978, с. II-18.
8. Панкеев Г.А. Возможности создания аппаратно-независимых систем отображения графической информации. - Автометрия, 1978, № 5, с. 86-88.
9. Баяковский Ю.М., Лазутин Ю.М., Михайлова Т.Н., Мишакова С.Т. ГРАФОР: Комплекс графических программ на ФОРТРАНе. Вып. 5. Структура и основные принципы.- М., Б.и., 1975. - 58 с. (Препринт/ИПМ АН СССР; 90).
10. Дворжец В.И. Основные принципы графической системы СИГАМ. - Автометрия, 1978, № 5, с. 18-24.

В.А.Дебелов

## ДИАЛОГОВЫЙ ГРАФИЧЕСКИЙ КАНАЛ

Данная работа посвящается дальнейшему развитию системы управления графическим выводом (СУГВ) [1], когда графическая система адаптируется к диалоговым графическим устройствам. Как уже отмечалось в [1], СУГВ можно рассматривать как систему каналов графического вывода, в которой каждый канал – это программный модуль, представляющий средства использования как функций, реализованных аппаратно в устройствах, так и программно – в самом канале. Каждый такой канал обслуживает некоторый класс устройств графического вывода (УГВ), все устройства в котором имеют одни и те же характеристики получаемого результата. С точки зрения описания выводимых изображений диалоговый канал не отличается от пассивных каналов по входному языку. Основное внимание при разработке его входного языка переносится на организацию диалога.

Описываемый диалоговый канал разрабатывался для конфигурации оборудования, в которой имеется главная ЭВМ, обеспеченная большой массовой памятью (например, магнитными дисками), и сателлитная мини-ЭВМ с графическими дисплеями. Такая конфигурация оборудования и вычислительных средств получила наибольшее распространение в последнее время. Использование диалогового канала возможно и для других конфигураций. Например, если графический дисплей подключен непосредственно к главному вычислителю, то функции программного обеспечения

мини-машины можно реализовать внутри диалогового канала, подобное решение предлагалось в работе [2].

Программное обеспечение (ПО) диалогового канала разбивается, следовательно, на две части: ПМО – часть, располагающаяся в главной ЭВМ, и КПО (консольное ПО) – часть, располагающаяся в сателлитной ЭВМ. Логическая и функциональная связь обеих частей ПО осуществляется в рамках специально разработанного протокола. Идея протокола обмена между ЭВМ, которые участвуют в решении одной задачи, получила свое воплощение в сетях ЭВМ. В работах [3, 4] описывается сетевой протокол, разработанный специально для целей интерактивной машинной графики. В отличие от ситуации, имевшей место в сетях, в нашем случае на обеих ЭВМ конфигурации разработано ПО, в которое заложена единая идеология. В отличие от некоторых специализированных систем, например, ГРАДИС [6], ПО диалогового канала не ориентировано на конкретную конфигурацию сателлита. И протокол в данном случае выступает как средство виртуализации конкретных сателлитов и даже версий КПО для части программного обеспечения в главной ЭВМ.

В разработанном ПО диалогового графического канала различаются два режима работы (см. [5]): РЕЖИМ ПРИКЛАДНОЙ ПРОГРАММЫ (РПШ) – в этом режиме вся работа пользователя за экранным пультом (консолью) регламентируется прикладной программой, в которой все необходимые действия запрограммированы (посредством графической системы) на входном языке канала; РЕЖИМ АБОНЕНТА – в этом режиме программное обеспечение диалогового канала приостанавливает работу прикладной программы, отключается от нее и переходит полностью под управление пользователя (абонента), который работает за пультом. Инициация РЕЖИМА АБОНЕНТА возможна как из прикладной программы, так и непосредственно с экранного пульта.

Обе части ПО диалогового графического канала реализованы на модульных принципах (см. [5]), что позволяет осуществлять при необходимости модификации и расширение функциональных средств. Это особенно важно для блока, обслуживающего РЕЖИМ АБОНЕНТА.

Вся передаваемая графическая, сопутствующая ей и управляющая информация от одной ЭВМ к другой должна соответствовать протоколу, в котором выделяются следующие разделы:

- протокол связи. Этот раздел регламентирует фазу подключения между ЭВМ (и частями программного обеспечения, соответственно), а также нюансы перехода из РЕЖИМА АБОНЕНТА в РПП и обратно;
- протокол вывода графической информации на экранный пульт. Сюда входят команды, которые позволяют описать изображение в виде наборов примитивов, поименовать сегменты изображения, управлять подсветкой и т.д.;
- протокол ввода информации с экранного пульта в главную ЭВМ.

Вся протокольная информация, передаваемая из одного конца в другой, рассматривается как неделимая последовательность. В реальной обстановке это труднодостижимо – длина сообщения обычно ограничена, и потому приходится осуществлять квантование. Вопросы, связанные с квантованием сообщения, проверки его достоверности и т.п., выходят за рамки данной работы и здесь не рассматриваются.

Некоторые исходные положения описываемого протокола адаптированы из работы [3]. Это, например, разбиение устройств ввода на классы на основании вида вводимой посредством их информации. Данное разбиение взято за основу виртуализации вводных устройств сателлита.

В части протокола вывода используется так называемый трансформированный или преобразованный формат (см. [3, 7]).

Прежде чем перейти к описанию разделов протокола введем некоторые понятия и определения.

ГПО рассматривает протокол как команды виртуальной дисплейной установки, в которой сателлитная ЭВМ играет роль дисплейного процессора. К сателлитной ЭВМ может быть подключено до 8 идентичных экранных пультов (консолей), каждый из которых имеет некоторый набор интерактивного графического обору-

цованием. ГПО может работать сразу с несколькими консолями. Сателлит, в свою очередь, может работать с несколькими копиями ГПО, каждая из которых управляет "своими" консолями.

### I.I. Протокол вывода

В данном варианте диалогового канала принят преобразованный формат. Дисплейный файл в мини-ЭВМ состоит из одного или нескольких сегментов. Сегмент описывает все изображение или его часть в терминах точек, ломанных линий и позиционируемого текста, заданных абсолютным положением в экранных координатах. Каждая координата кодируется несколькими байтами, для определенности выберем 16-разрядный формат. (Здесь и дальше конкретные цифры приводятся для большей наглядности изложения и соответствуют реализации для БЭСМ-6 в качестве главной ЭВМ). Начало экранной системы координат в левом нижнем углу экрана, в качестве единицы измерения берется единица растра.

