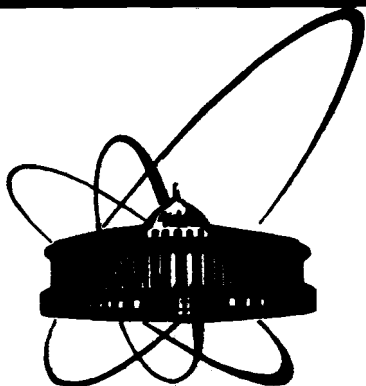


88-227



**СООБЩЕНИЯ
ОБЪЕДИНЕННОГО
ИНСТИТУТА
ЯДЕРНЫХ
ИССЛЕДОВАНИЙ
ДУБНА**

A 67

P10-88-227

**В.Е.Аниховский, И.М.Иванченко, Н.Н.Карпенко,
Ю.А.Назаров, П.В.Мойсенз, Ю.В.Седых,
В.Э.Файн*, С.А.Щелев**

**ГРАД ЕС - СИСТЕМА МАШИНОЙ ГРАФИКИ
НА ЕС 1061**

*Казахский государственный университет,
Алма-Ата

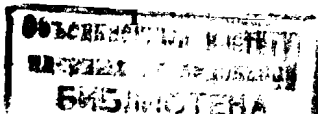
1988

В данной работе анализируется программно-аппаратная среда иллюстративной машинной графики, прототипом которой послужила система REAL^{/1/}, предназначенная для генерирования и представления изображений в распределенной системе управления крупномасштабным экспериментом в области физики высоких энергий. В системе REAL сгенерированное на центральной ЭВМ (ЕС-1040) изображение в форме программы дисплейного процессора передается высокоскоростными коммуникационными средствами локальной сети БИЗОН для представления на дисплее персональной ЭВМ в зоне эксперимента. Рассматриваемая графическая среда ориентирована на поэтапное преобразование информации, начиная с модели объекта в базе данных типа НВООК^{/2/} и заканчивая графическим представлением - прямым выводом на реальные устройства. Взаимодополняющими средствами графического представления информации являются плоттер рулонного типа ЕС-7053М и графический дисплей высокого разрешения ИНТЕР-85 со встроенной микро-ЭВМ^{/3/}. Такое сочетание в рамках единой системы графических устройств с существенно разными свойствами было апробировано в процессе использования ранее созданной системы^{/4/}. Совместимость графических средств на ЭВМ коллективного пользования и персональных ЭВМ - одно из существенных целесообразных качеств анализируемой системы.

Создание и внедрение на ЭВМ ЕС-1061 рассматриваемых графических средств является развитием на этой машине интегрированных систем массовой обработки и анализа экспериментальных данных. Эти два этапа получения результатов эксперимента имеют существенные отличия. Процесс обработки, включающий основную долю вычислений, проводится в режиме автосопровождения^{/5/}, и главные требования при работе в этом режиме предъявляются к вычислительной мощности и, в особенности, к скорости выполнения операций центральным процессором. На втором этапе особое значение придается обеспечению непосредственного участия физика в процессе решения задачи анализа экспериментальных данных и интерпретации результатов.

К рассматриваемому программному обеспечению машинной графики, кроме функционального многообразия, мобильности и адаптивности, предъявляются следующие требования и условия:

- совместимость с программным окружением, осуществляющим формирование базы данных;
- принадлежность к визуализируемым объектам к двум основным типам: результатам статистической обработки и физическим событиям, прошедшим различные этапы процессов распознавания и определения геометрических и кинематических параметров;



- гибкость, обеспечивающая простой переход от пакетного к интерактивному режиму;

- возможность применения средств машинной графики в условиях распределения вычислительных средств (сети ЭВМ, быстрая двусторонняя связь ЭВМ коллективного пользования с персональной ЭВМ)

Эффективным средством удовлетворения приведенных требований является использование развитых систем поддержки мультивариантных программных текстов, языка высокого уровня (стандартное подмножество Фортрана) и фактического его расширения за счет графических пакетов и библиотек программных модулей, нашедших широкое применение на базовых ЭВМ ОИЯИ и других ядерно-физических центров. Варианты такого рода программных продуктов подготовлены с сохранением стандарта интерфейса пользователя и для новых вычислительных средств - персональных ЭВМ^{/4/}. В качестве языка программирования используется ФОРТРАН-77.

Указанные выше инструментальные средства дополняются средствами динамической адаптации двух типов.

