

МАШИННАЯ ГРАФИКА И ЕЁ ПРИМЕНЕНИЕ

Новосибирск 1973

Академия наук СССР Сибирское отделение
Вычислительный центр

**МАШИННАЯ ГРАФИКА
И ЕЁ ПРИМЕНЕНИЕ**

Сборник научных трудов

Под редакцией Ю.А.Кузнецова

Новосибирск 1973

ПРЕДИСЛОВИЕ

Сборник посвящен проблемам использования графических устройств ЭВМ в задачах автоматизации научных и проектно-конструкторских исследований. При этом под термином "машиная графика" понимается комплекс математических методов, алгоритмов и программ для обработки и последующего отображения информации на графических устройствах ЭВМ. Наиболее распространенными такими устройствами в настоящее время являются графопостроители (часто используется термин "плоттер", что в переводе означает "самописец") и устройства вывода на экран электронно-лучевой трубы (фотопостроители, дисплеи и т.д.).

Все статьи, публикуемые в сборнике, подготовлены по результатам работ, выполненных в лаборатории машинной графики Вычислительного центра СО АН СССР в 1969-1972 годах. По своей направленности эти работы можно условно разбить на три группы, что соответствует последовательности расположения статей сборника.

Первое направление заключается в разработке достаточно универсального математического обеспечения, которое должно предоставлять программистам возможность удобного использования графических средств на уровне квалифицированного чертежника. Описанию ряда реализаций подобного математического обеспечения посвящены первые шесть статей сборника.

Второе направление, которое представлено следующими пятью статьями, связано с созданием различных специализированных программ для отображения различных конкретных видов графической информации. Так, например, для задач автоматизации обработки данных научного эксперимента в первую очередь нужно отметить программы вычерчивания графиков и изолиний функций одного и двух переменных, векторных полей и т.д.

Третьим, вспомогательным, направлением является разработка математических методов обработки и подготовки данных для последующего графического отображения. В первую очередь сюда относится разработка методов интерполяции табличных функций, наиболее эффективными из которых сейчас являются методы интерполяции сплайн-функциями. Развитию ряда математических методов машинной графики посвящены последние пять работ сборника.

Ю.А.Кузнецов.

А.Я.КУРТУКОВ

СИСТЕМА МАТЕМАТИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ
ЗАДАЧ С ГРАФИЧЕСКИМ ВЫВОДОМ.

Статья является своеобразным подведением итогов разработки и двух лет эксплуатации системы графического матобеспечения. Техническая база за это время была существенно модернизирована и расширена, так что эксплуатация и пополнение первого варианта совмещались с изготовлением и опытной эксплуатацией второго.

Хочется отметить, что второй вариант, несмотря на значительное увеличение числа приборов и добавление новой группы (экранные), потребовал, в общем, меньше усилий, чем первый, где наиболее сложной частью оказалась выработка идеологии будущей системы. В литературе того времени (1969 г.) разработчикам так и не удалось найти материалов по подобным вопросам, и не похоже, чтобы сейчас это было проще. Описание инструктивного характера того или иного комплекса не объясняет, почему авторы сделали его так, а не иначе, что они считали его достоинствами, а что - недостатками и что показала эксплуатация.

Здесь делается попытка как-то восполнить этот пробел, описав сложившуюся структуру нашей системы, технические затруднения и приемы их устранения, а также ее историческое развитие с имевшими место тупиками, спорными вопросами и, возможно, удачами. Статья, таким образом, предназначена прежде всего для лиц, имеющих профессиональный интерес к следующим вопросам:

- 1) каков типичный состав подобных систем и методы их проектирования;
- 2) какие трудности приходится преодолевать при реализации;
- 3) как зависит устройство системы от структуры технической базы центра;
- 4) каковы интересные нюансы типичных алгоритмов.

Последние три вопроса обсуждаются лишь на основе личного опыта разработчиков и, естественно, претендовать на полноту и систематичность не могут.

Техническую базу ВЦ СО АН СССР к моменту ввода в эксплуатацию первого варианта системы составляли М-220 с подсоединенным плоттером рулонного типа и БЭСМ-6 с плоттером планшетного типа, соединенные каналом для передачи задач АЛЬГИБР^а.

Оснащение М-220: АЛЬФА, ЭПСИЛОН, АЛЬГИБР, ТА-І (не стабильно). Оснащение БЭСМ-6: АЛГОЛ-БЭСМ, ФОРТРАН^{*)}, БЕМШ. Второй вариант обслуживает две М-220 с рулонными плоттерами различных типов и БЭСМ-6 с планшетным плоттером, работающим в режимах ON-LINE и OFF-LINE, фотопостроитель в режиме OFF-LINE и дисплей (отлавливается). Оба варианта обеспечивают выход на названные устройства из всех перечисленных систем программирования.

Система представляет собой множество конкретных комплексов, обслуживающих какое-либо сочетание (например, М-220 - ЭПСИЛОН - РУЛОННЫЙ ПЛОТТЕР). Все они жестко связаны системой стандартов, регулирующих состав процедур и правила обращения к ним, правила общения с оператором, оформление выдачи, а также регламент связей между процедурами и, если можно так выразиться, единый "обобщенный прибор", с которым работает основная часть комплекса (далее об этом будет сказано подробнее).

Эта совокупность правил и определений называется здесь идеологией, и именно выбор подходящей идеологии, обладающей достаточным запасом возможностей для восприятия новых приборов оказался весьма затруднительным.

Основная отличительная черта системы - это, наверное, жесткость, с которой принятая идеология проводилась в каждом конкретном комплексе, что порой сопровождалось значительными техническими трудностями. Такой подход, естественно, не обошелся без ожесточенных споров среди разработчиков, но линия "единство любой ценой" была выдержана, и, как потом убедились изготовители, дала плоды. Поскольку попытка сделать читателя сторонником упомянутой линии является одной из основных задач этой статьи, главные пункты дискуссии тоже вошли сюда. Разме-

^{*)} ФОРТРАН - комплекс написан сотрудниками Института автоматики СО АН СССР.

щены они в виде небольших вставок в текстах основных разделов.

Необходимость комплексирования графических алгоритмов, используемых в одном конкретном сочетании машина - транслятор - прибор, теперь уже достаточно очевидна и вызвана, видимо, самой спецификой машинной графики.

Уже первые ее шаги (с использованием АЦПУ) ясно показали, что "поле боя" остается за комплексами, ввиду характерной многоэтапности обработки графической информации. Разрозненные программы вывода отдельных форматов (графики, изолинии и т.д.), требуя каждый для себя отдельного набора промежуточных подпрограмм, представляли порой непосильную для системы программирования нагрузку.

Идея унификации, в свою очередь, таких комплексов (при нескольких используемых сочетаниях) не получила еще столь широкого признания.

В полемике с ее противниками разработчики пользовались, в основном, следующими соображениями: во-первых, инструктивные материалы по графическим алгоритмам сложнее и объемистее, чем по вычислительным. Связано ли это с новизной дела, технической сложностью приборов или с необходимостью как-то описывать картинки словами - неясно, но факт установлен достаточно надежно. Поэтому при наличии двух хороших, но различных комплексов, например, на АЛГОЛ'е и ФОРТРАН'е, многие пользователи предпочтут записывать материал для картинок на МЛ и разрисовывать его в знакомой графической системе, а не осваивать новую.

Во-вторых, в условиях крупного вычислительного центра внедрение какой бы то ни было системы требует известных затрат: включение в состав стандартного обеспечения, размножение инструкций, обучение операторов и консультантов. Для системы унифицированных комплексов они существенно меньше.

Третьим существенным обстоятельством является пакетная обработка, при которой задачу обслуживает оператор. Приборы машинной графики предъявляют более высокие требования к персоналу, чем, например, перфоратор или АЦПУ. Комплекс же, как правило, как-то общается с оператором. Отсутствие стандартов на эти диалоги существенно уменьшает вероятность получения результата.

Имеют значение и такие "мелочи", как стандартная форма

для инструкции программиста, защита рисунков от порчи другими программами, унификация реакций оператора на сбои графических устройств.

Короче говоря, комплекс, пригодный к использованию в большом ВЦ, отличается от комплекса "вообще" примерно так же, как серийный образец телевизора от любительской конструкции. Подобная "промышленная доводка" процесс очень трудоемкий и нет смысла производить его для каждого конкретного комплекса. В период написания системы в ВЦ СО АН СССР существовало еще два независимо разработанных комплекса. При их проектировании перечисленные обстоятельства не учитывались и доводка оказалась для авторов непосильной (или, может быть, неинтересной), во всяком случае в состав стандартного обеспечения эти комплексы не вошли.

Состав конкретного комплекса сейчас, видимо, можно считать устоявшимся: комплексы системы во многом совпадают по составу с последними иностранными и отечественными разработками подобного рода, а в литературе 1969 года такого единства не было.

Подпрограммы типичного комплекса можно представить в виде нескольких вложенных слоев, самый внутренний из которых охватывает прибор^{*)}). Процедуры этого слоя генерируют и осуществляют команды самого прибора (отработка движений, подъем, опускание и смена пера и пр.).

Следующий слой составляет минимальный набор, позволяющий работать с прибором уже без знания его конструкции. Сюда входит подпрограмма, выделяющая область для работы и настраивающая прибор, подпрограмма, задающая систему координат в этой области и, наконец, подпрограмма, соединяющая прямой две заданные точки. Одна из этих подпрограмм контролирует вывод пера за пределы отведенной области.

Ограничившись этим, можно получить работоспособный мини-комплекс, но, как правило, включаются также процедуры изображения символов, введения новых координат и вычерчивания набора стандартных фигур (круг, многоугольники и пр.).

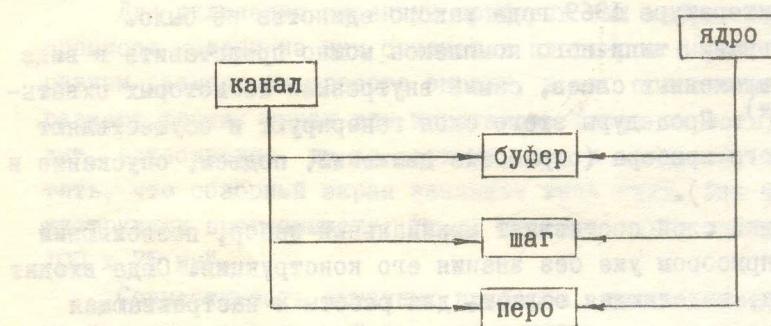
Этого набора уже вполне достаточно для конструирования более сложных форматов (изолиний, графиков и т.д.), состав ко-

^{*)} Для более полного понимания дальнейшего полезно знакомство с инструктивными материалами по системе ГИ. Абсолютно необходимым оно не является.