Информация сегмента начинается протокольной командой <ОТКРЫТЬ СЕГМ.> и заканчивается командой <ЗАКРЫТЬ СЕГМ.>. Между ними располагаются примитивные элементы-команды виртуального дисплея, такие как точка, установка луча (позиционирование), конец вектора, текст с параметрами, метка, установка интенсивности, атрибуты и т.д. Каждый координатный элемент характеризуется своими х и у координатами (сначала идет координата х) и идентифицируется по значению 15-го и 16-го разряда координаты x:

16, 15 pp. = 00 - точка;

01 - позиционирование луча;

10 - конец вектора.

14 разряд содержит знак координаты. Если в 15-ом и 16-ом разрядах единицы, то значение младших разрядов первого байта элемента определяют его вид.

I.I.I. Элемент <МЕТКА>. Данная команда виртуального дисплея добавлена в качестве средства, позволяющего структурировать изображение (сегмент) в рамках преобразованного формата. Различаются команды <МЕТКА+> и <МЕТКА->. Первая имеет информационную часть из 6 байтов. Поясним работу

виртуального дисплея при отображении. Виртуальный дисплей имеет меточный стек, который обнуляется в начале отображения очередного сегмента, т.е. по команде < ОТКРЫТЬ СЕГМ.>. По команде < МЕТКА+> в окно меточного стека помещается информационная часть этой команды. По команде < МЕТКА-> из стека выталкивается точно одна информационная часть одной из команд < МЕТКА+> .

I.I.2. Элемент < АТРИБУТ> . В любом месте сегмента можно изменить интенсивность изображения, тип линии и т.п. В этом случае необходимо вставить команду < АТРИБУТ>, за которой следует байт < ВИД АТРИБУТА> и байты с его новым значением.

< ВИД АТРИБУТА> = 1 - изменяется чувствительность к указывающим устройствам. Следующий байт равен 0, если необходимо ее отключить, или 1, если включить.

< ВИД АТРИБУТА> = 2 - устанавливается новое значение интенсивности подсветки, следующий байт содержит нужное значение интенсивности. Оно задается номером, начиная с 0.

< ВИД АТРИБУТА> = 3 - тип линии, номер типа линии в следующем байте.

< ВИД АТРИБУТА> = 4 - установка параметров генератора знаков. Следом идут байты с параметрами: размеры по осям, углы поворота и наклона. Все команды отображения знаков, которые будут встречаться дальше, будут отрабатываться с учетом установленных параметров. Если реальный дисплей не может отрабатывать некоторые из параметров, а КПО не имеет соответствующих программ, то эти параметры игнорируются при отображении.

< ВИД АТРИБУТА> = 5 - установка параметров преобразования подпрограмм дисплейного кода. Эта разновидность команды вводится в расчете на дальнейшее расширение программного обеспечения преобразованного формата.

I.I.3. Элемент ТЕКСТ . В данной команде содержатся коды знаков строки, которую необходимо отобразить на экране дисплея с учетом ранее установленных параметров генератора знаков.

I.I.4. Пользовательский атрибут. При помощи команды < П.АТРИБУТ> в теле сегмента витруального дисплейного файла размещается сопутствующая информация неграфического характера, типа комментария. Рекомендуется размещать ее сразу за командой < МЕТКА+> (см. п. I.I.I). Вид команды:

⟨ П.АТРИБУТ⟩ ⟨ ВИД П.А.⟩ ⟨ ДЛИНА⟩ ⟨ СТРОКА⟩  
Здесь ⟨ ВИД П.А.⟩ - байт, содержащий некоторое целое;

⟨ ДЛИНА⟩ - байт, значение которого равно числу байтов в  
⟨ СТРОКА⟩ ;

⟨ СТРОКА⟩ - строка знаков в коде ISO либо некоторые зна-  
чения, формат которых определяется байтом ⟨ ВИД П.А.⟩ . При  
помощи данного элемента можно вместе с описанием изображения  
для экрана дисплея хранить необходимые корректины для полу-  
чения твердой копии. Например, какую ломаную заменить гладкой  
кривой и т.п.

I.I.5. Заполнитель. Как и большинство дисплеев наш вирту-  
альный дисплей имеет команду "НИЧЕГО НЕ ДЕЛАТЬ" - ⟨ ЗАП⟩ ,  
которую можно применять, например, для выравнивания формата  
при редактировании.

I.I.6. Подпрограммы дисплейного кода. Данная команда вво-  
дится в порядке компромисса между неэффективным расходом па-  
мяти регенерации, который обусловлен преобразованным форматом,  
и структурированным форматом описания изображения. В ка-  
честве подпрограммы можно вызывать любой сегмент дисплейного  
файла. При этом считается, что дисплейный процессор обязан  
учесть все те параметры преобразования процедуры, которые  
были установлены последней командой ⟨ АТРИБУТ⟩ с видом 5.  
Имя сегмента-подпрограммы задается в информационной части  
команды ⟨ П/ПР.⟩ .

I.I.7. Структура сегмента. Описание сегмента заключено меж-  
ду ⟨ ОТКРЫТЬ СЕГМ.⟩ и ⟨ ЗАКРЫТЬ СЕГМ.⟩ и состоит из паспор-  
та сегмента и информационной части. Информационная часть со-  
стоит из примитивных элементов, которые приведены выше, и яв-  
ляется описанием фрагмента изображения на экране. Паспорт со-  
держит информацию о сегменте целиком. В паспорте определены:

- алфавитно-цифровое имя сегмента, которое присваивается  
ему пользователем;
- номер экранной копии (НЭК), внутрисистемный идентифи-  
ка-  
тор;
- рамка, т.е. прямоугольник в экранной системе координат,  
охватывающий фрагмент изображения, описываемый сегментом;
- атрибуты сегмента.

При определении нового сегмента пользователь может пожелать, чтобы он имел некоторые параметры, которые в дальнейшем можно будет изменять без переопределения всего сегмента. Эти параметры, называемые атрибутами сегмента, могут быть следующие:

- шкала консолей - если у сегмента определяется этот атрибут, то сателлит должен быть готов к тому, что в любой момент главная ЭВМ может сменить консоли, на которые должен выводиться данный сегмент;
- начальная позиция - наличие у сегмента этого атрибута означает, что главная ЭВМ может сдвинуть на экране фрагмент изображения, определяемый данным сегментом;
- подсветка - этот атрибут специфицирует подсветку сегмента. Она может быть выключена (сегмент не отображается на экранах), включена (сегмент отображается согласно командам интенсивности), мерцание и сверхподсветка (отменяется действие команд интенсивности для специальной индикации сегмента).