К первому типу относятся машинно-ориентированные средства динамической загрузки ОС ЕС^{/6/}. Они позволяют вызывать библиотечные модули в процессе выполнения рабочей программы. Благодаря такой возможности одна и та же программа в форме единого загрузочного модуля может использоваться для графического представления данных в режиме прямого вывода на такие существенно разные реальные устройства, как плоттер и дисплей. Для этого достаточно продекларировать на шаге выполнения соответствующую библиотеку программ, содержащую устройствозависимые программные модули. Такая возможность особенно привлекательна в интерактивном режиме в условиях, когда графические средства встроены в большие программы обработки^{/7/}, состоящие из сотен подпрограмм. В этих условиях даже для редактирования связей требуется реальное время, на порядки превосходящее приемлемые времена ответа в интерактивном режиме работы. Описанные возможности иллюстрируются на примерах каталогизированных процедур.

Ко второму типу средств динамической адаптации относятся унифицированные средства, используемые для настройки программ в пакетном режиме и, что особенно привлекательно, как диалоговые средства в интерактивном режиме. Этот набор взаимосвязанных программ, созданный в рамках сотрудничества ОИЯИ и ЦЕРН, первоначально использовался в пакетном режиме для внешней параметрической настройки программ обработки. В дальнейшем этот пакет нашел широкое применение для оперативного взаимодействия пользователя в автоматизированных системах управления экспериментом. Информация от пользователя к системе передается в форме директив. Вводимые директивы, состоящие из ключевого слова и набора фактических параметров (целые, вещественные,

логические константы и текстовые строки в свободном формате), обрабатываются анализатором сообщения, обеспечивающим их лексический, синтаксический и семантический анализ, а также преобразование введенной информации к нужному типу. Рассматриваемые программы обеспечивают унифицированный результирующий набор данных, моделирующий виртуальное устройство ввода директив, для последующей интерпретации. При выводе данных на плоттер настройка осуществляется на стадии инициализации прикладной программы посредством группового ввода набора директив, оформленных в виде текстовых файлов.

При выводе графической информации на дисплей используется интерактивный режим работы. Такой характер работы осуществляется за счет подпрограмм обмена, реализованных на физическом уровне в форме канальных программ.

Программное обеспечение графической системы ГРАД построено в виде иерархической (включающей четыре уровня) системы. Каждый структурный уровень представляет, вообще говоря, детализацию функций более высокого уровня. Постепенной переработкой информации осуществляется переход от представления объекта в базе данных к его графическому представлению в видеобуфере и выводу на графическое устройство: виртуальное (режим формирования метафайла) или реальное. Уровни состоят из внутренних подпрограмм и интерфейсных слоев модулей сопряжения. Модули головного интерфейсного слоя доступны с более высокого, как правило, ближайшего уровня. Такое построение системы обеспечивает ряд свойств, упрощающих создание программного обеспечения, сопровождение и адаптацию к меняющимся условиям. Кроме этого, рассматриваемая структура достаточно хорошо согласуется с широким классом реализаций концепции виртуальной памяти.

На верхнем уровне осуществляются подготовительные операции для последующего доступа к интегрированной информационной базе, включающей стандартную базу статистических данных. Первичный анализ и интерпретация директив относятся к этому же уровню. На языке директив производится описание структуры и атрибутов изображений, их размещение на стандартном поле (странице, кадре) видеоповрхности. Запрашиваемое изображение задается логическим номером - ID, однозначно идентифицирующим объект. Вывод серии изображений осуществляется в порядке декларирования ID в списке параметров соответствующей директивы. К верхнему уровню относятся также программы расширения стандартной базы данных так называемыми временными объектами. Последние являются результатом обработки сохраняемых элементов базы данных. Примером временного объекта может быть результат операций над сохраняемыми статистическими объектами. Временные элементы исключаются после генерирования изображения.

Взаимодействие пользователя с программой осуществляется по следующей схеме. В конце элементарного шага графического процесса, опосредованно определяемого в программе пользователем, видеотерминал переключается из режима графического вывода в диалоговый, а система переходит в состояние ожидания сообщения от человека. Аварийный выход из этого состояния осуществляется стандартными средствами операционной системы с кодом завершения CC=522. В нормальной ситуации набирается сообщение на хорошо приспособленной для этого функциональной клавиатуре. В простейшем случае сообщение обозначает запрос смены кадра и сводится к нажатию функциональной клавиши. Принятая программой-драйвером текст сообщения передается для анализа и первичной интерпретации посредством поименованного общего блока фортранным программам. Первичная интерпретация директивы обеспечивается ранее рассмотренными унифицированными средствами и сводится к присвоению значения фортранным переменным. Интерпретация директивы в программе пользователя может включать также вызов и загрузку подпрограмм, и в этом случае существенную роль для повышения эффективности играют средства автоматической виртуализации памяти или построение структуры программы с перекрытием. Такой гибкий открытый режим с нестандартным набором директив хорошо соответствует условиям, когда процесс начинается с уровня реальной (концентрированной в базе данных) или виртуальной модели объекта. В системе предусмотрен и другой режим, когда исходная информация представлена в виде графического метафайла, и программная графическая среда исчерпывается почти целиком унифицированными интерпретаторами со стандартным набором директив.