торых зависит от области применения и достаточно разнообразен. В нашей системе сюда входят процедуры вычерчивания графиков, изолиний, векторных полей, линий тока и перспективного изображения рельефа поверхностей.

Наибольшие неприятности при реализации единой системы доставляет необходимость сочетать весьма разнообразные приборы (в описываемой системе - три модели плоттеров, фотопостроитель и дисплей*), причем часть приборов работает в двух режимах - ON-LINE и OFF-LINE).

При разработке системы в ряде случаев необходимо было абсолютная программная совместимость из-за сложившейся практики отладка на М-220 - счет на БЭСМ-6 (в языках АЛЬФА и АЛЬГИБР). Отладочные рисунки при этом получаются на рулонном плоттере, а счетные на планшетном плоттере или на фотопостроителе. Механизмы адаптации системы к прибору можно представить следующей схемой



Идентификаторы буфер, шаг и перо - называния процедур самого внутреннего слоя комплексов системы. Они вбирают в себя всю специфику данного прибора, метода его подключения и желаемого режима работы. Настойка их производится процедурой канал, обращение к которой может, в принципе, отсутствовать. В этом случае внутренний слой автоматически настраивается на фиксированный прибор данного соединения (в случае БЭСМ-6 - рулонный плоттер, режим OFF-LINE).

*) В момент написания - в процессе подключения к системе.

Действия процедур буфер, шаг и перо, естественно, зависят от прибора и режима его работы. В какой-то степени (весьма незначительной), эти процедуры можно считать языком описания прибора, семантика которого описана в инструкции. Процедура перо, например, управляет сменой перьев для плоттеров или интенсивностью луча для фотопостроителя и дисплея. Функции буфера в режиме ON-LINE - отработка, а для режима OFF-LINE - запись на ленту управляющих слов данного прибора. В целях программной совместимости применяется имитация действий сложных моделей в тех вариантах, где работают более простые. Иногда такое действие производится совместными усилиями программы и оператора (например, смена перьев), а в большинстве случаев просто игнорируется, но никогда не считается ошибкой. Это позволяет, при необходимости, не изменяя программы, пропускать ее на другой машине, если к ней подсоединен хоть какой-нибудь прибор. Такая транспортабельность весьма удобна для вычислительного центра.

Благодаря такой адаптации, ядро всегда работает с неким абстрактным устройством графического вывода, которое является, в некотором смысле, "общим знаменателем" всех используемых системой приборов.

Выбор такого знаменателя зависит, естественно, от имеющейся или предполагаемой технической базы системы и, в свою очередь, существенно влияет на процедуры ядра. Приборы одной группы довольно просто стыкуются друг с другом, несколько сложнее объединение экранных приборов с плоттерами, но для дисплеев координатного типа такой союз тоже достаточно естественен. Что же касается устройств растрового типа (растровые дисплеи, графопостроители фототелеграфного типа и АЦПУ), то их, пожалуй, не удалось бы включить в систему без коренной переделки ядра, что привело бы к другой системе, или без огромных затрат памяти (около 20 листов) на поле для растра.

В нашем случае абстрактный прибор представляет собой воображаемый планшет бесконечных размеров, по которому фиксированными шагами передвигается "перо". Движение происходит по одному из восьми направлений, число "перьев" не ограничено. Кроме того, условный прибор может работать с различным "шагом". Изменяя, если нужно, смысл понятий "перо" и "шаг" и вводя количественные ограничения, можно отождествить его с любым из упо-

минавшихся реальных устройств.

Единственный спорный вопрос здесь - согласовка единиц измерения рабочих полей экранных приборов и плоттеров. Поля экранных приборов указываются обычно числом точек, которые можно вывести на экране. Естественной единицей измерения плоттерного поля является шаг. Можно было бы, конечно, считая точку "шагом" абстрактного прибора, ориентировать ядро на работу в шагах. При этом на пользователя автоматически перекладывается задача преобразования этих единиц в более привычные, а при работе с несколькими приборами - программное масштабирование, так как шаг у приборов разный.

Ядро нашей системы работает в миллиметрах, что, конечно, привычнее для человека и допускает взаимозаменяемость приборов. Программист может, разумеется, ввести свою масштабную единицу, или вообще сменить систему координат, но в любом случае работа ядра от прибора не зависит.

Для включения экранных приборов был избран следующий компромисс: каждый из них считается плоттером с рабочим полем, равным размеру смотрового экрана, и шаг его считается равным размеру точки. Экран для кинокамеры (если он есть) воспроизводит, естественно, ту же картину, что и обзорный, и можно считать, что обзорный экран занимает весь кадр. Так и пишется в инструкции программисту: "кадр соответствует листу размером 100 x 75 мм".

Совместимость экранных приборов, таким образом, тоже возможна, если заказанный формат листа не превышает максимального для данного прибора.

Поскольку некоторые количественные характеристики приборов (максимальный формат, число перьев, шаг прибора) влияют на работу процедур ядра, его, к сожалению, не удалось сделать абсолютно независимым от прибора. Информация передается в ядро из канала с помощью специальной процедуры связи, реализация которой для некоторых трансляторов была весьма затруднительной.

Такова, в общих чертах, идеология системы, конкретные варианты которой сейчас работают на трех типах ЭВМ (БЭСМ-6, М-220, МИНСК-22) в шести алгоритмических и двух машинных языках.

Возможно, это выглядит несколько громоздко по сравнению с отдельно разработанным конкретным комплексом, или производит

впечатление не слишком эффективного механизма, но позволило, однако, достичь следующего:

- а) транспортабельности задач;
- б) легкого включения в систему и доведения до пользователя новых приборов добавочной информации;
- в) возможности оперативно следовать за модернизацией и заменой технической базы;
- г) в сравнительно короткий срок включить конкретные комплексы во все эксплуатируемые в ВЦ системы программирования;
- д) без особых усилий установить систему в ряде других организаций.

Легкость адаптации (ядро ни разу не изменялось), несомненно, способствовала коммерческому успеху системы.

Осуществимость всего этого без жесткой унификации комплексов представляется весьма сомнительной.

По поводу эффективности можно сказать следующее: реализованные сейчас языковые комплексы вполне сопоставимы с ГРАФОРОМ [2] по техническим показателям; после их замены стандартными программами, снабженными механизмами связи с программами на алгоритмических языках языках, одиночный комплекс на алгоритмическом языке будет, несомненно, гораздо менее эффективен.

Написание пары таких СП по алгоритмам ядра, несомненно, менее трудоемко, чем изготовление серии одиночных комплексов.

Реализацию системы удалось произвести фактически без отклонений, было сделано лишь два исключения. Первое разрешает процедуре вывода текста [1] задавать фактический параметр строкой, если это возможно в данном языке (иначе он задается именем и индексами массива). Второе относится к ТА-1, где написание идентификаторов процедур подчинено стандартам, распространить которые на остальные языки мы не решились.

При этом, разумеется, возникло немало технических сложностей и наиболее интересные здесь описаны. Ввиду того, что система представляет собой динамическую конструкцию, до сих пор находившуюся в непрерывном развитии^{*)}, многое выглядит неестественно без истории и перспективы. Поэтому описание из-

^{*)} Сейчас, правда, появились надежды на стабилизацию технической базы и, соответственно, системы.

бранных деталей совмещено с краткой хроникой развития системы. Первый комплекс обслуживал вариант БЭСМ-6 - АЛЬГИБР с планшетным плоттером. Состав его и функции процедур были взяты из рекламного проспекта фирмы-изготовителя плоттеров (BENSON). В работе он, несмотря на прекрасные attestации, оказался неудобным. Возможно, впрочем, что это было следствием неверного толкования французского текста. Так или иначе, непригодность его к эксплуатации сомнений у разработчиков (и у пользователей) не вызывала, и комплекс был "изъят из обращения". Взамен у авторов осталось ясное понимание того, как не следует делать подобные вещи и некоторые позитивные идеи по поводу желаемого состава комплекса, а также кое-какие представления о трудоемкости доводки.

Ситуация осложнялась явной тенденцией технической базы к расширению ассортимента: был куплен еще один плоттер, на этот раз рулонный, и начаты переговоры о закупке других устройств.

Кроме того, интерес пользователей к приборам позволял с достаточной точностью предсказать заказы на их использование во всех эксплуатируемых системах программирования.

В такой обстановке и были разработаны основные принципы системы с упором на максимальную универсальность и легкость адаптации.

Первым реализованным вариантом ее был АЛЬФА-комплекс для М-220. К машине был подключен рулонный плоттер. Как потом выяснилось, этот вариант оказался и самым сложным во всех отношениях.

Во-первых, комплекс в полном объеме долго не удавалось согласовать с возможностями транслятора, да и после удачного завершения этой операции стало ясно, что ни с какой мало-мальски серьезной программой он не пойдет. Желание сохранить верность принципам было, однако, столь велико, что породило решение разбить комплекс на две части. Первая, включаемая в программу пользователя, представляет собой набор "фиктивных" процедур, которые записывают свои параметры в массив связи. По его заполнении (или в конце работы с комплексами) программа пользователя записывается на МБ, а в МОЗУ вызывается с МБ программа-разрисовщик, реализующая обращения к настоящим процедурам с параметрами, взятыми из массива связи. В процессе счета программы циклически меняются местами.

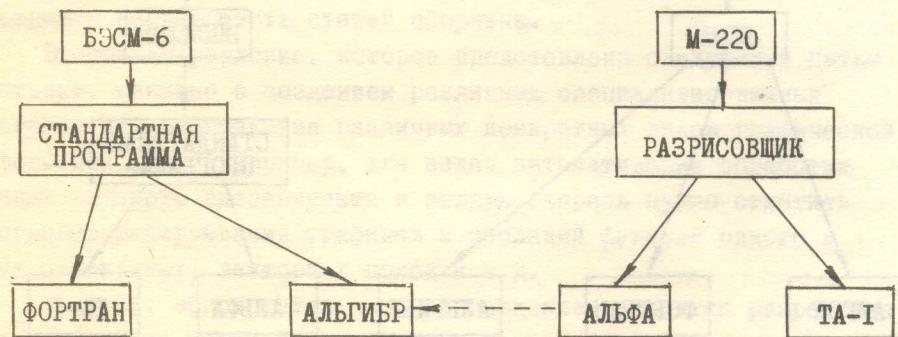
И без того непростой механизм (в АЛЬФА работа с командами 50-70 требует большой осторожности) осложняется необходимостью (по требованию) сообщить программе пользователя координаты положения пера.

Поскольку массив связи в это время, естественно, еще не обработан, "службу наблюдения" за пером пришлось включить в "фиктивные" процедуры.

Как ни странно, механизм этот неплохо проявил себя в эксплуатации. Время работы возросло незначительно, ибо подключение к машине было исполнено так, что очень трудно совмещать счет и управление ГП (программная задержка), и таких попыток даже не делалось.