Кроме этих трех атрибутов в паспорте сегмента могут употребляться любые, которые упоминались в п. I.I.2, т.е. чувствительность, интенсивность, тип линии, параметры генератора знаков, параметры преобразования подпрограмм дисплейного кода. Необходимо четко различать употребление этих атрибутов в паспорте сегмента и внутри сегмента (при помощи команды < АТРИБУТ>). Если, к примеру, интенсивность имеется в паспорте сегмента, то любое употребление команды < АТРИБУТ> для изменения интенсивности в информационной части сегмента игнорируется, т.е. весь сегмент будет выдаваться на экран с одним и тем же уровнем интенсивности. Наличие или отсутствие атрибута в паспорте несет информацию для сателлита. Дело в том, что по протоколу передаются виртуальные дисплейные команды, которые перед отображением должны транслироваться сателлитом в команды реальных устройств. В зависимости от паспортной информации в сателлите выбирается тот или иной способ представления сегмента в командах реального устройства. Например, наличие в паспорте атрибута "начальная позиция" требует формировать описание перемещаемого изображения.

Если в сателлит передается сегмент, у которого номер экранной копии НЭК совпадает с НЭК одного из уже имеющихся в

сателлите сегментов, то необходимо осуществить замещение старого сегмента новым, используя метод двойной буферизации (по возможности).

I.I.8. Дополнительные средства. После того как сегмент передан в сателлит, главная ЭВМ имеет некоторые средства управления его отображением. Во-первых, это команда < ДОБАВИТЬ СЕГМ. >, по которой все следующие за ней примитивные элементы транслируются в команды реального дисплея и добавляются к сегменту, чей НЭК специфицирован в команде. Конец добавляемой информации — протокольная команда < ЗАКРЫТЬ СЕГМ. >.

Команда < ИЗМ.АТРИБУТ> используется для изменения значения какого-либо одного или сразу нескольких атрибутов сегмента. Этой командой можно изменить значение только тех атрибутов, которые отмечены в паспорте, т.к. сателлит при трансляции виртуальных команд учитывал возможность изменения только тех атрибутов, которые есть в паспорте. Информационная часть команды несет новое значение атрибута.

Для удаления сегмента из сателлита употребляется команда < УДАЛИТЬ СЕГМ. >.

Сателлит сообщает в главную ЭВМ ответ на каждую из команд этого пункта. В ответе указывается выполнена ли команда и причина, если не выполнена. Например, при передаче нового сегмента в сателлите нет места под его размещение.

I.I.9. Меню световых кнопок. Меню — это специальный тип сегмента, который состоит только из позиционированных текстов. Меню формируется аналогично сегменту. Начинается с протокольной команды < ОТКРЫТЬ МЕНЮ >, за которой следует паспорт, он намного проще чем у сегмента общего вида вследствие простоты описания. За паспортом идут описания световых кнопок, состоящие из позиционирования луча и самого текста кнопки. Заканчивается описание меню командой < ЗАКРЫТЬ СЕГМ. >.

При работе с меню из главной ЭВМ может быть выдана протокольная команда < УДАЛИТЬ МЕНЮ >, аналогичная команде удаления сегмента. Идентификация у меню также двойная: алфавитно-цифровое имя, данное пользователем, и НЭК — номер экранной копии, как и у любого сегмента.

I.I.10. Чтение сегментов. В раздел протокола вывода входят команды, позволяющие главной ЭВМ получить описание сег-

ментов, а следовательно, и изображений, с консоляй.

«ЧТЕНИЕ СПИСКА СЕГМ.» - в ответ на эту команду сателлит выдает: «ЧТЕНИЕ СПИСКА СЕГМ.»

«ЧИСЛО»

«ИМЯ СЕГМ.»

«НЭК»

«ПРИЗНАК»

} по каждому сегменту или меню.

«ЧИСЛО» - байт, содержащий общее количество сегментов и меню в сателлите, которые относятся к консолям, принадлежащим главной ЭВМ, пославшей запрос.

«ИМЯ СЕГМ.» «НЭК» - имя сегмента (или меню) и номер его экранной копии.

«ПРИЗНАК» - байт, в котором содержатся признаки данного сегмента, а именно: сегмент или меню; подсвечен или не подсвечен; велась ли с данным сегментом работа по редактированию в РЕЖИМЕ АБОНЕНТА. Последний признак сбрасывается после выдачи ответа в главную ЭВМ.

Для передачи полного описания сегмента в главную ЭВМ из сателлита необходимо выполнить протокольную команду

«ЧТЕНИЕ СЕГМ.» «ИМЯ СЕГМ.» «НЭК» «РЕЖИМ».

По этой команде сателлит обязан осуществить ретрансляцию описания сегмента с номером экранной копии «НЭК» и именем «ИМЯ СЕГМ.» из внутреннего кода в формат, определенный протоколом, и передать в главную ЭВМ. Байт «РЕЖИМ» уточняет должен сателлит сохранить сегмент в дисплейном файле или убрать его.

## I.2. Протокол ввода

Прежде чем перейти к описанию протокольных команд данного раздела приведем методику виртуализации интерактивного оборудования консоли из работы [3] и адаптированную в нашем диалоговом канале.

Консоль оборудована различными внешними устройствами, кроме того часть устройств может относиться к сателлиту целиком (случай многоконсольных сателлитов). В составе этого оборудования могут быть устройства не только графические или

имеющие отношение к графическому диалогу, например, магнитные диски и ленты, ввод/вывод перфокарт и перфолент. Все внешние устройства сателлита могут признаваться версией КПО, т.е. оно будет обеспечивать их программную поддержку. В принципе ГПО диалогового канала не обязано знать точное описание устройств и их характеристик, достаточно знания типа производимых операций: ввод и/или вывод. Более дифференцирован подход к устройствам графического диалога, т.к. диалоговый канал разрабатывается как поддержка прикладной программы (графической системы) при работе именно с этими устройствами. Устройства консоли, использующиеся непосредственно для интерактивной работы, виртуализуются на основе вида информации, которую они могут поставлять в программу и по тому, какую работу совместно с пользователем через устройство может выполнять программное обеспечение сателлита (КПО).

