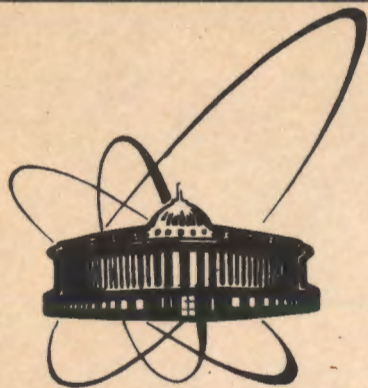


91-532



сообщения
объединенного
института
ядерных
исследований
дубна

P10-91-532

В. К. Балашов

МАШИННАЯ ГРАФИКА НА UNIX МАШИНАХ
ЛВТА ОИЯИ

1991

1. Введение

В данной работе описывается структура графического программного обеспечения сети UNIX машин ЛВТА ОИЯИ и средства доступа к нему со стороны удаленных графических терминалов.

Сеть объединяет, на основе ETHERNET и протокола TCP/IP, несколько ПЭВМ IBM PC 486 с операционной системой UNIX INTERACTIVE SYSTEM V/38 V2.2, и ЭВМ MicroVAX II с операционной системой ULTRIX 3.0.

В программное обеспечение машинной графики входят графические пакет GKSGRAL /1/ (UNIX/386 и ULTRIX), GRALCGI /2/ и X11 /3/ (UNIX/386), а также ряд прикладных пакетов, разработанных в CERN /5-8/ и адаптированных для работы на UNIX машинах ЛВТА ОИЯИ.

Структурная схема программного обеспечения машинной графики UNIX/386 приведена на рис.1. Пакет GKSGRAL может использоваться как независимо, для обмена графической информацией с удаленными графическими дисплеями IBM PC 486 или MicroVax II; так и совместно, с пакетами GRALCGI и X11 для обмена с X-терминалом (консольным дисплеем) локальной или удаленной IBM PC 486.

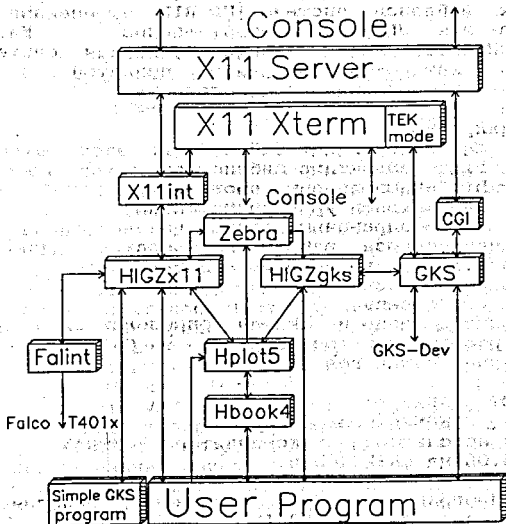


Рис. 1. Структурная схема машинной графики UNIX 386.

2. Особенности реализации

ЭВМ MicroVAX II используется в качестве файлового сервера ПЭВМ, по причине недостаточного объема (100Mb) их локальных дисков. Это не только расширяет дисковое пространство ПЭВМ, но и позволяет отказаться от дублирования графического программного обеспечения, неизбежного в случае их автономного использования (см. рис. 2).

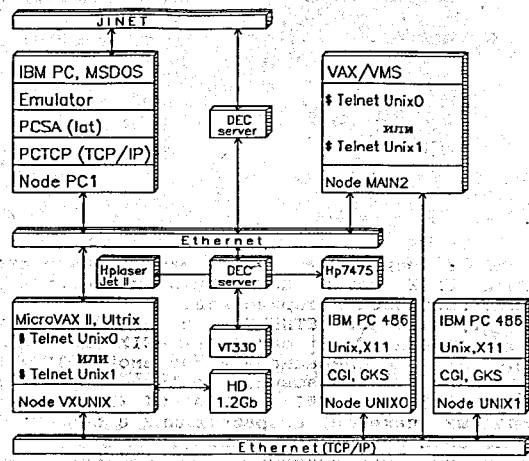


Рис. 2. Схема доступа к UNIX 386, ULTRIX и графическим станциям ЛВТА ОИЯИ.

Прикладное графическое обеспечение UNIX машин расположено в корневых каталогах файловой системы ULTRIX с именами /u/cern для UNIX/386 и /cern для ULTRIX соответственно. Каталог /u/cern монтируется на UNIX/386 как удаленная файловая система с именем /cern. Структура каталогов аналогична принятой в CERN /4/ для размещения прикладного программного обеспечения:

/CERN/pro/xxx и

/CERN/gks/pro/xxx, где

- xxx = mgr - командные файлы,
- lib - объектные библиотеки,
- bin - исполняемые программы,
- dat - конфигурационные файлы,
- doc - справочные файлы, документация.

