

АН СССР. Кроме автора, в разработке и реализации пакета участвовали А. В. Ерофеев, А. Ю. Матерук и В. П. Степанов. С помощью пакета ДИГФОР создан ряд систем применения (СЕТКА, МОНТАЖ ФИЛЬМОВ и т. д.), а также отдельных программ.

Опыт работы с пакетом подтверждает его эффективность, простоту в использовании и возможность расширения пакета за счет новых программ.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Ерофеев А. В., Катков В. Л., Макаров К. М., Матерук А. Ю., Степанов В. П. ДИГФОР — пакет программ на ФОРТРАНе для работы с графическим дисплеем ЕС-7064. — В кн.: Вычислительные системы. Вып. 71. Программное обеспечение машинной графики для решения научно-технических задач. Новосибирск, изд. ИМ СО АН СССР, 1977.
2. Ньюмен У. М., Спрул Р. Ф. Основы интерактивной машинной графики. М., «Мир», 1976.

*Поступила в редакцию 21 февраля 1978 г.*

УДК 681.327

**В. Л. АВЕРБУХ, И. В. КАРАКИНА, Н. В. ПОДЕРГИНА,  
Л. С. ПОНОМАРЕВА, В. В. САМОФАЛОВ, Л. А. СОЛОВЬЕВА**  
(Свердловск)

#### РЕАЛИЗАЦИЯ ГРАФИЧЕСКОЙ ДИАЛОГОВОЙ СИСТЕМЫ ГРАДИС

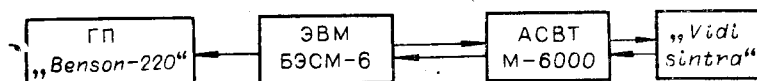
**Техническая база системы ГРАДИС.** Диалоговая графическая система ГРАДИС реализована для комплекса, включающего ЭВМ БЭСМ-6 и АСВТ М-6000, графический дисплей «Vidi sintra» и графопостроитель «Benson-220». Элементы комплекса соединены, как показано на рисунке. АСВТ М-6000 имеет оперативную память 16 К. МО М-6000 включает ОУС, трансляторы с ФОРТРАНа и мнемокода. Дисплей снабжен алфавитно-цифровой и функциональной клавиатурой, световым пером, имеет собственную память для регенерации изображения. Дисплей «Vidi sintra» — неинициативное устройство, и информация с него в М-6000 принимается путем опроса.

На БЭСМ-6 с ОС ДИСПАК [1] для вывода на графопостроитель в рамках мониторной системы «Дубна» успешно используется система ГРАФОР [2—4] с буферизацией выводимой информации [5].

Аппаратура машинной связи дает равные права БЭСМ-6 и М-6000 в инициативе на передачу информации от одной ЭВМ к другой.

**Основные цели и принципы.** При разработке системы ГРАДИС ставилась задача создания базовых средств общего назначения для проблемного программиста, позволяющих организовать хранение графической информации во внешней памяти, выделение элементов и частей изображения, сборку изображения из элементов, графический диалог через дисплей с задачей, решаемой в БЭСМ-6, документирование наблюдаемых на дисплее картинок (кадров).

ЭВМ БЭСМ-6 в системе рассматривается как центральный вычислитель. М-6000 играет роль терминальной ЭВМ, в которой одновременно с графическим дисплеем могут работать другие терминалы.



Основные возможности системы должны обеспечиваться достаточно простыми для программиста и оператора, работающего за дисплеем, средствами. При этом наличие терминальной ЭВМ не должно учитываться в программе пользователя. Желательно одинаковое представление графической информации как в процессе ее создания, так и в банке данных. Графический файл, учитывающий особенности графического устройства, формируется при выполнении программ отправки информации на устройство.

Система должна обеспечивать преемственность для программ, использующих возможности системы ГРАФОР, поэтому система ГРАФОР взята за основу системы ГРАДИС.

Поскольку аппарат буферизации системы ГРАФОР не сохраняет многих данных о рисунке (кадре), необходимых с точки зрения названных задач, то текущий графический файл должен иметь иную структуру.

Структура информации в банке должна обеспечивать доступы к кадрам по имени, к элементам изображения и возможность выделения части кадра. Одна задача должна иметь возможность работать с разными банками. Язык общения с оператором сводится к минимальному числу манипуляций на пульте и обеспечивает быструю реакцию системы на действия оператора. Он должен обеспечивать защиту от ошибочных действий оператора. Во время ожидания ответа от оператора задача в БЭСМ-6 не занимает центральный процессор (ЦП).