Протокол предусматривает два метода программирования диалоговой работы за консолью: метод опроса состояния устройств ввода и метод событий ввода. Первый соответствует традиционным способам работы с внешними устройствами, когда ГПО опрашивает в нужные моменты времени значения регистров вводных устройств. Второй позволяет ГПО задать сателлиту какой-либо интерактивный метод ввода, при реализации которого КПО может использовать несколько различных устройств. Гибкость программирования достигается путем использования обоих методов.

1.2.1. Виртуализация устройств ввода. Все устройства ввода графической консоли разбиваются на пять классов в зависимости от вида поставляемой ими информации. Каждое устройство в любой момент времени характеризуется своим регистром состояния или, другими словами, приемным регистром. Физический такой регистр может не существовать, в таком случае он должен быть организован программно в КПО. Это скорее правило, а не исключение. Все устройства одного класса имеют подобные регистры. На консоли может не существовать устройств ввода некоторых классов, в таком случае они могут быть организованы программно в КПО. Для главной ЭВМ, для прикладной программы, это не имеет значения. Перейдем к описанию классов устройств.

КО - координатные устройства.

К координатным устройствам относятся такие устройства, ко-

торые позволяют вводить графическую информацию в экранной системе координат. Это могут быть: световое перо, рисовальный рычаг, мышь, пара потенциометров и т.д. Регистр состояния: **⟨ХЭ⟩⟨УЭ⟩⟨ПЕРЕКЛ⟩**, т.е. пара координат в системе экрана и положение переключателя, если таковой имеется, 0 - выключен, 1 - включен.

#### K1 - линейные устройства.

Устройства этого класса применяются для ввода в ЭВМ информации из интервала [0, 1). Линейное устройство обычно потенциометр, но нередко моделируется программно. Регистр состояния: **⟨БОЛЬШАЯ ДРОБЬ⟩** - двухбайтовое значение из интервала [0, 1).

#### K2 - клавишиные устройства.

Данные устройства представляют наборы двухпозиционных клавиш или переключателей, каждый из которых может находиться в одном из двух положений: нажатое (код 1), отжатое (код 0). На конкретных клавишиных устройствах имеется какая-либо естественная (или традиционная) упорядоченность клавиш, что позволяет описывать состояние устройства в каждый момент времени двоичным числом-кодом, каждому разряду которого соответствует отдельная клавиша. Клавищным устройством может быть функциональная клавиатура, распространенная в серийных дисплеях, а также отдельный переключатель. Регистр состояния: **⟨КОД 2⟩**, двоичный набор на клавищном устройстве, занимает целое число байтов.

#### K3 - клавиатурные устройства.

При помощи устройств этого класса обычно вводится символьная информация, преимущественно алфавитно-цифровая. Это может быть алфавитно-цифровая клавиатура (АЦК) дисплейной консоли, Консул и т.п. Регистр состояния: **⟨КОД 3⟩**, байт с кодом последней нажатой клавиши в кодировке ISO или ноль, если после последнего опроса не была нажата ни одна клавиша. Если позволяет КПО, то для ввода алфавитно-цифровой информации можно использовать указывание световым пером на символы, отображаемые на экране. Это также может считаться программно модулируемой АЦК.

#### K4 - время.

Наличие устройства данного класса предполагает, что сател-

лит имеет возможность подсчитывать терминальное время (квазиастрономическое), причем этот подсчет может выполняться как аппаратно, так и программно КПО. В последнем случае рекомендуется, чтобы время спутника увеличивалось каждые  $10 + 100$  мс, не обязательно через строго равные промежутки. Регистр состояния: <ВРЕМЯ>, 16-ти разрядное двоичное число, считается по модулю  $2^{16}$ .

Как уже отмечалось выше под данную классификацию попадают не все внешние устройства спутника. Например, магнитные диски не участвуют непосредственно в интерактивной работе, и поэтому не программируются ГПО. Зато в консольном программном обеспечении они могут использоваться, например, для хранения программных модулей и при работе в РЕЖИМЕ АБОНЕНТА.

Работа с интерактивными устройствами может программироваться в ГПО индивидуально, для этого используется цифровой идентификатор конкретного устройства (реального или программно моделируемого КПО), который занимает один байт. Три старшие разряда содержат номер класса, а пять младших — номер в классе: от I до 3I. Нумерация устройств в классе в разных спутниках может быть различной, даже в различных версиях КПО на одном и том же спутнике. Рекомендуется, правда, придерживаться правила, когда подобные устройства на разного типа консолях имеют один и тот же номер. КПО не регламентируется жестко в данном вопросе. Одно и то же устройство в разных версиях КПО может быть даже отнесено к различным классам. Например, пара потенциометров может быть объявлена одним координатным устройством или различными линейными. Такой выбор зависит от специализации спутника (КПО), от характера предлагаемых работ. Когда программист желает через диалоговый канал работать с конкретными устройствами консоли, считается, что он знаком с основными характеристиками КПО. Это решение дает возможность при помощи программного обеспечения виртуальных устройств работать с реальными.

Основной режим, запроектированный в программном обеспечении, — это работа с виртуальными устройствами. Для этого в каждом классе выделяется одно устройство, которое считается стандартными, оно имеет номер 0. Стандартное устройство может быть жестко запрограммировано в КПО или может выбираться

пользователем, работающим за консолью, по своему усмотрению из предлагаемого набора. Первоначальный выбор осуществляется либо по умолчанию КПО, либо в результате диалога с пользователем перед работой. Реальное устройство, которое будет стандартным, может изменяться пользователем во время сеанса.

1.2.2. Ввод информации методом опроса состояния устройств. Независимо от применяемого метода для приведения всей системы ввода в начальное состояние используется протокольная команда

⟨ СБРОС СИСТЕМЫ ВВОДА ⟩ ⟨ ШКАЛА ⟩ .

Здесь ⟨ ШКАЛА ⟩ - это байт со шкалой консолей сателлита, для которых необходимо инициировать систему ввода.

Для ввода значений регистров состояний устройств ввода употребляется команда

⟨ ОПРОС СОСТ. УВ ⟩ - код команды,

⟨ ШКАЛА ⟩ - шкала консолей,

⟨ ЧИСЛО ⟩ - число, опрашиваемых устройств ввода (1 байт),

⟨ НУВ ⟩

..... номера (идентификаторы) устройств ввода,

⟨ НУВ ⟩

⟨ КВ ⟩ - байт, идентифицирующий окончание команды ввода или сообщения ввода. В командах, где формат понятен и без его наличия, этот код является факультативным.