При инициализации сеанса работы пользователя выполняются команды из стартового файла .login его корневого каталога:

```
source /cern/pro/mgr/cernenv
source /cern/gks/pro/gksenv.
```

В командных файлах cernenv и gksenv определяются переменные среды необходимые для работы пакетов GKSGRAL и GRALCGI и переменные, упрощающие запись имен каталогов:

```
setenv CERN /cern
setenv CERN_ROOT $CERN/pro
setenv GKS_ROOT $CERN/gks/pro.
```

На UNIX машинах использовались компиляторы FORTRAN: NDP FORTRAN-386 v2.06 на UNIX/386 и Berkeley F77 v2.0 на ULTRIX.

Трансляция подпрограмм на C и компоновка исполняемых модулей с их использованием велась в среде POSIX.

3. Пакет сетевой графики X11.

Пакет сетевой графики X11 входит в стандартное обеспечение операционной системы UNIX/386. Это версия 11 пакета "многооконной графики" X-WINDOW, разработки MIT /3/, получившего в последнее время широкое распространение. Пакет X11 работает по схеме "клиент-сервер". Клиент - пользовательская программа - подготавливает ввод/вывод графической информации, а сервер - программы пакета X11 - осуществляет его.

Клиент может работать на локальном или удаленном узле однородной (UNIX-UNIX) или смешанной (например, UNIX-VMS) сети. Пример работы пакета X11 в смешанной (UNIX-VMS) сети ETHERNET приведен на рис. 3.

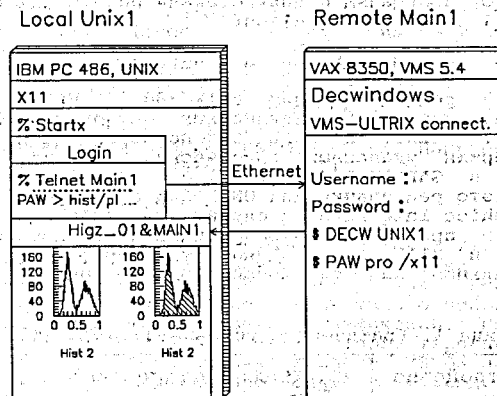


Рис. 3. Консоль UNIX 386 как X-терминал DECWINDOWS (VAX/VMS).

На локальном узле UNIX1 (IBM PC 486, UNIX) командой STARTX инициализируется пакет X11 и открывается алфавитно-цифровое окно Xterm с именем LOGIN. Далее по команде TELNET осуществляется выход на удаленный узел MAIN1 (VAX/VMS), где командой DECW локальный узел UNIX1 открывается как рабочая станция (X-терминал) пакета DECWINDOWS (VAX/VMS). Команда DECW задана в VMS посредством командной процедуры:

```
decw=="@jinr_root:[com]decw.com",
set display/create/transport=tcrcip/node="unix1".
```

Далее на удаленном узле MAIN1 запускается клиент - графическая программа, ориентированная на работу с DECWINDOWS. В приведенном примере это интерактивная программа анализа и представления данных PAW (Physics Analysis Workstation) /9/.

Программа PAW на VAX запускается одноименной командой /10/. Квалификатор /x11 задает версию программы (версия с графическим пакетом HIGZx11 и программным интерфейсом x11int к DECWINDOWS).

Во время инициализации пакета PAW (VAX/VMS) запрашивается тип рабочей станции (по умолчанию 1, см. таб. 1) и далее пакет X11 (UNIX) открывает графическое окно HIGZ_01, в котором по командам PAW, вводимым в окно LOGIN, отображается графическая информация.

Работа в смешанной сети с клиентом на UNIX и сервером на VMS (VAX, VAXstation) или MSDOS (IBM PC) в настоящее время в ЛВТА не может быть выполнена по следующим причинам:

- 1) UNIX-VMS - отсутствуют X-терминалы на VAX, - VAXstation поступят лишь в конце 1991 - начале 1992 г
- 2) UNIX-MSDOS - отсутствует программное обеспечение сетевой графики, работающей по протоколу TCP/IP под управлением MSDOS.

3.1 Объектные библиотеки пакета X11

Библиотека пакета X11 libX11.a и библиотека его сетевого обеспечения libinet.a расположены в системном каталоге /lib. Команда на трансляцию и сборку графической программы с библиотеками пакета X11 может выглядеть так: % cc my_X11_prog.c -lX11 -linet.