В системе ГРАДИС была сделана попытка достичь указанных целей с учетом особенностей аппаратуры и базового математического обеспечения БЭСМ-6 и М-6000.

Всю основную работу по обработке графической информации решено было возложить на БЭСМ-6, которая посылает в М-6000 дисплейный файл, учитывающий особенности дисплея, и запросы оператору от задачи. АСВТ М-6000 посылает информацию в память дисплея и проводит минимальную обработку ответов оператора. Связь между ЭВМ обеспечивается транспортными станциями БЭСМ-6 и М-6000. Между собой они связываются с помощью экстракода связи со стороны БЭСМ-6 и драйвера связи со стороны М-6000. Транспортная станция (ТС) используется не только системой ГРАДИС. ГРАДИС ее использует для связи своих частей, находящихся в разных ЭВМ. В БЭСМ-6 связь ТС с ГРАДИСом осуществляется с помощью аппарата портов и событий ОС ДИСПАК. Система ГРАФОР, взятая в качестве базы, определила и способ доступа к системе со стороны пользователя как к библиотеке подпрограмм в рамках мониторной системы «Дубна». Программируя работу с дисплеем, пользователь не предусматривает взаимодействие ЭВМ между собой. Оно осуществляется внутрисистемными средствами. Программисту предоставляется возможность определения места создаваемого графического файла: в ОЗУ, на МБ или МЛ, что делает средства системы достаточно гибкими. Банки чертежей (кадров) создаются на магнитной ленте (диске), для них отводится определенное пользователем пространство. Каталог банка содержит информацию о чертежах и их расположении в банке. Информации, хранящейся в банке и чертежном файле, достаточно, чтобы организовать выборку чертежей по имени или последовательную по времени записи, по порядку в каталоге либо любую другую. В настоящее время реализована выборка чертежа по имени. Информация о чертеже содержит его имя и ряд

других характеристик чертежа, последовательность координат; в ней также отмечены поименованные элементы изображения.

Представление графического файла (информация о чертеже) ГРАДИСа отличается от представления в ГРАФОРе. Реализовано это отличие путем изменения программ PAGE, MOVE, MOVE1, BUTAPE и др.

Элементы изображения именуется с помощью подпрограмм объявления имени объекта и световой кнопки. При посылке чертежа (кадра) на дисплей или графопостроитель (ГП) производится преобразование графического файла в дисплейный или в файл ГП. Файл ГП записывается на буферную ленту вывода системы ГРАФОР по правилам этой системы. Из чертежа может быть выделен произвольный прямоугольный фрагмент, которому присваивается статус самостоятельного чертежа. Действия оператора за пультом сводятся в основном к ответам на запросы от задачи. В ожидании ответа задача переходит в состояние ожидания, благодаря чему она не мешает выполнению параллельно решаемых программ. Оператор выполняет ограниченный набор директив, каждая из которых связана с функциональной кнопкой. В тех случаях, когда директива использует алфавитно-цифровую клавиатуру, оператор имеет возможность откорректировать свои ошибки. Если он их не заметит сам, система укажет ему на их наличие. Перед отсылкой директивы в БЭСМ-6 оператор может еще раз проверить правильность своих действий, а затем подтвердить ее нажатием специальной кнопки.

Среди директив, выполняемых оператором, есть местные для М-6000, которые не отсылаются в БЭСМ-6. К ним относятся, в частности, директивы управления временем высвечивания кадра.

Все подпрограммы, входящие в систему ГРАДИС, можно разбить на несколько групп, сравнительно независимых друг от друга:

1) подпрограммы ГРАФОРа обеспечивают создание элементов изображения;

2) подпрограммы группы ЧЕРТЕЖ реализуют формирование чертежа в заданном файле, расположенном в ОЗУ, на МБ или МЛ;

3) подпрограммы группы ДИСПЛЕЙ формируют дисплейный файл;

4) подпрограммы группы ГРАФИК формируют графический файл ГП;

5) подпрограммы группы АРХИВ обеспечивают работу с банками чертежей;

6) подпрограммы группы ФРАГМЕНТ выделяют фрагмент чертежа и преобразуют его;

7) подпрограммы группы СВЯЗЬ реализуют двустороннюю связь БЭСМ-6 с дисплеем;

8) графическая станция (ГС) в М-6000 обеспечивает работу с графическим дисплеем.

Программы группы СВЯЗЬ, ДИСПЛЕЙ и ГС существенно используют особенности аппаратуры дисплея. Остальные программы не имеют отношения к дисплею и могут использоваться при отсутствии связи с дисплеем.