Сателлит в ответ на эту команду посылает последовательность сообщений устройств ввода (обозначим ⟨ ПОСЛ.СОСТ. УВ ⟩ ):

⟨ ОПРОС СОСТ. УВ ⟩

⟨ ШКАЛА ⟩

⟨ ЧИСЛО ⟩

⟨ СОСТ. УВ ⟩

.....

⟨ СОСТ. УВ ⟩

.....

⟨ СОСТ. УВ ⟩

.....

⟨ СОСТ. УВ ⟩

⟨ КВ ⟩ .

Сообщение устройства ввода ⟨ СОСТ. УВ ⟩ имеет формат

〈НУВ〉 〈РЕГ. СОСТ.〉 ,  
т.е. идентификатор устройства и значение его регистра состояния, вид которого был описан выше.

Если запрашивался ввод с несуществующего устройства, то в ответе вместо 〈НУВ〉 ставится код из всех единиц (байт 377), а затем 〈НУВ〉 из команды ввода. В этом случае 〈РЕГ. СОСТ.〉 отсутствует.

При групповом опросе ряда устройств рекомендуется измерение их регистров состояний в КПО выполнить как можно одновременно.

1.2.3. Метод событий ввода. Все команды протокола, которые были введены выше предполагали работу частей программного обеспечения в главной и подчиненной ЭВМ в режиме "вопрос - ответ" или точнее "команда - исполнение". Это вполне оправдано в рамках протокола вывода, но при интерактивной работе, когда участники (человек и ЭВМ) столь сильно различаются по своим скоростным характеристикам, необходимо иметь средства, позволяющие асинхронную работу. Наиболее часто прикладной программе требуется знать не состояние какого-либо устройства ввода, а момент наступления некоторого события на консоли. Рассмотрим для примера АЦК. Пользователь через клавиатуру вводит в ЭВМ некоторый текст, если бы у нас имелся только ввод информации методом опроса, ГПО должно опрашивать с определенной частотой регистр состояния АЦК, чтобы избежать потерять информации. Очевидно, что большее количество опросов будет неинформативным, и, следовательно, увеличивается количество непроизводительных обменов, а отсюда повышенные требования к пропускной способности канала связи. Целесообразнее послать в сателлит запрос на ввод очередной буквы и продолжать работу прикладной программы. Другими словами, в данном примере ГПО посыпает протокольную команду, разрешающую событие ввода буквы. И только после реального ввода буквы передаст отчет о событии в главную ЭВМ.

Этот метод еще слабее связывает главную ЭВМ с реальной конфигурацией устройств сателлита, давая КПО свободу в реализации тех или иных функций. С каждым событием связан некоторый интерактивный метод, который может включать в себя локальную обратную связь для пользователя за консолью. Перечис-

лим события, которые программируются посредством команд протокола.

C0 - событие клавиатуры.

Данное событие возникает при нажатии клавиши клавиатурного устройства. Сообщением является код клавиши ( < КОД 3 > ).

C1 - событие текста.

В отличие от события C0, которое применяется на маломощных сателлитных ЭВМ, это событие служит для ввода целой строки текста с клавиатурного устройства. Момент наступления этого события определяется нажатием специально выделенной клавиши. КПО может позволять пользователю назначать самому эту клавишу. Сообщение о событии: строка введенных знаков вместе с концевым.

C2 - событие клавиши.

Наступление этого события устанавливается при изменении кода клавишного устройства, т.е. когда хоть одна из клавиш изменила свое состояние (зажата, отжата). Сообщение аналогично опросу состояния < КОД 2 > .

C3 - событие линейного устройства.

Событие линейного устройства возникает в том случае, когда значение регистра состояния этого устройства изменяется больше некоторой пороговой величины. Пороговое значение может быть установлено жестко в КПО или задаваться (и меняться) пользователем с консоли во время работы. Сообщение о событии:

<БОЛЬШАЯ ДРОБЬ> - новое значение регистра состояния.

C4 - событие позиционирования.

В данном случае координатное устройство используется для ввода координатной пары (позиции или точки экрана). Сообщение: < ХЭ > < УЭ > , координаты точки.

C5 - событие указания меню.

Это событие применяется для ввода указания световой кнопки какого-либо активного меню, для этого по разрешению события C5 все меню делаются чувствительными к указыванию координатным устройством. Сообщение: < НЭК > < НОМЕР КНОПКИ > < ДЛИНА > < ТЕКСТ КНОПКИ > . Здесь < НЭК > - номер экранной кнопки меню; < НОМЕР КНОПКИ > - порядковый номер указанной кнопки в описании меню; < ДЛИНА > - число знаков в

**〈ТЕКСТЕ КНОПКИ〉 .**

C6 - событие указания.

Наступает при указании координатным устройством одного из высвеченных на экране сегментов и чувствительных к данному устройству. Сообщение: 〈НЭК〉 〈ХЭ〉 〈УЭ〉 〈ЧИСЛО МЕТОК〉

〈МЕТОЧНЫЙ СТЕК〉 . Здесь 〈НЭК〉 - номер экранной копии указанного сегмента; 〈ХЭ〉 〈УЭ〉 - координаты позиции экрана, в которой зафиксировано указание; 〈ЧИСЛО МЕТОК〉 - байт, содержащий число команд 〈МЕТКА+〉 , информационные части которых находятся в меточном стеке в момент указывания (см. п. I.I.I).

C7 - событие ломаной.

Координатное устройство используется для "рисования" ломаной линии. КПО при помощи локальной обратной связи должно оставлять на экране след, остающийся за перемещаемой позицией. Возможны два режима ввода (отчета о событии): а) передаются только координаты вершин ломаной - 0 〈ЧИСЛО〉 〈ХЭ〉 〈УЭ〉 . . . 〈ХЭ〉 〈УЭ〉 ; б) каждая пара координат сопровождается временем ввода этой вершины - I 〈ЧИСЛО〉 〈ХЭ〉 〈УЭ〉 〈ВРЕМЯ〉 . . . 〈ХЭ〉 〈УЭ〉 〈ВРЕМЯ〉 . Здесь 〈ЧИСЛО〉 - это число вершин, а первый байт 〈ХРОНОМ〉 характеризует наличие хронометража.

C8 - событие перемещения.

