

сообщения  
объединенного  
института  
ядерных  
исследований  
дубна

---

P11-85-545

А.С.Кирилов

ОПЫТ ПРИМЕНЕНИЯ РЕКОМЕНДАЦИЙ GKS  
ДЛЯ ВЫБОРА И РЕАЛИЗАЦИИ ФУНКЦИЙ  
ПРОСТОГО ГРАФИЧЕСКОГО ТЕРМИНАЛА

---

1985

---

Многообразие графических устройств делает проблематичной возможность выбора жесткого стандарта VIRTUAL DEVICE INTERFACE (VDI). Представляется более перспективным подход с использованием интерфейса с рабочей станцией в качестве VDI<sup>/1,2/</sup>. При этом возникает задача точной оценки состава аппаратных и программных средств, необходимых для реализации различных уровней GRAPHICAL KERNEL SYSTEM (GKS)<sup>/3/</sup>.

В ОИЯИ был разработан графический дисплей на запоминающей трубке со встроенной микро-ЭВМ /процессор КР580ИК80, 8К ПЗУ, 16К ОЗУ, контроллер прерываний, последовательный и параллельный интерфейсы/<sup>/4/</sup>. К дисплею подключены клавиатура и трекбол. Тогда же была составлена первая версия микропрограммного обеспечения дисплея<sup>/5/</sup>, а сам он подключен к ЭВМ БЭСМ-6. Несмотря на ряд достоинств и оригинальных решений, эта версия имела существенный недостаток. За основу была принята концепция графической станции, что, с одной стороны, при подключении к ЭВМ требовало разработки специального драйвера, а с другой стороны, не позволяло использовать устройство как инструмент для разработки программ. Кроме того, после появления рекомендаций GKS стало возможным сделать выбор графических функций на основе современных требований.

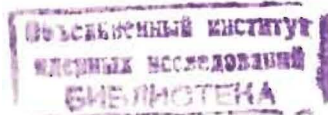
Поэтому возникла задача разработки новой версии микропрограммного обеспечения ИНТЕР-80, которая позволяла бы:

- совместить в устройстве функции алфавитно-цифрового и графического терминалов с тем, чтобы, в частности, обеспечить его подключение к ЭВМ различных типов, используя их штатные аппаратные и программные средства /интерфейсы, драйверы и т.п./;
- обеспечить поддержку GKS, по возможности, максимально высокого уровня.

## 1. АНАЛИЗ АППАРАТНЫХ ВОЗМОЖНОСТЕЙ

Анализ показал, что точная реализация интерфейса с рабочей станцией любого уровня неэффективна, главным образом, из-за отсутствия в устройстве аппаратных средств для выполнения арифметических операций над действительными числами. Использование программной эмуляции для этой цели замедлило бы скорость выполнения графических функций до практически неприемлемой величины.

Это условие определило следующие требования к интерфейсу устройства:



- отказ от использования "внутренних" преобразований и кадрирования /параметры всех графических функций должны приниматься и передаваться терминалом в системе координат устройства, т.е. в формате целых чисел/;

- отказ от функций опроса (INQUIRE) и обработки ошибок GKS вследствие нерациональности разделения таблиц рабочей станции между терминалом и ЭВМ;

- невозможность реализации функций над сегментами и организации хранилища сегментов (WDSS) в памяти терминала.

Из изложенного выше следует, что при аппаратных средствах, которыми располагает ИНТЕР-80, целесообразно ограничиться набором функций, обеспечивающих поддержку GKS уровня 0<sub>v</sub>. Термин "поддержка" означает, что набор функций терминала определен не в строгом соответствии с требованиями соответствующего уровня стандарта, а является своего рода проекцией этих требований, выбранной с учетом имеющихся аппаратных возможностей терминала.

## 2. ВЫБОР ГРАФИЧЕСКИХ ФУНКЦИЙ

В результате проведенного анализа для терминала были выбраны следующие графические функции:

1. Общее управление. Аналоги OPEN WORKSTATION, CLOSE WORKSTATION, CLEAR WORKSTATION;

2. Графический вывод. Примитивы POLYLINE, POLYMARKER, TEXT, а также функции задания типа линии /4 обязательных типа/, типа маркеров /5 обязательных типов/ и размера символов /2 размера/;