От пользователя все эти трюки, разумеется, скрыты, и он, употребляя процедуру, может считать их включенными, как обычно, в свою программу. Нагрузка на транслятор от фиктивного комплекса вполне терпима.

Во время этих перипетий с АЛЬФА - М-220 стало ясно, что АЛЬГИБР тоже не пропустит комплекс со средней программой, и было решено для БЭСМ-6 написать стандартную программу, полностью подчиненную, естественно, той же идеологии, что и комплекс. После ее изготовления и стыковки с АЛЬГИБРОМ возник первый, базовый вариант системы.

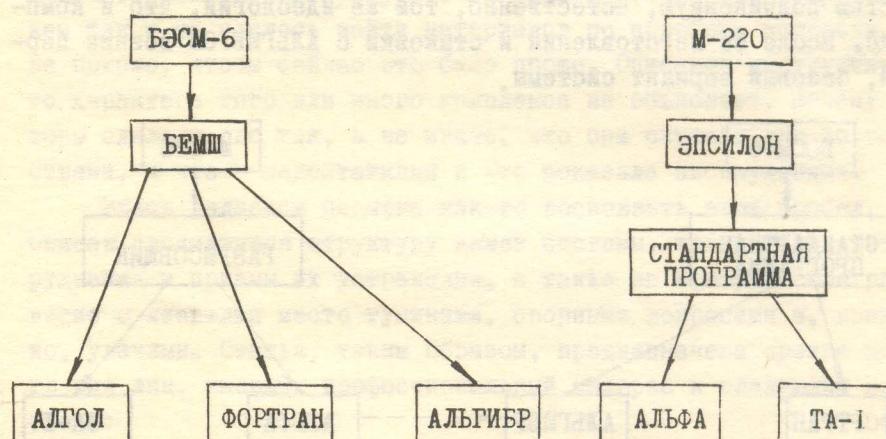


Далее началась экспансия в системы программирования на базе СП в БЭСМ-6 и программы-разрисовщика в М-220 и стал прорисовываться перспективный вариант: содержательно совпадающие стандартные программы в БСП М-220 и БЭСМ-6, а в библиотеках трансляторов - только процедуры стыковки.

Но начавшиеся в это время изменения технической базы БЭСМ-6 (подключение новых приборов и перевод старых на OFF-LINE) сразу обнаружили слабое место этого проекта: изменения в СП вносились слишком медленно. Поэтому для АЛЬГИБРА был поставлен режим ON-LINE, а комплекс АЛГОЛ-БЭСМ был избран (по причине легкости изменений) лидером и изменялся синхронно с изменениями техники.

Стандартную же программу было решено заменить сравнительно просто изменяемым комплексом БЕМШ, который и был изготовлен, в свою очередь, "по образу и подобию" модернизированного АЛГОЛ-БЭСМ.

Для М-220, ввиду теперешней и прогнозируемой стабильности технической базы, в то же время разрабатывалась стандартная программа (тоже по общей идеологии). В ВЦ СО АН на М-220 автород не эксплуатируется, поэтому в качестве промежуточной базы (аналогичной БЕМШу на БЭСМ-6) был выбран язык ЭПСИЛОН. По завершении отладки комплексов БЕМШ и ЭПСИЛОН система займет свое второе стабильное состояние, более рациональное и устойчивое к изменениям, чем первое.



Изменения и дополнения в дальнейшем смогут "просачиваться" через комплексы БЕМШ и ЭПСИЛОН во все эксплуатируемые системы безболезненно и достаточно оперативно.

Возвращаясь к мысли о преимуществах централизованного подхода, хочу в заключение отметить, что в процессе всех этих

переделок и добавлений технической базы и, соответственно, приспособления к ним программного хозяйства, не потребовалось никаких изменений или добавлений в ранее написанные программы абонентов системы, никаких перерывов в пропуске задач (исключая случаи поломки устройств); и инструктивные материалы, написанные к первому этапу, полностью сохраняют свою силу и лишь пополняются описаниями новых устройств и их возможностей.

Что касается алгоритмов отдельных процедур комплекса (имеется в виду первый уровень), то большинство из них достаточно очевидно и интереса не представляет.

В процедуре проведения прямых есть одно довольно спорное место: как правило, пользователю отводится ограниченная область, и попытка выйти за ее пределы является, вообще говоря, ошибкой. Ясно, что блокировать такой выход остановом - означает затягивать отладку. Продолжать же рисунок можно по-разному: например, программа, соединяющая по порядку номеров точки 1, 2, 3, 4, 5, дает в нашей системе следующий рисунок:

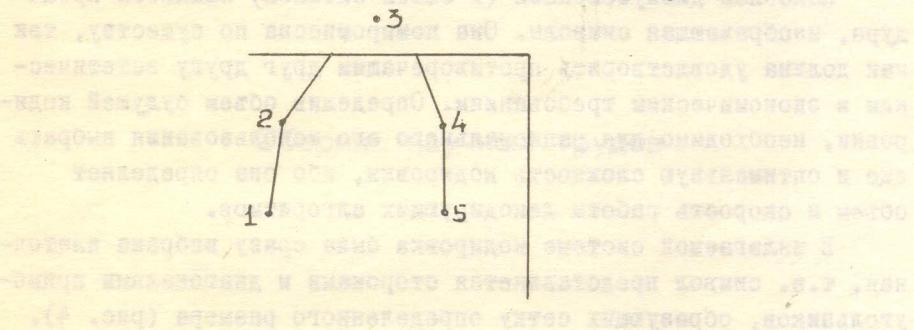


Рис. I

Участок линии, выходящий за пределы области, просто не чертится. Это добавляет, однако, довольно объемистый блок в упомянутую процедуру. Простые алгоритмы блокировки смогут вообще не чертить "кriminalные" линии или автоматически уменьшать значения координат "зарубежных" точек, стягивая их на границу области. Результаты их применения к приведенному примеру изображены на рисунках 2 и 3.

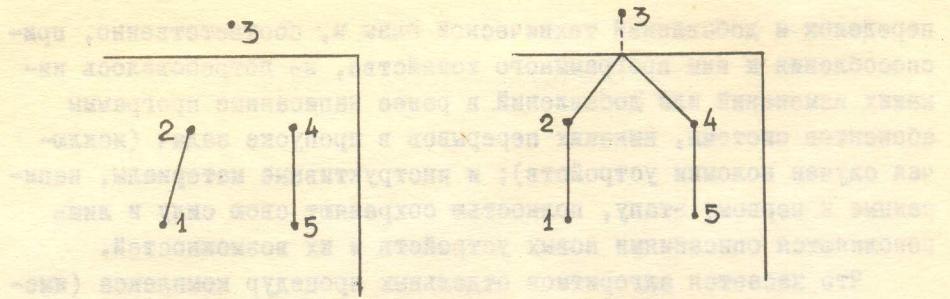


Рис. 2 Рис. 3

Принятый в системе вариант представляется ее авторам наиболее информативным, что очень важно для отладки и, видимо, компенсирует наличие добавочного блока. Этот вариант обладает еще тем преимуществом, что можно, не меняя программы, а увеличив лишь масштаб, получить увеличенный чертеж части изображения.

Наиболее дискуссионной (и самой сложной) является процедура, изображающая символы. Она компромиссна по существу, так как должна удовлетворять противоречащим друг другу эстетическим и экономическим требованиям. Определив объем будущей кодировки, необходимо для рационального его использования выбрать еще и оптимальную сложность кодировки, ибо она определяет объем и скорость работы декодирующих алгоритмов.

В излагаемой системе кодировка была сразу выбрана клеточная, т.е. символ представляется сторонами и диагоналями прямоугольников, образующих сетку определенного размера (рис. 4).

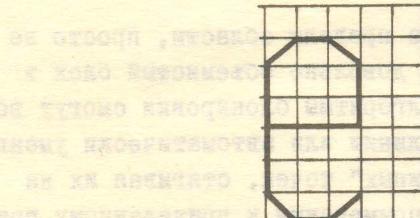


Рис. 4

Язык же, используемый для записи таких картинок, в первое время представлял собой набор довольно сложных конструкций,

подобных изображенной на рис. 5, задаваемых номерами. Некото-

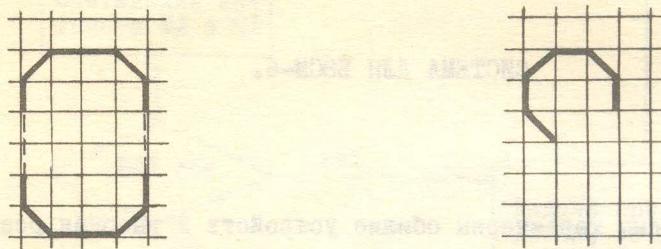


Рис. 5

рые из них имели участки переменной длины, которая тоже указывалась. Несмотря на краткость этого языка (описание любой буквы помещалось в ячейку М-220 при хороших эстетических показателях), сложность отладки декодирующих алгоритмов при переписи на другие языки приводила к постепенному его упрощению, и сейчас он состоит из довольно простых конструкций. Незначительное увеличение объема кодировки сопровождается существенным уменьшением объема декодирующих алгоритмов. Вообще говоря, выбор оптимума здесь осложняется неравнозначностью памяти, занимаемой декодерами и кодировкой. В большинстве систем программирования кодировка не "вписывается" в текст алгоритма и хранится в служебной внешней памяти, ресурсы которой очень ограничены. Автокоды в этом отношении имеют преимущество. Алгоритмы процедур второго уровня содержат, пожалуй, больше любопытных мест, но они подробно описаны в других статьях этого сборника.

ЛИТЕРАТУРА

1. Математическое обеспечение графопостроителей (I уровень).

Под ред. Куртукова А.Я. ВЦ СО АН СССР, 1971.

2. Баяковский Ю.М., Михайлова Т.Н., Мишакова С.Т. ГРАФОР:

комплекс графических программ на ФОРТРАНе. ИПМ
АН СССР, 1972.

А.Я.КУРТУКОВ, С.В.ГОРИН, В.И.ДВОРЖЕЦ, В.А.ДЕБЕЛОВ

СИСТЕМА ДЛЯ БЭСМ-6.

Для системы характерны обилие устройств и высокая реактивность на изменения технической базы. История развития системы описана в статье "Математическое обеспечение для задач с графическим выводом" данного сборника. Там же описываются технология изготовления БЭМШ - варианта и процедура б у ф е р , которая, в основном, и содержит специфику вариантов для разных приборов.

Основой системы является вариант БЭМШ, оформленный в виде СП. Это позволяет, при переходе к любой новой системе программирования, писать только фиктивные процедуры комплекса, все функции которых заключаются в пересылке параметров и обращениях к этой СП.