Координатное устройство используется для перемещения на экране фрагмента изображения, описываемого одним из высвеченных сегментов, без вмешательства ГПО. Очевидно, что КПО должно проводить проверки, чтобы рамка сегмента (см. I.I.7) не выходила за границы экрана. Сообщение: 〈ХЭ〉 〈УЭ〉 , координаты новой начальной позиции сегмента.

C9 - событие перо вверх.

C10 - событие перо вниз.

Эти два события аналогичны событию C4. Но момент наступления события определяется "пером" координатного устройства. Например, при убиении "пера" с графического планшета возникает C9, а при включении - C10. Сообщение: 〈ХЭ〉 〈УЭ〉 .

Для запроса ввода методом разрешения событий ГПО должно передать в сателлит протокольную команду

**〈РАЗРЕШИТЬ ВВОД〉 〈ШКАЛА〉 〈НОМ. СОБЫТИЯ〉  
〈УСЛОВИЕ ЗАПРЕТА〉 〈ПОСЛ. ОПРОСОВ УВ〉 〈КВ〉 ,**

здесь: 〈РАЗРЕШИТЬ ВВОД〉 - протокольная команда; 〈ШКАЛА〉 - шкала консолей, на которых разрешается событие с номером 〈НОМ. СОБЫТИЯ〉 ; 〈УСЛОВИЕ ЗАПРЕТА〉 - байт условия запрета события, который означает в зависимости от значения: 0 - никогда; 1 - запретить это событие, когда оно произойдет (разрешение однократного события); 2 - запретить это событие по наступлению любого разрешенного события.

〈ПОСЛ. ОПРОСОВ УВ〉 выглядит так же, как и при опросе состояний устройств ввода - 〈ЧИСЛО〉 〈НУВ〉 . . . . 〈НУВ〉 , где 〈ЧИСЛО〉 - байт, содержащий количество следующих за ним 〈НУВ〉 , т.е. номеров устройств ввода.

Вся команда принимается сателлитом к сведению и по наступлению заданного события в главную ЭВМ отправляется полный отчет, который состоит из сообщения о самом событии и значений регистров состояний устройств ввода, заданных в команде. Измерение значений регистров состояний производится в КПО в момент наступления события. Формат полного отчета сателлита о событии выглядит следующим образом:

**〈СООБЩЕНИЕ ВВОДА〉 〈НОМ.КОНСОЛИ〉 〈НОМ. СОБЫТИЯ〉  
〈СООБЩЕНИЕ О СОБЫТИИ〉 〈ЧИСЛО〉 . 〈СОСТ. УВ〉 . . .  
〈СОСТ. УВ〉 〈КВ〉 .**

Сообщение ввода - протокольная команда; 〈НОМ.КОНСОЛИ〉 - позиционный номер консоли, на которой произошло событие; 〈СООБЩЕНИЕ О СОБЫТИИ〉 - сообщение о событии, для различных событий имеет различный формат, который приведен выше при описании событий; остальные реквизиты подобны ответу сателлита в методе опроса состояния.

Заметим, что ГПО может установить разрешение сразу на несколько различных событий. Сателлит не должен давать в главную ЭВМ отчет о событии, которое не было ранее разрешено, т.е. такие события должны игнорироваться.

Разберем подробнее идентификатор события 〈НОМ. СОБЫТИЯ〉. Так же как и в методе опроса устройств ввода, протокол позволя-

ет программировать использование на сателлите конкретных интерактивных методов, реализованных в КПО. Для программной поддержки каждого события реализуется некоторый интерактивный метод, момент наступления события определяется изменением состояния одного из реальных (или моделируемых программно) устройств консоли. Поэтому все события идентифицируются следующим образом. Первая часть идентификатора – это номер реального устройства, связанного с данным событием; вторая часть – вид события (С0, ..., С10); и, наконец, порядковый номер события. Дело в том, что с любым устройством ввода может быть связано несколько интерактивных методов, соответствующих событиям одного и того же вида.

Для работы в истинных номерах событий необходимо точно знать, какой набор их имеется в КПО. Главная ЭВМ может программировать сателлиту разрешение на ввод виртуальных событий, аналог стандартных устройств ввода в п. I.2.2. Какой именно интерактивный метод будет использоваться в сателлите при реализации события зависит от КПО, т.е. либо жестко за-программирован, либо может назначаться пользователем во время работы из имеющихся.

I.2.4. Расширение протокола ввода. Имеющийся набор классов устройств ввода и особенно их формат регистра состояния, передаваемый в главную ЭВМ, может не удовлетворять некоторые приложения. Исходя из этого возможного требования, добавляется еще один класс К5 – пользовательские устройства ввода. Регистр состояния этих устройств может иметь переменную длину:

⟨ ДЛИНА ⟩ <ЗНАЧЕНИЕ РЕГ. СОСТ. УВ> .

⟨ ДЛИНА ⟩ – байт, содержащий длину следующего за ним значения в байтах; < ЗНАЧЕНИЕ РЕГ. СОСТ. УВ> – значение регистра состояния, формат не регламентируется.

В главной ЭВМ обеспечением работы устройств этого класса занимается прикладная программа или графическая система, а в сателлите в КПО пользователем должна быть добавлена программная поддержка этих устройств. По диалогового канала для данного класса устройств обеспечивает только передачу команд

опроса в сателлит и значений регистров состояний из сателлита.

Аналогичным образом вводится дополнительный вид события СII - пользовательское событие. Момент его наступления полностью определяется той вставкой в КПО, которую осуществит пользователь для его программной поддержки. Так же как и для остальных видов событий, при разрешении данного можно требовать, чтобы в отчете о событии снимались значения с регистров состояний интересующих устройств консоли.

В классе K6 не существует стандартного устройства, и нельзя заказывать виртуальное событие СII, т.е. разрешается работа только по конкретным номерам.

### I.3. Протокол подключения и РЕЖИМА АБОНЕНТА

В данной работе не рассматривается раздел протокола, касающийся фазы подключения сателлита к главной ЭВМ, т.к. этот вопрос существенно зависит от того, какое техническое решение принято при сопряжении обеих ЭВМ. Пусть установлена связь между главной ЭВМ и сателлитной. В главной ЭВМ может быть несколько копий ГПО, связанных с данным сателлитом (в максимальной конфигурации он имеет 8 консольей), предполагается, что КПО всегда может идентифицировать отправителя приходящей протокольной информации. С другой стороны, вся информация, приходящая с сателлита в главную ЭВМ, должна достигать своего адресата, т.е. нужной копии ГПО. При подключении программное обеспечение сателлита КПО сообщает в главную ЭВМ свой идентификатор, по которому ГПО находит паспорт версии КПО. В паспорте содержится информация о том, какие средства работы представляются главной ЭВМ.