**Система ГРАДИС с точки зрения пользователя.** Как уже было сказано, для пользователя-программиста система ГРАДИС выглядит как библиотека подпрограмм в рамках мониторной системы «Дубна». Пользователю сообщаются обращения к ключевым программам системы. Большая часть системы, таким образом, скрыта от пользователя. Оператору, общающемуся в диалоговом режиме с задачей, система представляет набор стандартных запросов системы и перечень возможных ответов оператора. Запуск системы осуществляется после ввода задачи набором шифра задачи на клавиатуре дисплея при наличии в программе связи с дисплеем. При этом в решении должна быть транспортная

станция, которая работает как самостоятельная задача. При отсутствии связи задача запускается обычным образом. Подпрограммы ГРАДИСа, доступные пользователю, делятся на 6 основных групп.

*Определение места графического файла.* Память для графического файла задается в обращении к подпрограмме PAGE1 или PAGE2. Это программы, аналогичные программе PAGE системы ГРАФОР; ими открывается страница чертежа. Заккрытие страницы должно осуществляться соответственно программам ENDPG1 или ENDPG2. Программа PAGE2 сохраняет стандартное для ГРАФОРа оформление страницы при воспроизведении чертежа на графопостроителе. Программа PAGE1 не сохраняет этого оформления. Подпрограмма-функция NGI.ONG выдает длину массива информации о чертеже.

*Идентификация элементов изображения.* Идентификация части чертежа, описываемой программами ГРАФОРа, задается программами GNAME и GENDOB. Они задают границы и имя объекта. Программа GSWITS определяет световую кнопку.

*Выделение фрагмента чертежа.* Прямоугольный фрагмент выделяется из чертежа программой FRAGM. Она, кроме того, преобразует фрагмент в соответствии с заданным масштабом и может вставить его в создаваемый чертеж на указанное место.

*Формирование чертежа с учетом типа графического устройства.* Преобразования информации о чертеже с учетом типа графического устройства производятся программами GRAFOR и DISP. С их помощью пользователь посылает чертеж (кадр) на графопостроитель или дисплей.

Преобразования чертежа для графопостроителя осуществляет программа GRAFOR. Она передает программе PLOT физические координаты изображения с указанием номера пера (уровня яркости для дисплея) для записи на буферную ленту системы ГРАФОР. С нее в дальнейшем чертежи выдаются непосредственно на ГП с помощью системной программы ВЫВЧЕРТ.

Преобразование чертежа для дисплея производит программа DISP. Сформированный ею дисплейный файл передается программе СВЯЗЬ для отправки его в М-6000 с последующей передачей в память дисплея.

*Организация работы с банком данных.* Работа с банком данных осуществляется с помощью следующих программ:

- открытие канала для банка OPENC;
- заккрытие канала CLOSEC;
- запись графического файла в банк WRITEC;
- чтение графического файла из банка READC;
- печать каталога банка CATALC;
- упаковка чертежей в банке PACKC;
- исключение чертежа из банка DELETC;
- генерация имен MKNAME;
- перезапись чертежа из одного банка в другой GWRITC.

Банк чертежей физически может быть совмещен с другими банками на одной ленте, поскольку ему может быть выделена часть ленты при открытии банка.

*Организация взаимодействия оператора с задачей.* Взаимодействие оператора с задачей начинается набором приказа «Открыть порт для связи с задачей». Взаимодействие задачи с дисплеем осуществляет программа СВЯЗЬ, устанавливающая связь с пультом. Она передает на экран сообщение о начале сеанса связи. Выдача чертежа обеспечивается программой DISP. DISP производит в случае необходимости сжатие чертежа до размеров экрана дисплея. Чертеж может занимать память, большую чем память дисплея, поэтому всегда выводится признак завершения чертежа.

Возможны следующие запросы программы оператору:

задать значение переменной;

указать координаты точки на экране (программе сообщаются физические координаты точки или соответствующие математические координаты);

указать объект (имя указанного объекта посылается программе в качестве ответа);

выполнить одну из возможных директив.

Запрос высвечивается на дисплее. Оператор либо выполняет требование программы, либо производит сброс запроса. В соответствии с этим программа получает как один из параметров ответа так называемый код ответа.

Директива — это одно из следующих требований к системе:

1) выдать копию кадра на ГП (выдается полный чертеж тех размеров, которые определены при его формировании);

2) записать копию кадра в банк;

3) прекратить выполнение программы;

4) закрыть канал банка данных и др.

