

## ЛИТЕРАТУРА

1. Б. С. Долговесов и др. Система «Экран» для графического взаимодействия человека с ЭВМ.— *Автометрия*, 1971, № 4.
2. Б. С. Долговесов и др. Отображение графической и буквенно-цифровой информации в системах графического взаимодействия человека с ЭВМ.
3. Е. Г. Бабат и др. Адаптация системы «Экран» в ЭВМ БЭСМ-6.— *Автометрия*, 1971, № 4.
4. Е. Г. Бабат и др. Система «Экран» для графического взаимодействия с ЭВМ БЭСМ-7. Препринт ИАЭ СО АН СССР. Новосибирск, 1972.
5. Ю. И. Родионов. О математическом обеспечении системы «Экран». Представление графических данных в ЭВМ.— Тезисы конференции «Автоматизация научных исследований на основе применения ЭВМ». Новосибирск, 1972.
6. В. Z a c h a g o v. Computer Graphics.— Proc. of the 1970 CERN Computing and Data Processing Schol, CERN 71-6, 1971, 223—291.
7. О. И. Дал, К. Нигард. Симула — язык для программирования систем с дискретными событиями.— В сб. «Алгоритмы и алгоритмические языки», вып. 2. М., 1967.

*Поступила в редакцию 25 октября 1972 г.*

УДК 681.3.06

**А. Н. ГИНЗБУРГ, А. В. ЛОГИНОВ, В. М. ПЛЯСОВ**  
(Новосибирск)

### **ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ В СИСТЕМЕ ГРАФИЧЕСКОГО ВЫВОДА**

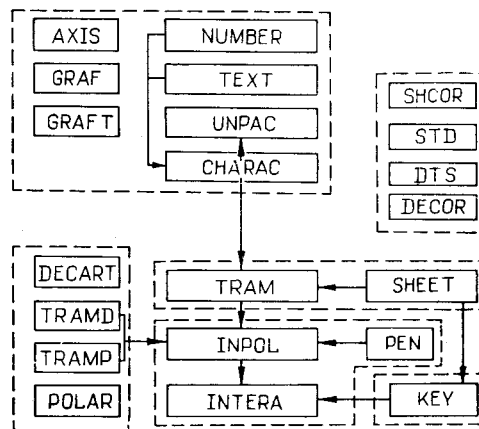
В связи с постоянным развитием вычислительной техники в области автоматизации научных исследований и машинного проектирования возникла настоятельная потребность в выводе информации из ЭВМ в виде графиков, чертежей и рисунков со всевозможными подписями и пометками. В данной работе описан набор программ графического вывода в системе «ЭВМ» класса «Минск» (в виду совместности моделей «Минск-22», «Минск-22М», «Минск-32») — графопостроитель «Вектор-1301». В частности, комплекс программ написан для ЭВМ «Минск-22» на языках Фортран и ФВЭ-67 и Полукод и ФВЭ-67.

Планшетный графопостроитель (ГП) «Вектор-1301» представляет собой самописец, выполненный в виде стола, параллельно граням которого перемещается пишущий узел с перодержателями. В настоящее время работает система «Графопостроитель «Вектор-1301» — «Минск-22», которая эксплуатируется в Институте автоматики и электрометрии СО АН СССР. Связь ГП «Вектор-1301» с ЭВМ «Минск-22» осуществляется с помощью специальной команды «—65». В младших восьми разрядах слова, определяемого вторым адресом команды «—65», содержится команда управления графопостроителем. Для работы с прерыванием отведена 25-я ячейка.

**Состав и структура комплекса.** На рисунке приведена архитектура комплекса программ (язык Фортран), дающего пользователю следующие возможности: а) устанавливать формат поля рисунка и режимы работы (отладка, защита рисунков и т. д.); б) неоднократно изменять систему координат; в) перемещаться в любую точку поля рисунка как с опущенным, так и с поднятым пером; выводить г) единичный символ в любом формате; д) числа и сегменты текстов в любом формате; е) оси

координат с идентификацией, разметкой и градуировкой шкал; ж) графики функций, заданных аналитически или таблицей.