Во время подключения из сателлита в ГПО должна быть передана информация о свободных консолях. В любой момент времени ГПО может запросить сводку о консолях - <СВОДКА>. В ответ сателлит передает: <СВОДКА> <ШКАЛА> <ШКАЛА>. Первый байт <ШКАЛА> содержит шкалу свободных консолов, второй - шкалу консолов, занимаемых запрашивающей задачей. Для подключения к задаче консоль ГПО должно вдать команду <ДАЙ КОНСОЛЬ> <НОМ. КОНСОЛИ> и получить либо подтверждение

«ВОЗЬМИ КОНСОЛЬ» «НОМ. КОНСОЛИ», либо отказ «ОТКАЗ» «ПРИЧИНА». Номер причины «ПРИЧИНА» необходим для сбора статистических данных. Если инициацию подключения консоли необходимо произвести из сателлита, то КПО должно послать в главную ЭВМ команду «ВОЗЬМИ КОНСОЛЬ» «НОМ. КОНСОЛИ». На что получает ответ: либо «ДАЙ КОНСОЛЬ» «НОМ. КОНСОЛИ», либо «ОТКАЗ» «ПРИЧИНА».

КПО в случае неисправности какой-либо из работающих консолей либо по другой причине устраивает разрыв связи ГПО с консолью посылкой команды: «РАЗРЫВ СВЯЗИ» «НОМ. КОНСОЛИ» «ПРИЧИНА». Разрыв связи из главной ЭВМ производится аналогичным образом.

В данном пункте рассмотрены вопросы, связанные с наличием в ПО диалогового канала двух режимов работы: РЕЖИМА АБОНЕНТА и РЕЖИМА ПРИКЛАДНОЙ ПРОГРАММЫ.

По умолчанию разрешен переход из РПП в РА и обратно, но главная ЭВМ может запретить КПО переходить в РА, подав команду «ЗАПРЕТ РА» «ШКАЛА», где «ШКАЛА» – это шкала консолей, на которых запрещен переход в РЕЖИМ АБОНЕНТА. Отмена запрета выполняется командой «РАЗРЕШИТЬ РА» «ШКАЛА». Команда запрета РЕЖИМА АБОНЕНТА может употребляться даже во время работы КПО в этом режиме. В этом случае она трактуется как команда перехода в РЕЖИМ ПРИКЛАДНОЙ ПРОГРАММЫ.

В РЕЖИМЕ АБОНЕНТА пользователь за консолью обслуживается на двух уровнях ПО. Во-первых, консольным ПО РА. В том случае когда средств консольного ПО РА недостаточно для выполнения требуемой работы, пользователь может запросить обслуживание РЕЖИМА АБОНЕНТА из главной ЭВМ. В ГПО также имеется блок РА, который предоставляет более широкие средства, учитывая большую мощность главной ЭВМ и возможность доступа к файлам пользователя на ней.

Главная ЭВМ может задать переход в РЕЖИМ АБОНЕНТА командой «ВОЗЬМИ РА» «НОМ. КОНСОЛИ» «ДЛИНА» «СООБЩЕНИЕ». Здесь «ДЛИНА» – байт содержащий число символов в «СООБЩЕНИЕ», которое должно быть высвечено пользователю на экране. Если РЕЖИМ АБОНЕНТА инициируется пользователем с консоли, программное обеспечение сателлита переходит к этот режим и сообщает в главную ЭВМ: «ЗАНЯТ РА» «НОМ. КОНСОЛИ». ГПО

после получения этой команды переходит в режим ожидания. Оно приостанавливает любую работу, связанную с передачей информации и команд в сателлит на консоль < НОМ. КОНСОЛИ> . В том случае, когда пользователь потребует обслуживание главной ЭВМ, сателлит посыпает команду < ВОЗЬМИ РА> < НОМ. КОНСОЛИ> .

При отказе пользователя от РЕЖИМА АБОНЕНТА сателлит посылает в главную ЭВМ команду < ЗАПРЕТ РА> < НОМ. КОНСОЛИ> . РЕЖИМ АБОНЕНТА в прикладной программе программируется в тех случаях, когда необходимо ввести с консоли целый сегмент или отредактировать один из имеющихся. КПО может передать в ГПО по своей инициативе (исчерпан лимит памяти, например) один из созданных сегментов, используя команду

< ВОЗЬМИ СЕГМ.> < НОМ. КОНСОЛИ > < ОПИСАНИЕ СЕГМ.>

< ОПИСАНИЕ СЕГМ.> начинается с команды < ОТКРЫТЬ СЕГМ.>, а заканчивается командой < ЗАКРЫТЬ СЕГМ.> . Между этими двумя командами располагается все описание введенного сегмента, согласно п. I.I.7.

#### I.4. Расширение протокола

Очевидно, что любой разработанный протокол не сможет удовлетворять все применения. И самое существенное ограничение в любом протоколе - это невозможность передачи специфической информации между двумя ЭВМ. Пользователю в п. I.2.4. были представлены некоторые возможности конструирования дополнительных команд протокола в области ввода информации. Для того, чтобы позволить передавать произвольную информацию между сателлитом и главной ЭВМ, вводится команда < ИНФОРМАЦИЯ> < ДЛИНА> < ПОСЛ. БАЙТОВ> . Здесь < ИНФОРМАЦИЯ> - протокольная команда; < ДЛИНА> - число, содержащее длину последовательности байтов < ПОСЛ. БАЙТОВ> . На основе данного средства для ряда применений можно построить разделы протокола, через которые будут связываться специализированные блоки в КПО и ГПО, а также прикладной программы со специализированными блоками КПО.

## 2. Внешние спецификации диалогового канала

Диалоговый графический канал определяется с одной стороны, входным языком, который он предоставляет прикладной программе (графической системе) в главной ЭВМ, а с другой - теми средствами, которые предоставляются пользователю за экранным пультом сателлита. ПО диалогового канала состоит из двух частей ГПО и КПО, которые располагаются в главной ЭВМ и сателлите, соответственно (рис. I).