При выполнении директив оператор может использовать функциональную клавиатуру, алфавитно-цифровую клавиатуру и (или) световое перо.

При обнаружении ошибок в своих действиях пользователь может внести поправки или отказаться от ответа. Когда оператор убедится, что все сделано верно, он завершает свои действия нажатием клавиши «Посылка ответа в БЭСМ-6».

Без запроса от программы оператор может переопределить длительность высвечивания кадра, приостановить кадр, дать разрешение на показ следующего кадра, отказаться от просмотра следующих кадров.

**Функционирование системы ГРАДИС.** Как уже было сообщено, составные части ГРАДИСа могут фактически использоваться в двух режимах: без дисплея и с дисплеем. В первом случае запускается только библиотека подпрограмм на БЭСМ-6. АСВТ М-6000 в работе не участвует. В режиме используются программы из групп ЧЕРТЕЖ, ГРАФИК, АРХИВ, ФРАГМЕНТ. При этом возможна передача сформированных чертежей в банк или на графопостроитель, пользование средствами ГРАФОРа при создании чертежей, выделение фрагментов из вновь сформированных чертежей или из чертежей, хранящихся в банке. Существует возможность объединения нескольких чертежей в один. Все эти действия выполняются над чертежами, формирование которых осуществлено в режиме «запоминания» (т. е. в режиме, определяемом программами открытия страницы чертежа PAGE1 или PAGE2). Для чертежей, сформированных по правилам ГРАФОРа (страница открывается программой PAGE), запись в архив и фрагментация не выполняются, так как информация в коде системы ГРАФОР записывается в буфер вывода этой системы.

При наличии в программе пользователя связи с дисплеем, кроме названных программ, используются программы групп СВЯЗЬ, ДИСПЛЕЙ и ГС. В этом случае две ЭВМ БЭСМ-6 и М-6000 функционируют согласованно. Согласование осуществляет транспортная станция, с которой связана программа СВЯЗЬ в БЭСМ-6 и ГС в М-6000.

Функционирование ГРАДИСа начинается с установления начальной связи между задачей пользователя и ГС. Она устанавливается набором соответствующего приказа на клавиатуре дисплея и выполнением начального соединения после обращения из программы пользователя к программе СВЯЗЬ. Программа СВЯЗЬ сообщает на дисплей о начале решения задачи. Формируемые чертежи или кадры посылаются на дисплей через посредство программ группы ДИСПЛЕЙ, создающих

дисплейный файл, каталог дисплейных страниц и каталог объектов, и программы СВЯЗЬ, передающей информацию в транспортную станцию (ТС), которая посылает ее в ГС. ГС частично преобразует принятую информацию и переписывает в память дисплея.

После передачи информации программой СВЯЗЬ программа пользователя продолжает свою работу. Если программа пользователя (ПП) передает запрос на дисплей, то после передачи этой информации программа СВЯЗЬ открывает свой порт на прием информации и приостанавливает ПП до получения ответа на запрос. Пока ПП ожидает ответа, она не занимает ЦП и другие задачи в БЭСМ-6 продолжают свое решение.

Графическая станция, высветив текст запроса на экран, ждет сообщения, обрабатывает его и отправляет через транспортную станцию в порт программы СВЯЗЬ. Программа СВЯЗЬ передает информацию соответствующим программам ГРАДИСа на обработку, а через них — программе пользователя.

Изображение, посылаемое на дисплей, изменяется в соответствии с размерами экрана. По запросу оператора на получение копии чертежа на графопостроитель посылается сформированный чертеж без преобразования (сжатия), выполненного программой DISP, т. е. не копии экранного изображения, а копии сформированного чертежа.

После отказа оператора анализировать данные, выводимые на дисплей, осуществляется блокировка посылки в ЭВМ М-6000.

**Представление информации.** Внутреннее представление графической информации системы ГРАДИС не используется и недоступно непосредственно программе пользователя, на нем основывается работа ряда программ системы.

Информация о чертеже состоит из паспорта и описания изображения. Паспорт имеет стандартную структуру. Он содержит целый ряд характеристик чертежа и его элементов. Наиболее важные из них: имя чертежа, объем памяти, занимаемый его представлением, размеры чертежа, координаты левого нижнего угла, шифр задачи, дата формирования чертежа. Графическая информация описывается последовательностью команд, каждая из которых занимает одну ячейку в БЭСМ-6. Шесть старших разрядов содержат код команды. Имеются следующие команды: движение пера в заданную точку с поднятым или опущенным пером, задание цвета пера или градаций яркости, имени объекта, конца объекта. Движение пера задается последовательностью физических координат на плоскости чертежа с отсчетом от левого нижнего угла. Координаты задаются числом элементарных шагов условного графического устройства (размер шага 0,01 мм).