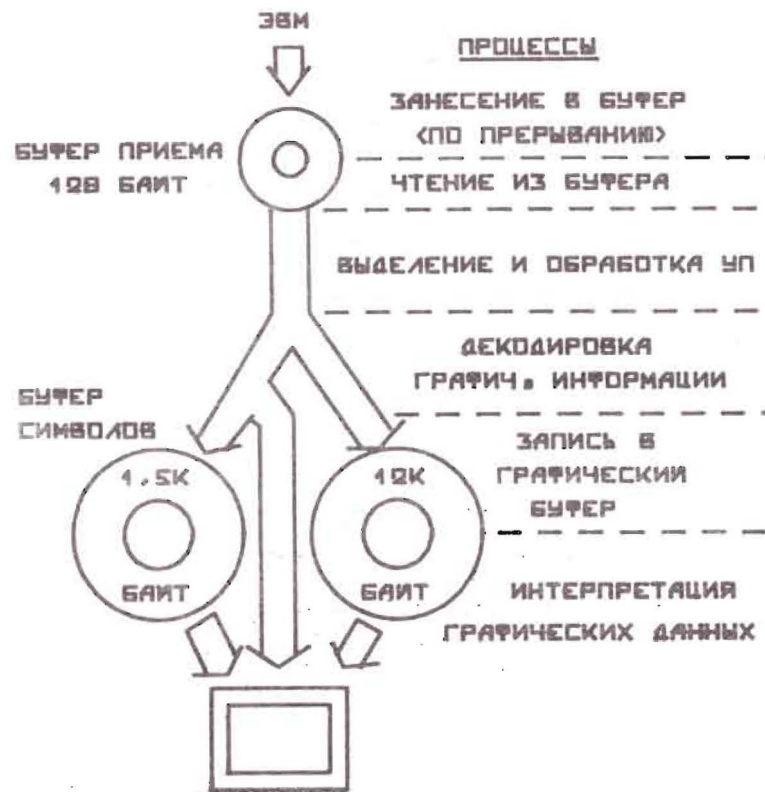
3. Графический ввод. Функции ввода в режиме REQUEST для устройств LOCATOR, VALUATOR, STROKE, CHOICE, STRING. Для упрощения интерфейса функции SET ... MODE, INITIALIZE ... и REQUEST ... для каждого устройства объединены в общую функцию.

Полный список функций приведен в работе /9/.

## 3. ПЕРЕКЛЮЧЕНИЕ РЕЖИМОВ РАБОТЫ

Как известно, общепринятым механизмом программного управления терминалами служат управляющие (ESQ) последовательности /УП/. Можно выделить два основных варианта управления переключением алфавитно-цифрового /АЦ/ и графического режимов работы графических терминалов.

В первом варианте АЦ является основным режимом работы терминала. Каждая графическая команда оформлена в виде отдельной УП, которая на время своего выполнения меняет основной режим на графический. Достоинством этого варианта является возможность гибкого сочетания обоих режимов работы терминала. Подобный подход использован, например, фирмой ТЕКТРОНИКС /8/.



Во втором варианте оба режима равноправны. В этом случае, если терминал обслуживается "неграфическим" драйвером, необходимо принять специальные меры, предохраняющие терминал от попадания "посторонних" символов, которые могут испортить передаваемую графическую информацию. Также необходимо предусмотреть возможность экстренного возврата в АЦ-режим. С другой стороны, во-первых, работа пользователя с терминалом строится методически более правильно; в ней появляется законченность, соответствующая духу GKS. Во-вторых, можно проще обеспечить надежную синхронизацию процессов передачи графических данных от ЭВМ и их обработку терминалом, особенно при выполнении функций ввода.

Таким образом, для ИНТЕР-80 был выбран второй вариант.

#### 4. ОСОБЕННОСТИ РЕАЛИЗАЦИИ

Для распараллеливания процессов приема и обработки графической информации была выбрана схема с конвейерной обработкой данных /см. рисунок/.

Вся принятая от ЭВМ информация помещается в кольцевой буфер приема. Степень заполнения буфера регулируется с помощью XON/XOFF механизма. Далее графическая информация, пройдя две стадии обработки /выделение УП и декодировку/, вторично накапливается в кольцевом графическом буфере. Оба упомянутых буфера имеют FIFO дисциплину обслуживания.

Интерпретация графических данных /вывод на экран и т.п./ составляет отдельный процесс. При этом функции вывода сохраняются в буфере и могут быть выведены повторно. Функции ввода используют буфер для временного хранения вводимых данных. После их выполнения эти данные и сами коды функций из буфера удаляются. Функция CLEAR WORKSTATION очищает буфер.

Общее управление всеми процессами в терминале выполняется монитором.

Принятое разделение графического и АЦ-режимов, а также выбранная схема буферизации определили особенности реализации функции CLOSE WORKSTATION. Эта функция должна быть выполнена до поступления в графический буфер, с тем, чтобы последующие символы, переданные ЭВМ, обрабатывались уже в режиме АЦ.

В дополнение к традиционной оказалось необходимым добавить функцию IMMEDIATE CLOSE WORKSTATION в формате УП. Она предназначена для экстренного возврата в АЦ-режим. Эта функция должна быть выполнена до занесения в буфер приема с тем, чтобы она могла прервать выполнение функции ввода.