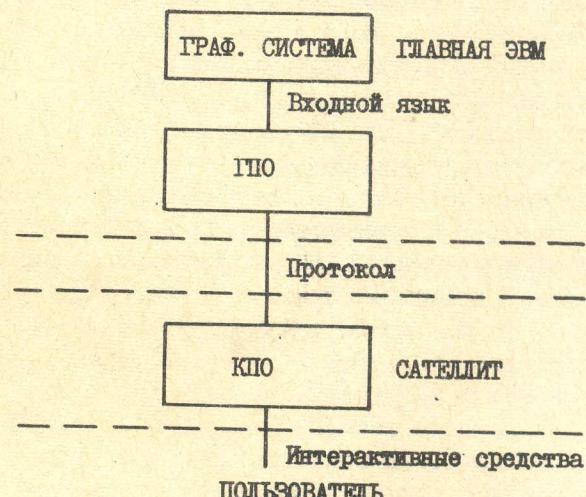


Рис. I. Структура канала

Обе части ПО кроме того регламентируются графическим протоколом связи и обмена информацией. Данный раздел работы посвящается спецификациям ГПО, которое, с одной стороны, определяется протоколом, а с другой - входным языком. На консольное матобеспечение накладывается требование соблюдать протокол связи и обмена информацией, а также выполнять команды протокола, согласно заложенного в них смысла, как описано в разделе I. В остальном КПО довольно независимо и может раз-

рабатываться самостоятельно с точки зрения структуры и предоставляемого пользователю набора консольных интерактивных средств, который зависит, в конечном счете, от комплектации сателлита оборудованием и специализации КПО для решения определенного класса прикладных задач.

В момент подключения сателлита и главной ЭВМ при инициации задачи КПО сообщает свой идентификатор. В специальном архиве в главной ЭВМ ГПО по идентификатору отыскивает описание данного КПО или его паспорт. В паспорте содержится следующая информация:

- список протокольных команд, реализуемых КПО;
- список устройств ввода и событий ввода, которые поддерживаются программным обеспечением сателлита;
- описание экрана дисплея, т.е. размеры экрана, длина единицы растра, число различных уровней интенсивности, типов линий, описание генератора знаков (см. [3]) и т.п.

Выше указывалось, что КПО должно выполнять все протокольные команды, но на реальном оборудовании это не всегда возможно (ограничения памяти и скорости сателлита, например). Поэтому реализацию недостающих функций берет на себя программное обеспечение главной ЭВМ. Очевидно, что в таком случае предъявляются повышенные требования к скорости канала связи между ЭВМ. В любом случае для графической системы и прикладной программы полезно знать истинное положение дел. Все данные, кроме списка протокольных команд с коррекцией на реализуемые в ГПО, доступны прикладной программе по информационным входам диалогового канала. Прикладная программа может также узнать значение факультативной части идентификатора КПО, которая может содержать данные о специализированных блоках, реализованных в программном обеспечении консоли, так называемая пользовательская часть идентификатора.

Стандартный вариант ГПО предоставляет входной язык, который позволяет формировать сегменты, передавать их на экранный пульт для визуализации, вводить данные методом опроса со стандартных устройств ввода, вводить данные методом событий (разрешаются только виртуальные события), и, наконец, переход в РЕЖИМ АБОНЕНТА. Наличие этих средств естественно вытекает из описания протокола в разделе I. Кроме них разрабо-

таны средства, ориентированные на ввод сегмента.

При переводе ПО диалогового канала в РЕЖИМ АБОНЕНТА прикладная программа передает на экран консоли текстовую строку, которая может прокомментировать пользователю, что от него ожидается. При помощи обеспечения РЕЖИМА АБОНЕНТА пользователь создает новый сегмент или редактирует один из имеющихся на экране и переводит ПО в РЕЖИМ ПРИКЛАДНОЙ ПРОГРАММЫ. Далее из программы можно раскодировать сегмент в терминах входного языка, соответствующих примитивным графическим элементам.

Необходимо отметить еще одно средство, предоставляемое ППО - управление прикладной программой, точнее ее графической частью. Пользователь с консоли имеет право задать условие перехода ПО в РЕЖИМ АБОНЕНТА. Эти условия следующие: по любому обращению прикладной программы к диалоговому каналу, по каждой N-ой визуализации нового сегмента, по изменению атрибутов сегмента и т.д. Используя это средство, пользователь может проследить графические результаты в подходящем для него темпе, исправить некоторые сегменты, если это необходимо, используя средства редактирования КПО РА и т.п.

### 3. Связь диалогового канала с СУТВ

В работе [ I ] излагалась система управления графическим выводом, представляющая систему программных каналов, выводящих информацию на графические устройства. Входной язык диалогового графического канала, описанного в данной работе, в разделе описания графического вывода идентичен входному языку СУТВ. При необходимости сделать твердую копию экрана, изображение записывается в терминах протокола на общий архив СУТВ, это еще один тип разрешенной кодировки для хранения изображений в архиве.

Заслуживает внимание оперативная связь, когда пользователь, работая в РЕЖИМЕ АБОНЕНТА, подключается через ППО к мониторному модулю СУТВ и таким образом получает доступ к ее архивам, средствам редактирования и преобразования графической информации в архиве.

Л и т е р а т у р а

1. Дебелов В.А. Система управления графическим выводом. - Настоящий сборник.
2. Емельянова Л.А. и др. Реализация интерактивного режима работы за графическим дисплеем. - В кн.: Материалы УТ конференции по эксплуатации вычислительной машины БЭСМ-6. Программное обеспечение. Тбилиси, окт. 1976 г.: ИПМ ТГУ, 1977, с. I40-I45.
3. Sproull R.F., Thomas E.L. A network graphics protocol. - In: Techn. Report, ARPA Network, NIC 24308, August, 16, 1974.
4. Баяковский Ю.М., Галактионов В.А. Графические протоколы. (Обзор). - Автометрия, 1978, № 5, с. 3-II.
5. Дебелов В.А., Мацокин А.М. Структура программного обеспечения графических дисплеев. - Автометрия, 1978, № 5, с. 85-86.
7. Авербух В.Л., Каракина И.В., Подергина Н.В. и др. Реализация графической диалоговой системы ГРАДИС. - Автометрия, 1978, № 5, с. 42-46.
8. Ньюмен У., Спрулл Р. Основы интерактивной машинной графики. - М.: Мир, 1976. - 573 с.