Режим с метафайлом связан в основном с распределенной интегрированной графической системой "центральная - персональная ЭВМ".

В такой системе функцией центральной ЭВМ является поэтапное преобразование информации от реальной или, чаще всего, виртуальной модели объекта до представления его в графическом метафайле. Функцией персональной ЭВМ является интерпретация метафайла. При надлежащем уровне телекоммуникационных средств такая интегрированная система позволяет гармонично сочетать вычислительную мощность центральной ЭВМ с высоким качеством графического представления данных, надежностью и удобством применения персональных машин. По сравнению с распределенной автономная система, включающая как подготовку модели объекта, так и процессы генерирования и представления графических образов объекта, обладает большей гибкостью. Присущие такой системе коллективного пользования недостатки, связанные с захватом неразделяемых графических устройств на длительное время выполнения заданий, можно уменьшить за счет автономизации процесса концентрации моделей объектов. В системах статистической обработки, использующих HBOOK, это достигается

отделением в самостоятельный процесс переработки информации с запоминанием статистических результатов (программа HSTORE) в виде самостоятельного файла. А собственно графическая программа, используя эффективные средства доступа к базе данных (программа HFETCH), сочетает гибкость (снижающуюся в программах с интерпретацией метафайла) с эффективностью использования графических устройств как в автоматическом, так и в интерактивном режимах.

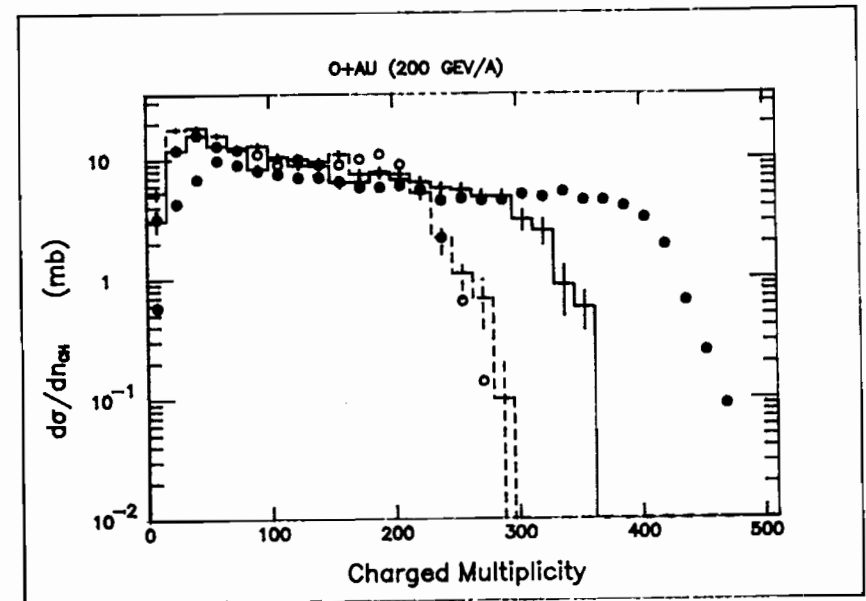


Рис. I

К следующему уровню относятся программы, генерирующие так называемые макроизображения. Примером этого понятия может служить согласованная композиция нескольких гистограмм (рис. I), нестандартные объекты типа изображения событий и т.п. На этом уровне происходит выборка из интегрированной базы данных, дополненной элементами на предыдущем иерархическом уровне. Макроизображения синтезируются из изображений и их сегментов. Примерами изображений являются изображения одномерных и двумерных статистических распределений, интерполирующих, сглаживающих и фитирующих функций. Примерами сегментов могут служить оси координат, поясняющие надписи и т.п. Модификации графической системы к конкретной предметной области связаны, в основном, именно с

графических устройств и осуществляющих прямо или посредством передачи скомпилированной программы графического процессора управление работой плоттера или видеотерминала.