#### 5. ОЦЕНКА РЕЗУЛЬТАТОВ

Объем микропрограмм терминала, написанных в основном на языке PL/M, составляет 7К байт. Ниже приведен их качественный состав:

| N  | Назначение                      | Размер /байт/ | %    |
|----|---------------------------------|---------------|------|
| 1. | Общее управление и иницирование | 1456          | 20   |
| 2. | АЦ-режим                        | 1336          | 19   |
| 3. | Графический режим, в том числе  | 2753          | 38   |
|    | - управление                    |               | 12,5 |
|    | - вывод                         |               | 9,5  |
|    | - ввод                          |               | 16   |
| 4. | Связь с ЭВМ                     | 530           | 7    |
| 5. | Отладчик и тесты                | 1160          | 16   |
| 4  | Всего:                          | 7237          | 100  |

Разбиение было сделано несколько условно, например, программный генератор символов отнесен ко /2/. При его добавлении к /3/ в этой графе получилось бы 3456 байт /48%/.

Данные, приведенные выше, позволяют сделать вывод о том, что для реализации полного набора функций рабочей станции GKS уровней 0a или 0b в ИНТЕР-80 достаточно включить арифметический процессор. Память ППЗУ можно не увеличивать, в крайнем случае можно будет отказаться от встроенных тестов, отладчика и даже от АЦ-режима.

Для реализации рабочей станции уровней 1a или 1b необходимо дополнительно увеличить вдвое ППЗУ для размещения программ управления базой данных (WDSS), кроме того, как показывает опыт эксплуатации терминала, объем некоторых изображений, особенно поверхностей, превышает размер графического буфера ИНТЕР-80 /12К байт/. Поэтому нужно увеличить ОЗУ по меньшей мере вдвое, так как хранение данных в NDC формате требует вдвое больше памяти.

#### 6. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

ИНТЕР-80 был подключен к ЭВМ СМ-4 в качестве терминала через асинхронный последовательный интерфейс типа DL-11<sup>7</sup> и программно состыкован с графическим пакетом АТОМ<sup>8</sup>. В настоящее время ведется работа по его подключению к ЭВМ ЕС-1060.

Автор благодарит В.И.Приходько за постоянную поддержку, В.Ф.Левчановского и Н.П.Алексееву за помощь и участие в работе А. и Х.Лайхов за ценные замечания, А.Д.Полынцева за большую помощь, а также за предоставленные материалы и программы первой версии обеспечения ИНТЕР-80, послужившие исходной позицией для представляемой работы.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Simons R.W. Minimal GKS. Computer Graphics, vol.17, No.3, 1983, p.183.
2. Leich H. et al. JINR, E11-84-363, Dubna, 1984.
3. Draft International Standard ISO/DIS 7942. Information Processing Graphical Kernel System (GKS), Functional Description, Version 7.2, NI-5.9/1-83, Nov., 1982.
4. Leich H. et al. JINR, E11-81-296, Dubna, 1981.
5. Карлов А.А., Полынцев А.Д. ОИЯИ, P11-81-860, Дубна, 1981.
6. 4012 Computer Display Terminal Service Instruction Manual, Tektronix Inc., 1974.
7. Алексеева Н.П., Кирилов А.С. ОИЯИ, P10-85-455, Дубна, 1985.

8. Каминский Л.Г. и др. ИФВЭ, 81-156, ОМВТ, Серпухов, 1981.
9. Алексеева Н.П., Кирилов А.С. ОИЯИ, P10-85-442, Дубна, 1985.

В Объединенном институте ядерных исследований начал выходить сборник "Краткие сообщения ОИЯИ". В нем будут помещаться статьи, содержащие оригинальные научные, научно-технические, методические и прикладные результаты, требующие срочной публикации. Будучи частью "Сообщений ОИЯИ", статьи, вошедшие в сборник, имеют, как и другие издания ОИЯИ, статус официальных публикаций.

Сборник "Краткие сообщения ОИЯИ" будет выходить регулярно.

The Joint Institute for Nuclear Research begins publishing a collection of papers entitled *JINR Rapid Communications* which is a section of the JINR Communications and is intended for the accelerated publication of important results on the following subjects:

- Physics of elementary particles and atomic nuclei.
- Theoretical physics.
- Experimental techniques and methods.
- Accelerators.
- Cryogenics.
- Computing mathematics and methods.
- Solid state physics. Liquids.
- Theory of condensed matter.
- Applied researches.

Being a part of the JINR Communications, the articles of new collection like all other publications of the Joint Institute for Nuclear Research have the status of official publications.

*JINR Rapid Communications* will be issued regularly.



Рукопись поступила в издательский отдел  
16 июля 1985 года