Комплекс подпрограмм условно разбит на следующие основные части: базовые программы, включающие в себя первый, второй и третий слои, надстройку и подпрограммы для определения и перевода листовых и декартовых координат. Подпрограммы *UNPAC*, *INPOL* и *INTERA* являются служебными и пользователю недоступны. Ниже мы подробнее остановимся на описании основных частей комплекса. Особое место в комплексе занимает ключевая процедура *KEY*, которая выполняет только технические функции, связанные с началом и концом работы комплекса. Стартовое обращение к *KEY* активизирует комплекс и производит все необходимые начальные присвоения глобальных переменных. Финишное обращение вызывает окончание работы графопостроителя — поднятие пера.



**Базовые программы. Первый слой.** Основное назначение базовых программ первого слоя — унифицировать возможности моделей ГП и предоставлять программам более высокого уровня средства управления графопостроителем, независимые от деталей привязки. Основная процедура базы — это *INTERA*, которая реализует связь с графопостроителем. Эта подпрограмма выдает команду графопостроителя в режиме прерывания заказанное число раз.

Подпрограмма *PEN* производит действия по смене пера, т. е. переводит пишущий узел так, чтобы новое перо подошло к точке, в которой находилось прежде используемое.

Последняя подпрограмма первого слоя *INPOL* производит формирование команд, управляющих направлением движения пишущего узла, а также подъемом и опусканием пера. Архитектурно комплекс организован так, чтобы при любом изменении моделей графопостроителя требовался бы минимум переделок подпрограмм комплекса. Например, если меняется перодержатель, то достаточно изменить подпрограмму *PEN*; если изменяется рабочее поле графопостроителя, то в подпрограмму *SHEET* надо занести новые максимальные размеры этого поля; если у графопостроителя имеется автономный интерполятор, то подпрограммы *INTERA* и *INPOL* надо исключить из комплекса.

Второй слой — это универсальный мини-комплекс, удобный как для автономного использования, так и в качестве базы в более сложных системах. Для того чтобы получить работоспособный комплекс, достаточно найти средства для выделения рабочей площади рисунка, введения в ней системы координат и вычерчивания в этой площади отрезков. Таким образом, на базе вводимой вторым слоем системы координат появляется возможность при помощи соответствующих преобразований работать в любых других координатах.

Первая процедура слоя *SHEET* определяет размеры поля рисунка в миллиметрах и в выделенной области автоматически вводит систему координат (листовые координаты), которая служит базой для работы остальных процедур. Это прямоугольные координаты с ориентацией осей по кромкам листа и с миллиметром в качестве единицы измерения по обеим осям. Начало координат находится в левом нижнем углу листа,

т. е. в той точке, где находилось перо до начала работы комплекса графических программ. При попытке вывести перо за границу заказанного поля происходит блокировка для защиты других полей рисунков и самого прибора. При этом вычерчивается та часть изображения, которая умещается на заказанном поле. Выходящие за его пределы линии игнорируются. Предусмотрен отладочный режим, при котором на печать выдаются листовые координаты точек, вышедших за пределы поля рисунка. Рабочее поле рисунка может быть обведено рамкой.

Следующая подпрограмма второго слоя *TRAM* является основным изобразительным средством комплекса. С ее помощью можно соединить отрезком две произвольные точки. Возможна работа как в листовых координатах, так и в приращениях.

Третий слой. Подпрограммы третьего слоя обеспечивают работу графопостроителя в декартовых координатах, задаваемых пользователем. Естественно, в третий слой могут быть включены другие подпрограммы, составленные пользователем, обеспечивающие графический вывод в любых других координатах пользователя с соответствующей привязкой к подпрограмме *TRAM*.

Первая программа, которая обеспечивает задание масштабов и определяет начало прямоугольных декартовых координат относительно уже заданных листовых, называется *DECART*.

Программа, работающая в декартовых координатах, называется *TRAMD*. Работа *TRAMD* полностью аналогична работе *TRAM*, но осуществляется в заданных декартовых координатах пользователя. Программа *POLAR* задает режим работы в полярных координатах с масштабированием по радиусу и углу.

Программа *TRAMP* аналогична *TRAM* с учетом того, что работа происходит в полярных координатах. При обращении к подпрограммам *DECART* и *POLAR* перо автоматически перегоняется в новое начало координат. Подпрограммы, задающие разные виды систем координат, не исключают ранее заданных. Так, например, если работа велась в декартовых координатах, а затем в листовых или полярных, то можно продолжить работу в ранее заданной декартовой системе координат. Подпрограммы, задающие системы координат, можно использовать неоднократно.