Технология изготовления СП представляет некоторый интерес. Каждая отдельная процедура, выполняющая определенную часть операций, была написана в виде отдельного модуля БЭМШ. Эти модули затем сшивались в общую программу. При этом вся связь с конкретной системой привязки к ЭВМ производится модулем б у ф е р . Остальные модули выполняют внутренние работы и передают информацию в б у ф е р . Таким образом, при смене системы привязки заменяется только б у ф е р , а при добавлении новых графических устройств (например, дисплея) изменяются только некоторые модули.

СП находится в стадии доводки.

Подпрограмму б у ф е р можно считать, в сущности, тем абстрактным прибором, с которым работает ядро системы. Сложность его зависит от разницы между абстрактными и обслуживающими прибором. Для М-220 с одним плоттером, подключенным "напрямую", это несложно.

В варианте БЭСМ-6 картина существенно сложнее. Кроме того что число обслуживаемых приборов возросло, существенно усложнился принцип обмена информацией с ними.

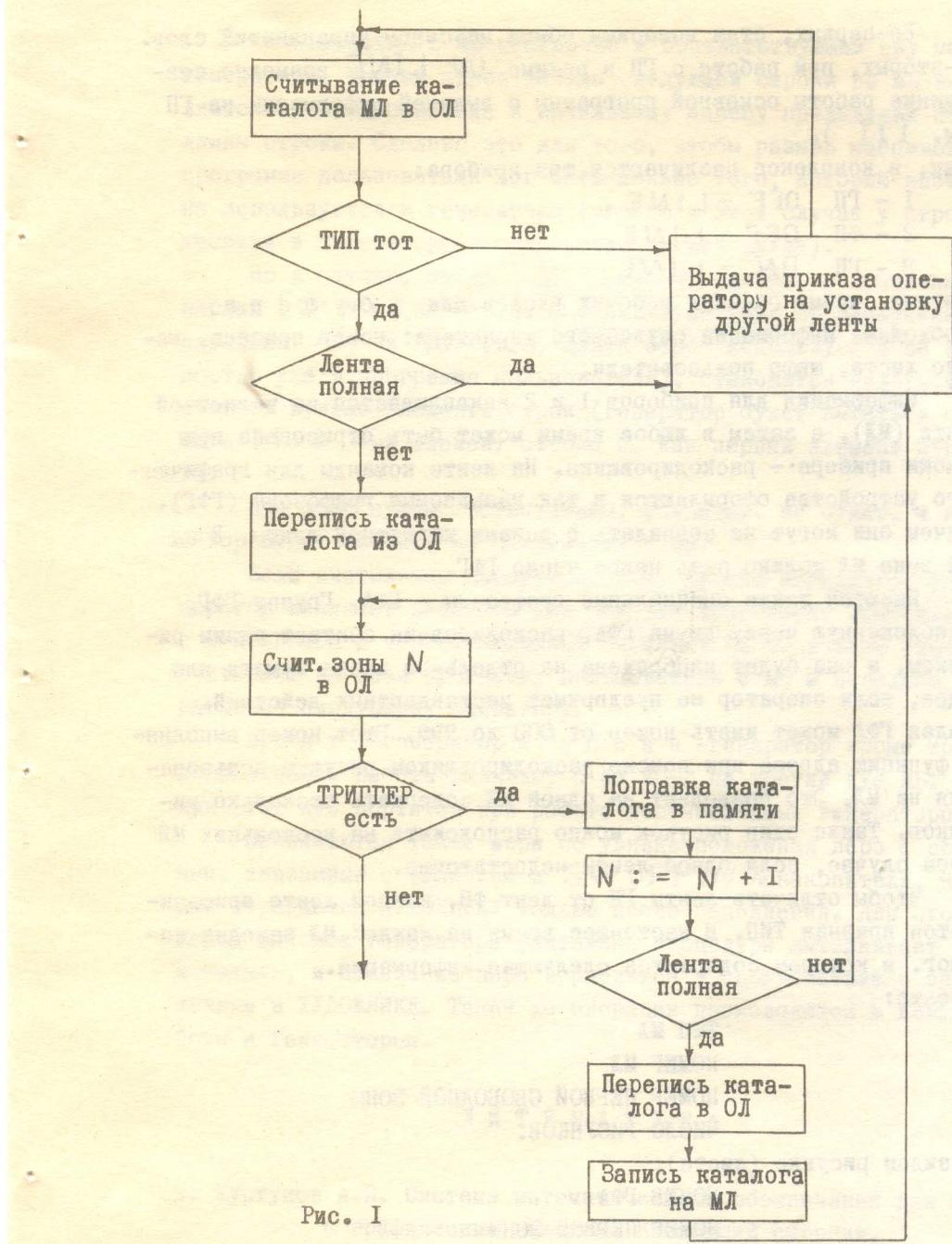


Рис. I

Здесь ОЛ - лист, зарезервированный для обмена с МЛ, N - номер первой свободной зоны ленты.

Во-первых, стал возможен обмен массивом управляющих слов. Во-вторых, при работе с ГП в режиме **ON-LINE** возможно совмещение работы основной программы с выдачей информации на ГП (см. [1]).

Итак, в комплексе различаются три прибора:

1 - ГП **OFF-LINE**,

2 - ФП **OFF-LINE**,

3 - ГП **ON-LINE**.

Поэтому, кроме обычных рабочих входов для буфера, необходима информация служебного характера: номер прибора, начало листа, шифр пользователя.

Информация для приборов 1 и 2 накапливается на магнитной ленте (МЛ), а затем в любое время может быть отрисована при помощи прибора - раскодировщика. На ленте команды для графического устройства оформляются в так называемые графозоны (ГФГ). Причем они могут не совпадать с зонами магнитной ленты. В одной зоне МЛ должно быть целое число ГФГ.

Имеются также специальные графозоны - ГФА. Группу ГФГ, расположенную между двумя ГФА, раскодировщик считает одним рисунком, и она будет изображена на отдельном листе бумаги или кадре, если оператор не предпримет нестандартных действий. Каждая ГФА может иметь номер от 000 до 999. Этот номер выполняет функцию адреса при поиске раскодировщиком рисунка пользователя на МЛ. Это позволяет на одной МЛ содержать несколько рисунков. Также один рисунок можно расположить на нескольких МЛ в том случае, если одной ленты недостаточно.

Чтобы отличать ленты ГП от лент ФП, каждой ленте присваивается признак ТИП. В настоящее время на каждой МЛ заведен каталог, в котором содержится следующая информация.

О ленте:

ТИП МЛ

НОМЕР МЛ

НОМЕР ПЕРВОЙ СВОБОДНОЙ ЗОНЫ

ЧИСЛО РИСУНКОВ.

О каждом рисунке (листе):

НОМЕР ГФА

НОМЕР ПЕРВОЙ ЗОНЫ

ШИФР ПОЛЬЗОВАТЕЛЯ

зход (Е17-это) вдвоем (10) вдвоем тоже вынимают откуда
состоит из зон с различными описаниями и
ПРИЗНАК.

По признаку можно определить, записан ли лист на данную ленту
полностью или это его начало, продолжение, конец.

В каждой зоне МЛ, кроме графической информации, содержится
служебная. Она полностью дублирует данные о рисунке, запи-
саные в каталоге, и плюс еще ТРИГГЕР. ТРИГГЕР просто конста-
тирует факт, что зона уже занята.

Работа буфера при первом обращении к незнакомой
МЛ поясняется блок-схемой на рис. 1.

После того как лента будет "открыта", буфер зани-
мается лишь оформлением зон в памяти и записью их на МЛ.

В системе БЭСМ-АЛГОЛ буфер оформлен процедурой,
большую часть которой составляют блоки, написанные на автокоде.
Каждый такой блок выполняет определенную функцию. Напри-
мер, первое обращение к ленте, последнее обращение к ленте,
перепись каталога из обменного листа в отведенное место памяти
и т.п. Часть, написанная на АЛГОЛе, просто определяет для каж-
дой ситуации порядок выполнения этих мелких подпрограмм. Рас-
пределение памяти буфера показано на рис. 2.

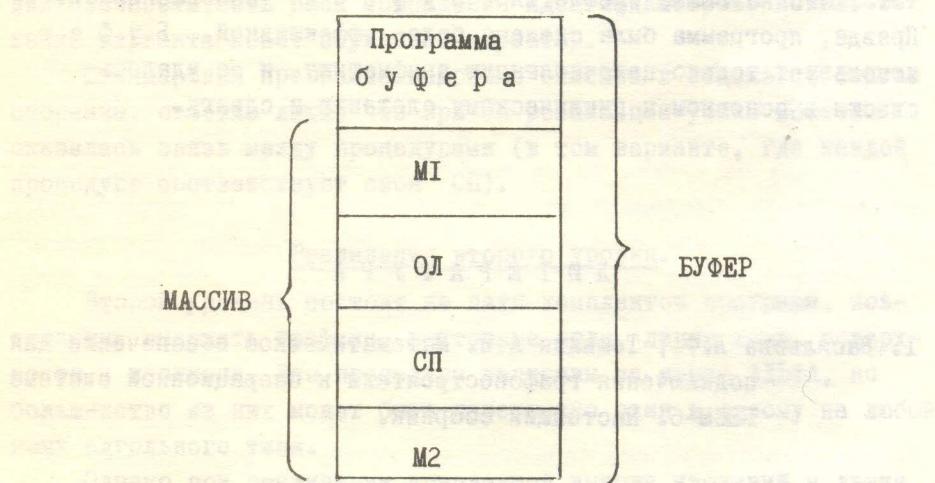


Рис. 2 Было принято решение полу-
чить следующие различные отрывочные изображения-программы-типори-
автокодный массив имеет длину 3072₁₀ слов. Это было вызвано

тем, что обменный лист для МЛ (ОЛ) и СП 64 (см. [1]) должны располагаться с начала листа памяти. Так как транслятор может поместить буфер практически с любого места, то необходимо к этим двум листам добавить 1024 - 1 слово. Тогда было решено отвести 1024 слова, а полученные массивы M1 и M2 (см. рис. 2) использовать для хранения каталога МЛ.

При работе с ГП в режиме **ON-LINE** (прибор 3) на место СП 64 вызывается СП 60 (см. [1]). Она может работать параллельно с вызывающей ее программой. В этом случае ОЛ, M1 и M2 используются для работы "качалки". То есть, в то время, когда СП 60 выводит информацию, накопленную в ОЛ на графопостроитель, буфер записывает поступающие к нему данные в СКЛАД - массивы M1 и M2. После их заполнения идет перепись в ОЛ и снова обращение к СП 60 на разрисовку. Для задач, имеющих заметное время вычисления рисунка, это сокращает время нахождения в МОЗУ.