Представление чертежей при записи в банк в основном не меняется. При записи в банк паспорт чертежа дополняется списком зон, занимаемых чертежом. Кроме того, в начало каждой зоны, занимаемой чертежом, записывается ссылка на следующую зону.

Банк чертежей размещается на магнитной ленте или на диске. В начальной зоне банка хранится каталог чертежей. Он содержит сведения о хранимых чертежах и общие сведения о банке. К ним относятся: размер банка (число зон), число чертежей, номер последней занятой зоны, шкала свободных и занятых зон. Запись о чертеже содержит имя чертежа, его размеры, шифр записавшей его задачи, количество занимаемых им зон, номер начальной зоны.

Информация, передаваемая из ЭВМ БЭСМ-6 в М-6000 и обратно, имеет различную длину и структуру. Тип сообщения определяется его кодом, передаваемым в первом слове сообщения. Длина и структура сообщения зависят от его типа.

Дисплейный файл, формируемый программой DISP в БЭСМ-6, содержит графический файл в командах дисплея, каталог дисплейных

страниц, каталог графических объектов. Структура и размер дисплейного файла стандартны. Каталог графических объектов содержит имена объектов и данные об их расположении в памяти дисплея; каталог страниц — данные о рассылке информации в памяти дисплея.

**Заключение.** Система ГРАДИС находится в опытной эксплуатации и показала свою работоспособность и применимость для ряда задач. С ее помощью, в частности, решались задачи, в которых изменение некоторых данных в ходе решения не формализовано, подбор данных осуществлялся с дисплея оператором во время просмотра результатов на дисплее. Данные вводились с алфавитно-цифровой клавиатуры и с помощью светового пера.

Имеющиеся средства системы, наличие внутреннего представления для чертежей, средств идентификации частей изображения, средств работы с банком позволят в дальнейшем реализовать графическое редактирование, оперативную работу с банком, монтаж дисплейных фильмов.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Зельдинова С. А., Паремский М. В., Тюрин В. Ф. Некоторые базовые возможности ОС ДИСПАК. М., изд. ИПМ АН СССР, 1976.
2. Митюшова Л. Л., Пономарева Л. С. Мониторная система «Дубна» в ОС ДИСПАК. Свердловск, изд. ИММ УНЦ АН СССР, 1976.
3. Баяковский Ю. М., Михайлова Т. Н., Мишакова С. Т. ГРАФОР: комплекс графических программ на ФОРТРАНе. Вып. 1. Основные элементы и графики.— Препринт № 41. М., изд. ИПМ АН СССР, 1972.
4. Баяковский Ю. М., Лазутин Ю. М., Михайлова Т. Н., Мишакова С. Т. ГРАФОР: комплекс графических программ на ФОРТРАНе. Вып. 5. Структура и основные принципы.— Препринт № 90. М., изд. ИПМ АН СССР, 1975.
5. Басков Е. И., Козлов Г. А. Буферизация графической информации в операционной системе ДИСПАК.— В кн.: Развитие программного обеспечения БЭСМ-6. М., изд. ВЦ АН СССР, 1975, с. 63—64.

*Поступила в редакцию 21 февраля 1978 г.*

УДК 681.3.058

**Т. С. ЯНЧУК**  
(Новосибирск)

#### АВТОКОД ДЛЯ ГРАФИЧЕСКОГО ДИСПЛЕЯ ЕС-7064

**Введение.** АВТОКОД был задуман как языковое средство для разработки программ, управляющих графическим дисплеем ЕС-7064 [1].

Для жизнеспособности такой язык должен быть простым в изучении и удобным в использовании. Как язык машинной графики он должен обладать средствами конструирования графических изображений и одновременно содержать в себе возможность производить вычисления.

Предлагаемый язык обладает перечисленными выше свойствами. Конструкции языка, используемые для обозначения графических объектов, довольно просты, операторы АВТОКОДа естественным образом вкладываются в программы, написанные на ФОРТРАНе, что позволяет использовать ФОРТРАН в качестве языка для расчетов. Наконец, в языке предусмотрена макротехника, а реализация предоставляет пользователю хороший сервис, в том числе диагностику и распечатку сообщений об ошибках.

АВТОКОД не является графическим языком общего назначения. Он, например, может использоваться для мультипликации, поскольку обеспечивает вывод, но не содержит средств для диалога. Важно то, что на базе пакетов графических программ общего или специального