**Программа связи декартовых и листовых координат.** Подпрограмма *SHCOR* определяет текущие листовые координаты пера. Подпрограмма *DECOR* аналогична *SHCOR* с учетом того, что сказанное выше относится к декартовым координатам пользователя. Подпрограмма *STD* осуществляет перевод двух параметров из листовых координат в декартову. Подпрограмма *DTS* производит обратную операцию.

**Надстройка.** Надстройка содержит необходимый сервис для оформления графиков, чертежей, рисунков. Она включает в себя семь программ: *CHARAC*, *UNPAC*, *TEXT*, *NUMBER*, *AXIS*, *GRAF*, *GRAFT*.

Первая программа *CHARAC* вычерчивает символы альфа-кодировки. Первый параметр — номер символа, второй — размер в миллиметрах литеры по ширине, третий — по длине, четвертый — угол наклона строки, пятый — угол наклона литеры. Углы задаются в радианах. Номер символа задается целым десятичным числом. После вычерчивания символа автоматически делается пробел в направлении строки.

В основу начертания символов был взят чертежный шрифт со всеми пропорциями этого шрифта. Каждому символу соответствует определенный набор кодов графов, при помощи которых определяются контуры символов. Процедура, которая производит распаковку этих кодов, называется *UNPAC*.

На базе программы *CHARAC* сконструированы еще две «символьные» процедуры — *TEXT* и *NUMBER* — для удобства вывода связанного

текста и чисел. Программа *AXIS* задает масштаб в декартовой системе координат, вычерчивает координатные оси с разметкой и отводит места на листе для дальнейшей работы программ *GRAF* и *GRAFT*. Программа *GRAF* вычерчивает графики функций, заданных аналитически, а программа *GRAFT* производит аналогичную работу для функций заданных таблично.

**Технические данные комплекса.** Полный объем комплекса графических программ не превышает 1500 машинных слов ЭВМ класса «Минск». Этот объем довольно велик для моделей ЭВМ с двумя кубами памяти. Мониторная система ИФБЭ позволяет производить динамическую загрузку разделов программ, что рекомендуется делать в случае нехватки памяти. Следующие подпрограммы комплекса можно загружать динамически:

<i>DECART</i>	<i>SHCOR</i>	<i>NUMRER</i>	<i>GRAFT</i>
<i>TRAMD</i>	<i>STD</i>	<i>TEXT</i>	
<i>TRAMP</i>	<i>DTS</i>	<i>AXIS</i>	
<i>POLAR</i>	<i>DECOR</i>	<i>GRAF</i>	

**Заключение.** Кроме описанного комплекса процедур на языке Фортран в настоящее время в ИАЭ СО АН СССР разработан набор стандартных программ для ЭВМ «Минск-22» в режиме «Т». Возможно написание комплекса и на подмножествах Алгола для «Минск-22» при использовании блок-схем обсуждаемых подпрограмм. Так как базовые программы и надстройка не зависят от конкретной машины, то переработка комплекса с сохранением описываемых принципов работы для других классов ЭВМ не представляет трудностей.

Важным является то обстоятельство, что разработанное математическое обеспечение ГП «Вектор» первого уровня является удобным инструментом при разработке графических форматов высшего уровня.

*Поступила в редакцию 2 октября 1972 г.*

УДК 681.142.62

**А. Н. ГЕГАМОВ, В. И. КЕКЕЛИЯ, И. С. МИКАДЗЕ**

*(Тбилиси)*

## **АВТОМАТИЗАЦИЯ ПРОЕКТИРОВАНИЯ НА ОДНОРОДНЫХ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫХ СРЕДАХ С ПОМОЩЬЮ СИСТЕМЫ ГРАФИЧЕСКОГО ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ**

Одним из перспективных направлений, обеспечивающих эффективное решение широкого класса задач, является разработка универсальных вычислительных систем с переменной структурой [1, 2]. В такой системе в процессе или перед началом работы программно могут изменяться ее технические параметры: логические и вычислительные возможности блоков, связи между функциональными блоками и отдельными ячейками, объем памяти, система команд и т. п. Это обстоятельство имеет большое значение, так как на начальных стадиях проектирования средств вычислительной техники весь объект, характеризующийся многими процессами, как правило, полностью не бывает описан и готов к автоматизации.