При работе с комплексом пользователь может обращаться последовательно ко всем трем приборам. В этом случае буфер обеспечивает окончание работы предыдущего прибора и переключается на новый, вызывая, если это необходимо, нужную СП, и делает настройку необходимых подпрограмм. Следует отметить, что на БЕМШе идеология буфера не изменилась. Правда, программа была сделана более эффективной. Буфер использует только целочисленную арифметику, и ее удалось свести в основном к циклическому сложению и сдвигу.

ЛИТЕРАТУРА

1. Васильева Л.Ф., Томилин А.Н. Математическое обеспечение для быстрого подключения графопостроителя к операционной системе БЭСМ-6. Настоящий сборник.

2. Определение языка программирования на языке БЭСМ-6. Настоящий сборник.

Б.И.ДВОРЖЕЦ, А.Я.КУРТУКОВ
СИСТЕМА ДЛЯ М-220.

Специфика варианта М-220 связана в первую очередь с малой памятью машины и низкой пропускной способностью АЛЬФА-транслятора, с которым работает подавляющее число задач. Уже при реализации первого уровня это вызвало существенные затруднения и потребовало введения специального механизма совмещения для его разгрузки. Включение второго уровня оказалось еще более сложным. Ниже подробно описываются примененные при этом приемы.

Согласование с ТА-1 особых затруднений не вызвало, если не считать того, что включение в библиотеку потребовало замены принятых в системе идентификаторов процедур.

В ЭПСИЛОН, не имеющий развитой арифметики, был включен "ценочисленный вариант" системы. Так как этот язык не имеет механизма для включения стандартных процедур и, ввиду отсутствия блочности, есть риск совпадения идентификаторов, использование варианта носит служебный характер.

Стандартная программа подробно описана в отдельной статье сборника, отметим лишь, что при ее реализации узким местом оказалась связь между процедурами (в том варианте, где каждой процедуре соответствует своя СП).

Реализация второго уровня.

Второй уровень состоит из пяти комплектов программ, позволяющих выводить графики, векторные поля, линии тока, поверхности и изолинии. Все процедуры написаны на языке АЛЬФА, но большинство из них может быть переписано один к одному на любой язык алгольного типа.

Однако при реализации комплектов вывода изолиний и линий тока возникают трудные проблемы при распределении памяти для интерполирующих процедур. Поэтому было принято решение получить специальные автономно оттранслированные программы-генера-

торы для четырех процедур (кинт, линт, токин, толин). При этом соответствующие АЛЬФА-процедуры вырождаются в фиктивные, которые только пересыпают свои фактические параметры в генераторы. Общая схема пересылки одинакова для всех перечисленных процедур.

Рассмотрим подробнее механизм обмена. В фиктивных процедурах описан массив ТРАНЗИТ, в ячейки которого засыпаются параметры процедуры или их адреса. Вещественный параметр засыпается в отведенную ему ячейку массива ТРАНЗИТ обычным оператором присваивания, а целый - машинной командой (чтобы не допустить перевода).

Для массивов адрес первого элемента засыпается во второй адрес соответствующей ячейки ТРАНЗИТА. Кроме того, подсчитывается контрольная сумма всех передаваемых массивов и засыпается в специальную ячейку ТРАНЗИТА. Наконец, подсчитывается контрольная сумма массива ТРАНЗИТ и засыпается в его последнюю ячейку. После этого оперативная память переписывается на нулевой куб МБ, а в ячейки 0020-3777 МОЗУ считывается с МЛ соответствующий генератор. Через 13-ую ячейку он получает адрес массива ТРАНЗИТ на МБ и считывает его в память. Происходит засылка параметров и считывание с МБ массивов, адреса которых указаны в ТРАНЗИТЕ. При этом ведется обычный контроль по операции циклического сложения.

На этом уровне уже видно, что рассматриваемый механизм накладывает некоторые ограничения на параметры - массивы.

1. Поскольку генератор в памяти распоряжается единолично, а ИС-2 ему не нужна, то он использует также ее место для записи массивов. Следовательно, массивы в генераторе могут иметь описания с целыми константами в границах индексов. Это устанавливает жесткие рамки на их размеры. Однако, так как в генераторе нет ничего лишнего и он использует всю память, то, в целом, получается значительный выигрыш по сравнению с работой без генератора.

2. Описание двумерных массивов-параметров должны в точности соответствовать передаваемым длинам по измерениям. Это ограничение связано с принятым алгоритмом считывания с МБ двумерных массивов. Рассмотрим его на примере. В процедуре линт описан массив $Z[0:N, 0:M]$, а M и N являются также параметрами процедуры и передаются в ТРАНЗИТ,

Z считывается с МБ построчно в соответствующий ему массив генератора, причем адрес начала следующей строки на МБ вычисляется путем добавления к начальному адресу предыдущей строки длины строки. Сделано это для того, чтобы размер массивов в программе пользователя мог быть меньше того, который постоянно используется в генераторе (просто в этом случае у строк массива в генераторе используется не вся длина).

Но в случае, когда Z описан, скажем, с граничными парами $[0:N+1, 0:M+3]$, а в качестве длин по измерениям переданы N и M (т.е. длина строк используется не полностью уже в программе пользователя), становится невозможным считать нужные элементы строк (генератор будет пытаться считать $M+1$ -ый элемент строки 0, как первый элемент строки 1).

При этом сумма, естественно, совпадать не будет, и генератор будет циклить на считывании с МБ.

Если считывание параметров с МБ прошло нормально, то генератор начинает работать как обычная программа: обменивается с ХУДОЖНИКОМ и чертит заданный рисунок. По окончании работы он считывает на себя программу пользователя с МБ и передает управление следующему оператору.

К и н т -генератор и т о к и н -генератор кроме того по окончании работы вызывают с МЛ ИС-2 на третий куб МБ, так как этот куб портится при работе перечисленных генераторов.

Принимаются также меры по увязке положения пера с реальным, связанные с наличием в SWOPPINGе накопителя, который передается ХУДОЖНИКУ только после заполнения. Для этого перед вызовом генератора фиктивная процедура выталкивает накопитель, и положение пера приводится в соответствие с запомненным в ХУДОЖНИКЕ. Такая же операция производится в конце работы и генератором.

ЛИТЕРАТУРА

1. Куртуков А.Я. Система математического обеспечения для задач с графическим выводом. Настоящий сборник.
2. Дворжец В.И. Процедуры вычерчивания изолиний. Настоящий сборник.

Е.В.ВИШНЕВСКИЙ, А.М.ВОЛОДЮКОВ, А.В.ЛУКИНЦОВ

СТАНДАРТНАЯ ПРОГРАММА ДЛЯ ВЫВОДА ГРАФИЧЕСКОЙ
ИНФОРМАЦИИ НА ПЛОТТЕР.

В ЛМО ВЦ СО АН СССР был создан комплекс процедур для вывода графической информации, написанный на языке АЛЬФА. Комплекс был написан таким образом, чтобы он мог быть легко реализован на машинах любого класса во всех системах программирования. Однако при всех очевидных преимуществах системы комплекса (блочность структуры, удобство в работе, универсальность) следует отметить, что конкретная реализация его на языке АЛЬФА для машин типа М-20 связана с серьезными трудностями: непосредственная трансляция программ, использующих комплекс, приводит к большим потерям машинного времени, уменьшает возможности пользователя транслятора (накладывает ограничение на количество процедур), сокращает объем памяти, доступный пользователю.

Поэтому следующим шагом в работе над математическим обеспечением плоттеров явилось создание варианта ГЕНЕРАТОР-ХУДОЖНИК [1]. Система ГЕНЕРАТОР-ХУДОЖНИК, существенно более экономно расходующая машинное время и оперативную память, вместе с тем сохранила серьезный недостаток комплекса АЛЬФА-процедур — ограничение на количество процедур, которыми пользователь может оперировать в своей работе. (Следует заметить, что этот недостаток целиком определяется низкой пропускной способностью АЛЬФА-транслятора). Кроме того, хотя время трансляции в варианте ГЕНЕРАТОР-ХУДОЖНИК значительно снизилось, зато возросло время работы оттранслированной программы за счет постоянных обменов с магнитными барабанами. Далее, разгрузив оперативную память машины, пришлось существенно загрузить память внешнюю (в варианте ГЕНЕРАТОР-ХУДОЖНИК полностью занято 2 х 4096 слов на магнитных барабанах). Намного труднее стала и отладка программ пользователя [1].

СП ГП (стандартная программа ГРАФОПОСТРОИТЕЛЬ — программа для вывода графической информации на плоттер) является конкретной реализацией комплекса для машин типа М-20, свободной

от многих перечисленных выше недостатков.

Написание СП ГП в машинных кодах - очень громоздкая задача, требующая больших усилий как для непосредственного написания программы, так и для ее отладки. Поэтому была испробована и оказалась эффективной следующая технология: вначале программа была написана и отлажена на языке ЭПСИЛОН, поскольку она практически не отличалась по объему памяти от программы, написанной вручную, но потребовала значительно меньшего количества технической работы. Кроме того, язык ЭПСИЛОН позволяет расположить рабочую программу с любого места в оперативной памяти машины, что является существенным при оформлении программы как стандартной и включении ее в ИС-2. После отладки программа была откорректирована и полностью записана в машинных кодах.

Специфика машинной графики на современном уровне (отсутствие обратной связи машины с плоттером) требует присутствия в СП следящей системы. Следящая система всей программы находится в процедура т р а ("трасса"). (Куски СП, аналогичные соответствующим АЛЬФА-процедурам, будем для удобства также называть "процедурами"). В связи с необходимостью присутствия в СП следящей системы возникают проблемы, связанные с компоновкой и структурой СП. Рациональней всего было бы, разумеется, создать по аналогии с комплексом АЛЬФА-процедур комплекс стандартных программ, к каждой из которых можно было бы обращаться в случае необходимости. Это упростило бы пользователю работу с комплексом, сэкономило бы машинное время и оперативную память. Однако, поскольку в процессе работы необходимо каждый раз все стандартные программы комплекса ставить в соответствие со стандартной программой т р а , или, другими словами, одна СП должна управлять целым комплексом СП, это связано с определенными трудностями в работе ИС-2. Кроме того, количество СП, которые могут помещать в ИС-2, ограничено, и 15 дополнительных СП (а именно столько процедур первого уровня имеется в математическом обеспечении плоттера, написанном на АЛЬФА-языке) лягут на ИС-2 тяжким грузом. Поэтому вначале СП ГП была написана нами в "монолитном" варианте. То есть, это была единая стандартная программа с одним входом и одним выходом. Впоследствии, однако, необходимость экономить машинное время и оперативную память пользователя заставили нас создать по аналогии с комплексом АЛЬФА-процедур комплекс СП.