Если программы третьего уровня адаптируют систему к предметной области, то программы нижнего уровня ориентируют графические программы на конкретные устройства представления информации. На нижнем, базисном, уровне осуществляется переход от графических примитивов к командам реального графического процессора. Программы базисного слоя зависят не только от конкретного графического устройства. Призванные реализовывать прямо или опосредованно операции коммуникационных процессоров, они являются также машинозависимыми. Определение такого рода программ в самостоятельные наборы обеспечивает необходимый уровень мобильности программ пользователя по отношению к графическим устройствам. Рабочая программа, прошедшая в интерактивном режиме с дисплеем полный цикл отладки, начиная с изменения текстов, может использоваться для генерирования метафайла или работы с плоттером простой сменой программ графического базиса. Задача адаптации и постановки графического пакета HPLOT включает создание базисного устройство- и машинозависимого программного слоя. В ряде применений пакета HPLOT в качестве базисного использовался набор программ графического пакета GD3^{I2/}. При создании графического базиса на ЕС-106I учитывалось требование унификации программ нижнего уровня HPLOT с другими популярными графическими программными продуктами. Созданный набор программ прямого вывода является инвариантным по отношению к графическим пакетам HPLOT и Графор. Такая унификация графического базиса имеет положительные последствия как с точки зрения использования, так и централизованного сопровождения.

Каталогизированные процедуры для графического представления информации

GRAFIN. Выполнение программы графического представления данных на дисплее ИНТЕР-85.

Запуск процедуры с терминала осуществляется командой

```
P S GRAFIN, LIB=BISON, PG=PROG, DS13=HIST, V13=IKAR87, RGN=800, DS5=DIR
```

Здесь

LIB =BISON - имя библиотеки программ
PG =PROG - имя программы (единого загрузочного модуля),
предназначенной для выполнения
DS13=HIST - имя файла базы данных

V13 =IKAR87 - регистрационный номер диска базы данных
DS5 =DIR - имя текстового файла директив управляющей информации
RGN =800 - размер требуемой памяти (в килобайтах)

GRAFFL. Процедура представления данных на плоттере. Внешне отличается от вышерассмотренной только именем, а по существу - устройствомзависимыми, динамически загружаемыми подпрограммами.

GRAFVCLG. Компиляция, редактирование, выполнение графической программы.

Параметры:

DS = 'CKAR.JOBTX(PROGIN)' - имя текстового набора данных (фортранной программы)

DS13=HIST - имя файла базы данных

V13 =IKAR87 - регистрационный номер диска базы данных

DS5 =DIR - имя текстового файла директив - управляющей информации

GRGN=800 - размер требуемой памяти на шаге выполнения (в килобайтах)

PLT =7053 - логический номер графического устройства.
7052 (по умолчанию) соответствует дисплею,
7053 - плоттеру.

Параметры процедур по умолчанию позволяют вывести стандартное изображение на соответствующее устройство. Таким образом, эти процедуры являются одновременно и элементарными тестами трактов графического вывода.

Заключение

При комплексной отладке системы машинной графики на ЕС-106I необходимые доработки программно-аппаратных средств, протоколов сопряжения графических устройств с ЭВМ и каталогизированных графических процедур были сделаны в процессе решения следующих типовых задач: статистическая обработка, получение итоговых результатов анализа данных со спектрометра БИС-2; разработка алгоритмов распознавания многотрековых событий, исследование характеристик регистрирующей аппаратуры крупнейшей установки ОИЯИ - Нейтринного детектора; крупномасштабные расчеты теоретической физики.

Авторы выражают благодарность Н.Н.Говоруну за поддержку и интерес к этой работе, С.А.Бунятову, М.Ф.Лихачеву и всем участникам сотрудничества Нейтринный детектор и БИС-2 за стимулирующие обсуждения

и содействие на стадии постановки и решения задачи, В.Д.Тонееву за полезные дискуссии и участие в комплексной отладке системы, В.В.Коренькову и Д.Н.Лопыреву за помощь при разработке и реализации сопряжения графических устройств с ЭВМ, В.И.Приходько, А.С.Кирилову и А.В.Никульникову за участие на всех стадиях создания средств машинной графики на базе видеотерминала ИНТЕР-85.

Литература

I. Говорун Н.Н. и др. Структура программного обеспечения машинной графики для физических экспериментов на линии с ЭВМ. ОИЯИ, IO-82-482, Дубна, 1982.

2. а) Brun R., Ivanchenko I., Palazzi P. HBOOK - histogramming, fitting and data presentation package. JINR, D10, 11-11264, Dubna, 1978, p.79.