При написании и отладке "монолитной" СП ГП встретилось следующее противоречие. СП, естественно, должна занимать как можно меньше места и работать как можно быстрее, поэтому хотелось бы выполнить ее без разделения на блоки и неавтономные подпрограммы, поскольку такое разделение удлиняет программу и увеличит время ее работы. Однако в процессе работы выяснилось, что если несложные куски СП (аналоги процедурам `ключ`, `шаг`, `перо` и т.п.) довольно просто отладить в "монолитном" варианте, то функционально сложные куски СП (прежде всего такие как `тра` и `символ`) отладить в "монолитном" варианте практически невозможно. И даже если б их все-таки удалось отладить, то внести в них впоследствии какие-либо изменения было бы совершенно немыслимо. Поэтому эти процедуры вначале были написаны как замкнутые ЭПСИЛОН-процедуры, отлажены и затем откорректированы в машинных кодах.

Пожалуй, самой трудной частью работы было создание процедуры `символ`. При ее написании было испробовано несколько вариантов. Вначале геометрический образ каждого символа помещался в отдельную ячейку. Это упрощало его поиск в массиве кодировки символов и, следовательно, уменьшало время работы программы. Но зато объем памяти, в котором находился массив, использовался крайне нерационально: многие символы занимали лишь небольшую часть ячейки, другие же приходилось буквально втискивать в "прокрустово ложе" ячейки, уродуя символ. Затем был предложен другой вариант. Геометрические образы символов были записаны подряд, один за другим, в памяти машины. Они отделялись друг от друга специальным разделителем. Это существенно уменьшило объем памяти, занимаемый массивом кодировки символов, улучшило каллиграфию, но зато существенно увеличило время работы программы. Во многих задачах встречается эта дилемма — что экономить: время или память? Нами было отдано предпочтение экономии памяти, поскольку в этом случае улучшалось также написание символов, которые оказалось возможным максимально приблизить к требованиям чертежного ГОСТа. Очевидно, что в работе над программой максимальное внимание пришлось уделить разработке алгоритма поиска и выборке символа из массива, потому что он во многом определял время работы всей процедуры `символ`.

Для пользователя СП ГП функционально остается той же са-

мой, что и комплекс, написанный на языке АЛЬФА. То же, безусловно, относится и к комплексу стандартных программ. Все отличия СП ГП (системы СП) от комплекса АЛЬФА-процедур связаны лишь со спецификой стандартных программ и системой ИС в целом.

СП ГП (система СП), включенная в интерпретирующую систему, позволяет обращаться к ней на любом языке программирования. Для этого необходимо лишь включить данную СП (систему СП) в библиотеку стандартных программ. В связи с этим отпадает необходимость в написании скриптов для каждого отдельного транслятора. При этом следует помнить, что информацию об СП следует включить не только в ПТХ ИС, но и в соответствующую таблицу СП, используемых транслятором.

Как мы уже упоминали, СП ГП (система СП) содержит в себе следящую систему, поэтому включение таких стандартных программ в ИС-2 связано с некоторыми трудностями. В комплексе АЛЬФА-процедур процедура `к люч` начализовала текущие параметры при своем первом проходе. В "монолитной" СП часть ее, аналогичная процедуре `к люч`, при своем первом проходе закрепляет СП на рабочем поле пользователя. В случае системы СП - стандартная программа `к люч` закрепляет на рабочем поле лишь программу `т ра`. Остальные СП комплекса вызываются по мере необходимости, как обычные СП, и следящая система управляет их работой. Как известно, любая СП в процессе работы программ пользователя может быть затерта при нехватке рабочего поля. "Монолитную" СП ГП затереть нельзя, поскольку она закреплена на рабочем поле. Если же пользователю необходимо затирать СП ГП в процессе работы, он должен сам предусмотреть возможность этого, непременно запомнив предварительно значение следящей системы, и при повторном считывании СП из библиотеки на рабочее поле значение следящей системы восстановить. В случае комплекса стандартных программ все вышесказанное относится к стандартной программе `т ра`. Остальные СП комплекса могут свободно затираться и затем безбоязненно восстанавливаться вновь.

— овую, из отдельных схем и таблиц, включенных в один том, — это общий методистский подход к иллюстрации труда.

ЛИТЕРАТУРА

1. Математическое обеспечение для графопостроителей (I уровень), инструкция по программированию. Под ред. Куртукова А.Я. ВЦ СО АН СССР, 1971.
2. Стандартная программа "Графопостройтель", инструкция пользователю. ВЦ СО АН СССР, 1973.
3. Куртуков А.Я. Система математического обеспечения для задач с графическим выводом. Настоящий сборник.
4. Дворжец В.И., Куртуков А.Я. Система для М-220. Настоящий сборник.

Л.Ф.ВАСИЛЬЕВА, А.Н.ТОМИЛИН

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДЛЯ ПОДКЛЮЧЕНИЯ
ГРАФОПОСТРОИТЕЛЯ К ОПЕРАЦИОННОЙ СИСТЕМЕ БЭСМ-6.

Введение.

Существующие операционные системы электронно-вычислительной машины (ЭВМ) БЭСМ-6 в настоящее время не позволяют без дополнительных разработок подключать нестандартное специализированное внешнее оборудование.

Уже во многих организациях, научно-исследовательских институтах, вычислительных центрах стоит задача подключения такого оборудования к быстродействующим ЭВМ, а именно:

- 1) графопостроители;
- 2) магнитные диски;
- 3) система "Display";
- 4) каналы связи, как с периферийными машинами, находящимися в одной организации, так и с ЭВМ среднего класса - в других городах.

В связи с появлением новых внешних нестандартных устройств возникла проблема их математического обеспечения и подключения его к операционным системам ЭВМ БЭСМ-6.

Эту проблему предлагается решить через создание комплекса служебных программ, обслуживающих работу дополнительных специализированных внешних устройств. За метод подключения этого комплекса программ был принят метод подключения его как нерезидентных частей (НЧ) операционной системы ЭВМ БЭСМ-6 (Д-68).

В связи с тем, что диспетчерские задачи (Д-68) занимают достаточно большой объем оперативно-запоминающего устройства (ОЗУ), возникла необходимость держать на внешних носителях (МБ или магнитных дисках (МД)) комплекс служебных программ, обслуживающих работу нестандартных устройств.

Все нерезидентные части располагаются на магнитном барабане (МБ), длина их не должна превышать одного листа оперативной памяти, или тракта МБ.

Нерезидентные части вызываются в ОЗУ на листы, дополнни-

тельно выделенные пользователем, для работы с данным нестандартным устройством. По окончании работы с таким устройством лист ОЗУ может опять быть использован пользователем как математический.

Для организации работы с нерезидентными частями требуется аппарат вызова этих частей, аппарат настройки, аппарат контроля за их работой и аппарат отказа от них.

Каждая нерезидентная часть выполнена как стандартная программа, включенная в библиотеку стандартных программ диспетчера Д-68. Вызов нерезидентных частей производится через аппарат подключения стандартных программ к Д-68. Настройка нерезидентной части с операционной системой производится в теле НЧ и является ее внутренней функцией. Возврат из блока настройки происходит на другие блоки НЧ, обеспечивающие дальнейшую работу НЧ. Блок настройки нерезидентных частей с операционной системой ЭВМ БЭСМ-6 начинает свою работу сразу после блока "диагностики ошибок в управляющей информации".

Блок диагностики ошибок производит перепись в поле нерезидентной части значения управляющей информации и модификаторов (М 15, М 16). Затем производится проверка, правильно ли указан лист, на который помещается нерезидентная часть; в случае ошибки печатается текст на АЦПУ-128: "неправильное расположение нерезидентной части", и задача выбрасывается из решения.

Блок настройки с помощью экстракода произвольных диспетчерских действий (Э076) устанавливает диспетчерский режим. Производится упрятывание нескольких модификаторов, необходимых для дальнейшей работы нерезидентной части.

Корректируется тело диспетчера Д-68 для организации связи между Д-68 и нерезидентной части.

Контроль за работой нерезидентной части является также внутренним делом НЧ. Отказ от нерезидентных частей производится двумя способами: можно отказаться от НЧ путем подачи специального приказа "Отказ от устройства" или через экстракод конца (Э074) по приказу "Конец". Отказ от НЧ является внутренней функцией нерезидентных частей. В блоке отказа происходит анализ.

I). Сколько математических задач пользовались данной нерезидентной частью, и в зависимости от числа пользователей про-

изводит различные действия:

- а) если существует несколько пользователей, то производится отказ только для математической задачи, работавшей с данной нерезидентной частью, и управление передается на блок по организации связи с другим пользователем;
- б) если был только один пользователь, то производится отказ от данной нерезидентной части.

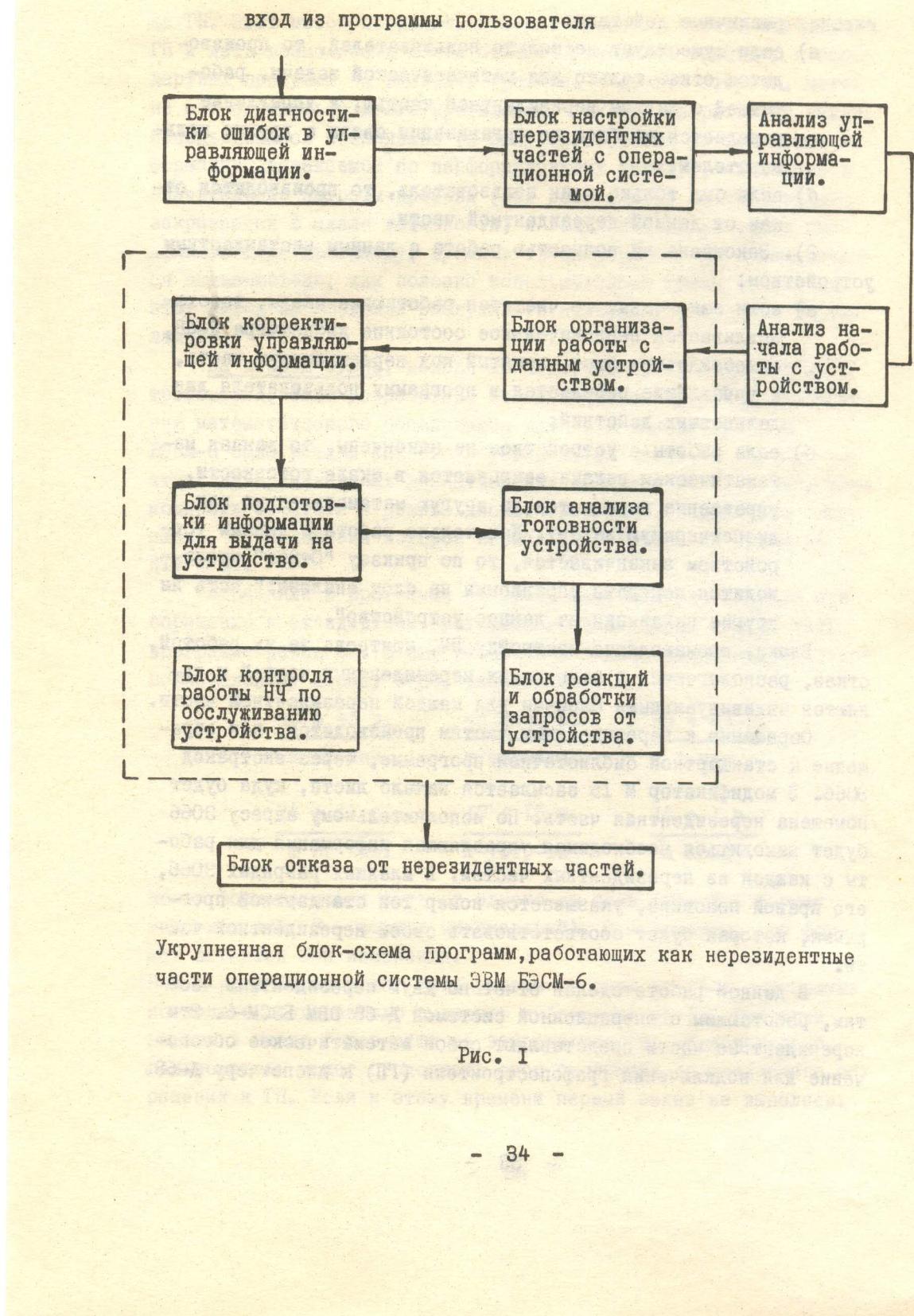
2). Закончена ли полностью работа с данным нестандартным устройством:

- а) если закончена, то чистятся работающие шкалы, восстанавливается первоначальное состояние диспетчера Д-68, освобождается лист, занятый под нерезидентную часть, и управление передается в программу пользователя для дальнейших действий;
- б) если работы с устройством не закончены, то данная математическая задача закрывается в шкале готовности, управление передается на другую математическую или диспетчерскую задачу. Как только работа с данным устройством заканчивается, то по приказу "Отказ" производится передача управления на блок анализа: "есть ли другие заказчики на данное устройство".

Блоки, производящие настройку НЧ, контроль за их работой, отказ, располагаются в теле самих нерезидентных частей и являются индивидуальными блоками для каждой нерезидентной части.

Обращение к нерезидентным частям производится, как обращение к стандартной библиотечной программе, через экстракод Э066. В модификатор М 15 засыпается начало листа, куда будет помещена нерезидентная часть. По исполнительному адресу Э066 будет находиться необходимая управляющая информация для работы с каждой из нерезидентных частей. В младших разрядах Э066, его правой половине, указывается номер той стандартной программы, которая будет соответствовать своей нерезидентной части.

В данной работе сделан отчет по двум нерезидентным частям, работающим с операционной системой Д-68 ЭВМ БЭСМ-6. Эти нерезидентные части представляют собой математическое обеспечение для подключения графопостроителя (ГП) к диспетчеру Д-68.



Одна предназначена для работы ГП в режиме ON-LINE, другая - OFF - LINE .

I. Нерезидентная часть, обслуживающая ГП в режиме ON-LINE.

Вычислительный центр располагает планшетной моделью "BENSON - 220", подсоединенной к ЭВМ БЭСМ-6.

Технические данные:

доступная площадь стола 1770 x 1110 мм; шаг - 0,05 или 0,1 мм (управляется программно, \max по X равен шагу по Y); частота 600 гц; скорость 180 см/мин для шага 0,05 мм и 360 см/мин для шага 0,1 мм. Имеется каретка с четырьмя перодержателями. Перья могут быть шариковыми и капиллярными.

В связи с появлением графопостроителей в ВЦ СО АН СССР возникла проблема создания математического обеспечения, организация связи этого математического обеспечения и работающей операционной системы Диспетчер-68 (Д-68). Когда ЭВМ функционирует в режиме оперативной работы с некоторым устройством, внешним по отношению к ЭВМ (при этом машина и устройство влияет на процесс обработки данных в вычислительной машине, а последняя существенным образом воздействует на внешнее устройство), это означает, что данное устройство работает с ЭВМ в режиме "ON - LINE".

Работа ГП с ЭВМ в режиме ON-LINE предусматривает непосредственное выведение информации на ГП.

В качестве канала для подключения графопостроителя (ГП - "БЕНСОН") был выбран канал ПИ-80 (перфорационный). По этому каналу можно выдавать информацию на 4 графопостроителя, по 20 разрядов на каждый, так как этот канал позволяет обмениваться информацией в 80 разрядах. Номер устройства и адреса начала и конца выдаваемой информации по ОЗУ задаются в управляющей информации. Инженерные работы по подключению графопостроителя были проведены инженерами ВЦ СО АН СССР под руководством ведущего конструктора Лобанова В.И. Задача математического обеспечения для ГП выполнена в два этапа.

На первом этапе решено было использовать экстракод выдачи информации на перфоратор 071. Были сделаны соответствующие изменения в теле 0071, которые позволили выдавать информацию

на ГП. Этот метод позволил, с одной стороны, быстро подключить ГП и дать возможность вести отладку комплекса процедур и стандартных программ по машинной графике. С другой стороны, метод не мог оставаться долго приемлемым, так как оперативная память использовалась неэкономно (в силу особенности расположения информации, выдаваемой по перфорационному каналу), наблюдались значительные затраты времени (при работе с ГП по Э071 задача закрывается в шкале готовности, и пользователь не может продолжать свою программу; время в течение работы ГП приписывается пользователю, как полезно использованное время счета) и этот метод не позволял обслуживать несколько устройств параллельно.

На втором этапе, исходя из вышеупомянутых недостатков и требований, было разработано новое задание. Проблема подключения математического обеспечения для ГП к диспетчеру Д-68 БЭСМ-6 была решена как его нерезидентная часть, с помощью экстракода произвольных диспетчерских действий Э076, дающих возможность работать в режиме диспетчера. Была разработана блок-схема, на основании которой написана программа на автокоде ИТМ и ВТ.

Обращение к программе от имени пользователя сделано как обращение к стандартной программе БЭСМ-6. Номер стандартной программы равен 60. В информационном слове, находящемся по исполнительному адресу Э066, указывается:

$48 + 45$ р.	$42 + 40$ р.	$39 + 25$ р.
№ ИР нач.	№ формата	А нач.
$24 + 21$ р.	$17 + 16$ р.	$15 + 1$ р.
№ ИР кон.	№ устр-ва	А конца

Номер формата может быть от одного до семи (где 1 - формат максимальный, 7 - формат минимальный), 0 - признак, что формат остается без изменения.

Номер устройства может быть указан от нуля до трех. Программа позволяет пользователю выдавать информацию на ГП, при этом задача в шкале готовности не закрывается, и, следовательно, пользователь может продолжать свою программу до следующего обращения к ГП. Если к этому времени первый заказ не выполнен,

то задача закрывается в шкале готовности, ждет выполнения первого заказа и затем начинает выполнение второго заказа. Если же к моменту появления следующего заказа на ГП предыдущий был выполнен, то программа выполняет этот следующий заказ. Имеется возможность работать параллельно на трех графопостройителях, а также работать на одном ГП нескольким пользователям в строгой приоритетной последовательности по окончании работы одного из пользователей.

Этот метод подключения, за счет упаковки и распаковки информации, позволил сэкономить память в 4 раза по сравнению с работой по Э071.

При работе с устройством у математика-пользователя отбирается один лист оперативной памяти, куда вызывается стандартная программа обслуживания ГП. Этот лист защищается по обращению к нему как от самого математика, так и от других пользователей. На время работы пользователя этот лист становитсярезидентной частью диспетчера БЭСМ-6.

По окончании работы одного из пользователей производится проверка, нет ли заказов от других пользователей, так как программа, обслуживающая ГП, одна для всех пользователей. Если заказы есть, то программа доканчивает начатые работы, если заказов больше нет, то этот лист, где находится программа обслуживания ГП, отторгается от диспетчера и отдается пользователю.

Имеется возможность разрисовки на 7 форматах бумаги. Первый формат позволяет использовать всю рабочую поверхность планшетного ГП, каждый следующий формат является половиной от предыдущего.

Постановка формата бумаги производится оператором после печати на телетайпе текста: "пост. формат". Приказ о том, что формат бумаги установлен, оператор с пульта сообщает программе, обслуживающей ГП. Программа проверяет готовность ГП, и при выключенном ГП также сообщает оператору, печатая текст на телетайпе: "ГП выкл.". После включения в работу графопостройтеля оператором программа ловит прерывание от ГП и начинает работу с данным устройством.

Программа обнаруживает ошибки у пользователя при составлении информационных слов и при попытке неправильного обращения к устройству; при обнаружении такиховых задача пользователя

выкидывается из решения, а для пользователя на АЦПУ-128 выдается дополнительная информация, позволяющая найти допущенную ошибку.

Программа не нарушает, а обеспечивает мультипрограммность работы машины в момент нахождения этой программы в машине, независимо от того, задачи каких пользователей присутствуют в машине – задачи, имеющие обращение к ГП, или – нет.

Во время работы данной программы производятся корректировки в теле диспетчера, не отражающиеся на работе диспетчера машины. После окончания работы обслуживающей программы ГП диспетчер приводится к исходному состоянию, устройство выключается программно, лист, занятый под программу, отдается пользователю, если заказов на ГП никаких нет; если же заказы есть, то в рабочие шкалы данной программы заносится необходимая информация для продолжения работы с устройством.

В настоящее время эта программа отлажена и сдана в эксплуатацию в ВЦ СО АН СССР и по этой стандартной программе отложен комплекс процедур и программ по машинной графике первого и второго уровня.

2. Нерезидентная часть, обслуживающая работу ГП в режиме OFF - LINE.

Работа ГП в режиме OFF - LINE предусматривает выдачу отредактированной информации на магнитную ленту. Лента ставится на 4-ое направление на место 7-го магнитофона. Обращение к ней (МЛ) производится по физическому заказу. Программа управления работой ГП в режиме OFF - LINE выполнена на уровне стандартной программы, которая присоединяется к диспетчеру через аппарат подключения стандартных программ. На время работы она становится резидентной частью операционной системы, благодаря устанавливающему диспетчерский режим экстракоду произвольных диспетчерских действий.

Информация, подготовленная для вывода на ГП, записывается на МЛ. С МЛ, установленной на устройстве для разрисовки, информация может быть выдана на графопостроитель в автономном режиме.

В ВЦ СО АН используется французская лента и магнитофон BENSON - 4II. Длина слова не совпадает с длиной слова МЛ

машины БЭСМ-6.

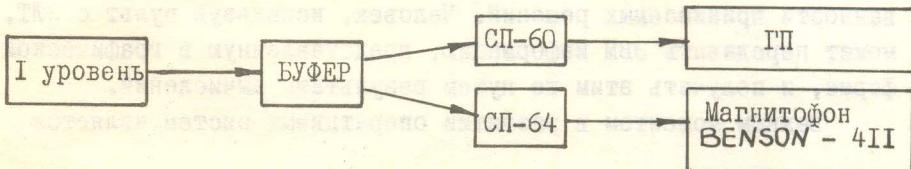
В силу этой особенности задача обмена без корректировки и дополнений не может осуществлять накапливание информации на МЛ. Все необходимые корректировки и дополнения, требующиеся для операционной системы, выполняет программа управления ГП в режиме OFF - LINE. Исключается запись дубль-зоны на ленту и считывание этого дубля в оперативную память, производится контрольное суммирование информации, записываемой на ленту, и проверка считыванием по контрольной сумме. Оператору выдается текст на телетайп в случае, если поставлена не та лента, или на ленте нет места. Оператор сообщает с пульта операционной системы, что произведена замена ленты программой I уровня "буфер" (см. статью данного сборника "Система для БЭСМ-6"). На ленте ведется каталог, позволяющий установить, задачи каких пользователей находятся на ленте, какие номера графиков им принадлежат и в каких зонах находится информация для каждого пользователя. Этот каталог может быть выведен на печать по требованию пользователя. Отказ от прибора производится обращением:

00	066	0000
00	000	0064

Этот режим работы позволяет накапливать информацию для ГП, не занимая самого устройства, которое в это время может работать в режиме OFF - LINE.

В настоящий момент сделано математическое обеспечение, проведены необходимые технические разработки по подсоединению магнитной ленты к машине БЭСМ-6. Работа граffопостроителя в режиме OFF - LINE находится в опытной эксплуатации.

Программы привязки "ON - LINE" (СП-60) и "OFF - LINE" (СП-64) представляют из себя нулевой уровень математического обеспечения для графических устройств. Эти программы используются программой "БУФЕР" I-ого уровня (см. статью "Системы для БЭСМ-6"). Общая схема передачи информации при работе с графическими устройствами выглядит следующим образом.



Л.Ф. ВАСИЛЬЕВА

ПРОГРАММА СВЯЗИ СИСТЕМЫ "ЭКРАН" С ОПЕРАЦИОННОЙ
СИСТЕМОЙ БЭСМ-6.

При разработке и использовании оперативных вычислительных систем очень важен выбор способа общения человека-оператора с вычислительной машиной. Электронно-вычислительная машина (ЭВМ) давно и прочно вошла в технику проведения современных научно-технических экспериментов.

Все чаще возникает необходимость повысить эффективность вычислительных средств эксперимента не экстенсивным путем, а за счет качественных изменений форм и методов представления результатов работы ЭВМ. Во многих задачах представление информации в удобном для восприятия человека виде необходимо для успешного решения этих задач.

Появление возможности обрабатывать графическую информацию, т.е. использовать ЭВМ для обработки геометрических фигур и относящихся к ним данных, дало в руки пользователей новый мощный инструмент. Таким важным инструментом являются устройства графического отображения (т.е. пульты с экранами) на электронно-лучевых трубках (ЭЛТ). Эти трубы в сочетании со сложными электронными устройствами и совершенным математическим обеспечением, позволяющими "писать" на экране ЭЛТ, делают доступной такую форму общения человека с ЭВМ, при которой рисунками можно пользоваться точно также, как словами и числами.

Терминалные пульты с экранами и световыми карандашами используются для обмена графическими образами между человеком и ЭВМ, протекающего в форме диалога, который происходит почти в реальном масштабе времени.

Возможность сразу увидеть результаты сокращает время, затрачиваемое на решение задач, и увеличивает степень обоснованности принимаемых решений. Человек, используя пульт с ЭЛТ, может передавать ЭВМ информацию, представленную в графической форме, и получать этим же путем результаты вычислений.

Важным моментом в развитии оперативных систем является

переход от использования ЭЛТ на основе заранее составленного расписания прохождения задачи к динамическому управлению ЭЛТ, которые осуществляют сами пользователи.

Опыт эксплуатации средств графического вывода показал, что их конечная эффективность определяется не столько техническими характеристиками приборов, сколько грамотной организацией и тщательным исполнением математического обеспечения.

Данная статья рассматривает специальную программу, являющуюся нерезидентной частью программы-диспетчера, которая осуществляет управление и контроль за пультом с экраном.

Терминалный пульт с экраном и световым карандашом был разработан в Институте автоматики и электрометрии СО АН СССР, сейчас установлен в Вычислительном центре и работает в комплексе с ЭВМ БЭСМ-6. За операционную систему, к которой сделана программа привязки с экраном, взята программа-диспетчер Д-68.

Управляющая программа предназначена для работы с системой "ЭКРАН", обеспечивает режим оперативной работы ЭВМ БЭСМ-6 и системы "ЭКРАН". ЭВМ и "ЭКРАН" действуют поочередно, "ЭКРАН" влияет на процесс обработки информации в ЭВМ, а ЭВМ - на "ЭКРАНЕ". Система "ЭКРАН" находится под управлением программы и имеет один пульт. Этот пульт используется для наблюдения за работой системы, может быть применен также для того, чтобы остановить выполнение программы, внести изменения в исходные данные или дать возможность оператору ввести в систему свое суждение в блок программы, предусмотренный для "принятия решений".

Данная управляющая программа допускает последовательное использование системы "ЭКРАН". Поэтому очередной пользователь не может начать работу с системой "ЭКРАН", пока предыдущий не закончит работу с ней.

К основным функциям математического обеспечения системы "ЭКРАН" относятся: сопряжение управляющей программы с рабочими программами пользователей и программой-диспетчер, обслуживание пульта, слежение за пером.

Программа обеспечивает следующие режимы работы.

I. Режим, задаваемый пользователем из программы, находящейся в оперативно-запоминающем устройстве (ОЗУ) БЭСМ-6:

- а) выдача одного заказа на "ЭКРАН",
- б) выдача серии накопленных заказов.

П. Режим, задаваемый пользователем, сидящим за терминалом, в этом режиме пользователь берет управление на себя по дальнейшему прохождению программы:

- а) вывод из ЭВМ одного или серии заказов,
- б) ввод в ЭВМ одного или нескольких массивов,
- в) режим "ПЕРО".

Последние три пункта обеспечивают диалоговый режим.

Пользователь может использовать и не использовать диалоговый режим, для этого в управляющей информации при первом обращении он должен указать режимы, в которых он будет работать.

Управляющая программа системой "ЭКРАН" обеспечивает режим ветвлений, т.е. он может продолжить работу своей программы с места, когда произошло прерывание по режиму "диалог", либо передать управление на другое место программы в результате принятого решения.

Пользователь с пульта может приостановить решение своей задачи, либо вообще закончить работу, либо продолжить работу программы, отказавшись от системы "ЭКРАН".

Под управляющую программу отводится один лист ОЗУ. Этот лист на время работы с системой "ЭКРАН" становится диспетчерским листом, т.е. закрывается и защищается программой-диспетчер и является недоступной для рабочей программы пользователя. При первом обращении к системе "ЭКРАН" производится настройка управляющей программы, программы-диспетчер и рабочей программы пользователя.

Далее в специальном блоке "диагностика ошибок" производится анализ управляющей информации, которую пользователь указывает для работы с системой "ЭКРАН". В случае ошибок выдается диагноз ошибки. Например, если пользователь не заказывает режим диалога, а пытается работать в диалоговом режиме, его рабочая программа выбрасывается из решения, а на АЦПУ-128 выдается текст: "НЕ ЗАКАЗАН РЕЖИМ ДИАЛОГ".

Адрес первого обращения к управляющей программе.

I-ое информационное слово }
П -ое информационное слово } при I-ом обращении

Адрес последнего обращения.

Адрес начала управляющей информации при последнем обращении.

Данная информация позволяет пользователю установить причину ошибки, место, до которого дошла программа, сколько было обращений к системе "ЭКРАН".

Если в процессе работы пользователя с системой "ЭКРАН" происходит сбой по каналу связи ЭВМ и "ЭКРАН" или сбой ЭВМ, или сбой системы "ЭКРАН", то управляющая программа устанавливает причину ошибки и выдает диагноз ошибки для инженера на телетайп, а пользователю на АЦПУ. Например, не проходит обмен ЭВМ с "ЭКРАНОМ", тогда для инженера текст: "СБОЙ ПО КАНАЛУ ЭКРАН НЕТ ОБМЕНА", для пользователя: "ВАША ЗАДАЧА СНЯТА ИЗ-ЗА НЕИСПРАВНОСТИ КАНАЛА СВЯЗИ С "ЭКРАНОМ".

Адрес последнего обращения к системе "ЭКРАН".

Приказы "диалога", поступающие от терминала "ЭКРАН", являются приоритетными и выполняются немедленно.

Пользователь в процессе работы может воспользоваться режимом срочного заказа, который выполнится в приоритете перед простыми заказами.

Листы ОЗУ, которые пользователь заказывает под ввод и вывод, математические и закрываются только на время обмена.

Если в рабочей программе пользователя экстракод конца задачи встречается раньше, чем выполнены накопленные заказы на "ЭКРАН", то очередь накопленных заказов выполняется, затем происходит отказ от прибора и конец задачи.

При отказе от системы "ЭКРАН" управляющая программа в блоке расстройки производит расторжение с программой-диспетчер и рабочей программой пользователя.

Отказаться от работы с системой "ЭКРАН" можно несколькими способами.

1. Отказ от пользователя, сидящего за терминалом, при нажатии кнопки "отказ". Накопленные заказы не выполняются. Происходит полное расторжение с системой "ЭКРАН". Лист, отведенный под управляющую программу, возвращается пользователю, все листы, закрытые по обмену, открываются, задача пускается в решение.

2. Отказ из рабочей программы пользователя может быть

произведен двумя способами:

- а) отказ без выполнения очереди накопленных заказов с дальнейшим продолжением задачи;
- б) отказ с признаком выполнения накопленной очереди заказов и с дальнейшим продолжением задачи.

В настоящий момент управляющая программа отлажена и сдана в опытную эксплуатацию.

Л И Т Е Р А Т У Р А

1. Инструкция для программирования на БЭСМ-6. Изд. ИТМ и ВТ АН СССР, М., 1967.
2. Томилин А.Н. Описание операционной системы машины БЭСМ-6 (диспетчер-68). Изд. ИТМ и ВТ АН СССР, М., 1969.
3. Королев Л.Н., Иванников В.П., Томилин А.Н. Функции диспетчера операционной системы БЭСМ-6. ЖВМ и МФ, т. 8, № 6, 1968.
4. Системы с разделением времени. Под ред. Карплюса. Изд. "Мир", М., 1969.
5. Флорес А. Программное обеспечение. Изд. "Мир", М., 1971.