б) Brun R., Ivanchenko I., Palazzi P., Lienart D. HBOOK USERS GUIDE. CERN, DD/EE/81-1, Geneva, 1984.

3. Алексеева Н.П. и др. Графический терминал ИНТЕР-85. В сб.: Труды конференции "Машинная графика - 86". Изд. Объединения словацких математиков и физиков. Братислава, 1986, с.60.

4. Иванченко И.М., Седых Д.В. Рабочая станция на базе ПЭВМ для разработки программного обеспечения экспериментов в области физики высоких энергий. ОИЯИ, P10-87-898, Дубна, 1987.

5. Аниховский В.Е. и др. Автосопровождение массовой обработки экспериментальных данных на ЕС ЭВМ. ОИЯИ, P10-87-193, Дубна, 1987.

6. Данилочкин В.П. и др. Операционная система ОС ЕС. М., Статистика, 1980.

7. Жигунов В.П. и др. Общая структура программы GRAND для анализа данных с нейтринного детектора. ОИЯИ, D10, II-84-818, Дубна, 1985, с.318

8. Ньюмен У., Спрулл Р. Основы интерактивной машинной графики. М., Мир, 1976.

9. Brun R., Watkins H. HPLOT-4 USERS GUIDE. CERN, DD/EE/80-2, Geneva, 1982.

10. Бухарбаева А.А., Иванченко И.М., Файн В.Э. Комплекс базового программного обеспечения для статистической обработки и графического представления данных на ЭВМ БЭСМ-6. ОИЯИ, Б1-10-88-32, Дубна, 1988.

11. Баяковский Д.М., Галактионов В.А., Михайлова Г.Н. Графоп. Графическое расширение фортрана. М., Наука, 1985.

12. Miller J. Program library long write-up. J510, GD3. CERN, Geneva, 1976.

Рукопись поступила в издательский отдел
7 апреля 1988 года.

НЕТ ЛИ ПРОБЕЛОВ В ВАШЕЙ БИБЛИОТЕКЕ?

Вы можете получить по почте перечисленные ниже книги, если они не были заказаны ранее.

D13-84-63	Труды XI Международного симпозиума по ядерной электронике. Братислава, Чехословакия, 1983.	4 р. 50 к.
D2-84-366	Труды 7 Международного совещания по проблемам квантовой теории поля. Алушта, 1984.	4 р. 30 к.
D1,2-84-599	Труды VII Международного семинара по проблемам физики высоких энергий. Дубна, 1984.	5 р. 50 к.
D17-84-850	Труды III Международного симпозиума по избранным проблемам статистической механики. Дубна, 1984. (2 тома)	7 р. 75 к.
D11-85-791	Труды Международного совещания по аналитическим вычислениям на ЭВМ и их применению в теоретической физике. Дубна, 1985.	4 р. 00 к.
D13-85-793	Труды XII Международного симпозиума по ядерной электронике. Дубна, 1985.	4 р. 80 к.
D4-85-851	Труды Международной школы по структуре ядра. Алушта, 1985.	3 р. 75 к.
D3,4,17-86-747	Труды V Международной школы по нейтронной физике Алушта, 1986.	4 р. 50 к.
—	Труды IX Всесоюзного совещания по ускорителям заряженных частиц. Дубна, 1984. (2 тома)	13 р. 50 к.
D1,2-86-668	Труды VIII Международного семинара по проблемам физики высоких энергий. Дубна, 1986. (2 тома)	7 р. 35 к.
D9-87-105	Труды X Всесоюзного совещания по ускорителям заряженных частиц. Дубна, 1986. (2 тома)	13 р. 45 к.
D7-87-68	Труды Международной школы-семинара по физике тяжелых ионов. Дубна, 1986.	7 р. 10 к.
D2-87-123	Труды Совещания "Ренормгруппа - 86". Дубна, 1986.	4 р. 45 к.
D4-87-692	Труды Международного совещания по теории малочастичных и кварк-адронных систем. Дубна, 1987.	4 р. 30 к.
D2-87-798	Труды VIII Международного совещания по проблемам квантовой теории поля. Алушта, 1987.	3 р. 55 к.
D14-87-799	Труды Международного симпозиума по проблемам взаимодействия мюонов и пионов с веществом. Дубна, 1987.	4 р. 20 к.

Заказы на упомянутые книги могут быть направлены по адресу: 101000 Москва, Главпочтамт, п/я 79. Издательский отдел Объединенного института ядерных исследований.