4. Графические пакеты GKSGRAL и GRALCGI

Пакет GKSGRAL - реализация для UNIX/386 и ULTRIX международного стандарта машинной графики для двумерных приложений GKS (Graphical Kernel System) /1/. Пакет GKSGRAL задействован на UNIX машинах ЛВТА ОИЯИ с целью поддержки удаленных графических устройств и популярных пакетов MAD /11/ и GARFIELD /13/.

Пакет GRALCGI - это реализация для UNIX/386 стандарта машинной графики CGI (Computer Graphics Interface) и служит для связи графических пакетов GKSGRAL и X11. GKS программа, скомпонованная с библиотеками пакетов GKSGRAL, GRALCGI и X11, может обмениваться графической информацией с X-терминалом локальной или удаленной IBM PC 486. (см. табл. 1).

Таблица 1. Графические устройства UNIX 386

| Устройство | HIGZ/GKS/CGI Тип | Графический пакет |
|----------------------------|------------------------|-----------------------|
| Console (VGA) | 1 | |
| Console (Tek mode) | 7879 | HIGZx11 (GKS entry) |
| Console (VGA) | 32120 | |
| Console (Tek mode) | 101,103 | (HIGZgks,) GKS (.CGI) |
| Falco | 7878 | |
| Tek4107 | 121 | (HIGZgks,) GKS |
| VT240 | 1020 | |
| VT340 | 1030 | |
| Falco | 7878 | |
| Tek401x | 7879 | HIGZx11 (GKS entry) |
| Hp7475A4 | 4011,4012 | (HIGZgks,) GKS |
| IBM PC/AT,MSDOS (Emulator) | 101,103,121, 1020,1030 | (HIGZgks,) GKS |

GKS программа может обмениваться графической информацией с консольным дисплеем IBM PC 486 в графическом окне Tekint, созданном в режиме Tektronix эмулятором терминалов Xterm пакета X11 (см. рис. 1). В каталоге \$GKS_ROOT/dat находится файл GRALX_20., используемый для настройки пакета GRALCGI. Этот файл копируется в текущий каталог и настраивается для работы GKS программы с требуемым X-терминалом локальной или удаленной IBM PC 486 (строка -display unix0:0).

4.1 Объектные библиотеки

В каталоге \$GKS_ROOT/lib находятся две объектные библиотеки GKS - gkslib.a, gksdriv.a и (UNIX 386) две объектные библиотеки пакета GRALCGI - cgikernel.a, cgidriv.a.

В командном файле gksenv каталога \$GKS_ROOT/mgr определены переменные среды gks, cgi и x11, упрощающие запись имен графических библиотек в командах сборки программ:

```
setenv gks "$GKS_ROOT/lib/gkslib.a $GKS_ROOT/lib/gksdriv.a"
setenv cgi "$GKS_ROOT/lib/cgidriv.a $GKS_ROOT/lib/cgikernel.a"
setenv x11 "/lib/libX11.a /lib/libinet.a"
```

Команда трансляции и сборки GKS программ, например, может выглядеть так: % mf77 my_GKS_prog, \$gks, \$cgi, \$x11.

5. Графические станции GKS

Графическая станция, по терминологии GKS /1/, это графическое устройство с одним или несколькими устройствами вывода. Это может быть как графический дисплей или плоттер, так и графический метафайл.

В качестве графических станций в ОИЯИ широко используются персональные компьютеры типа IBM PC разных модификаций. Выход на UNIX машины осуществляется посредством программ-эмуляторов терминалов и графических дисплеев (рис 2). Эмуляторы работают в среде MSDOS и настраиваются, с помощью внутреннего меню, на подходящий сетевой протокол:

- RS-232C (ST240, MSKermit),
- LAT (PCSA, Teemtalk, Zstem240),
- TCP/IP (PCTCP).

Принтер, подключенный к ПЭВМ, может быть использован для получения копии изображения с экрана.

Отметим, что ULTRIX (MicroVax II) поддерживает протоколы LAT (DECNET и TCP/IP (ETHERNET)), а UNIX/386 (IBM PC 486) - только протокол TCP/IP. MicroVax II доступен поэтому с любого терминала сети JINET, DECNET (через DECSERVER) или ETHERNET, а IBM PC 486 - только с узла сети ETHERNET.

Список мнемонических имен графических станций и их типов, поддерживаемых пакетами GKSGRAL, можно получить с помощью команды cat \$GKS_ROOT/dat/gks\$gtsdev.inc.

В прикладной программе каждая графическая станция задается своим идентификатором, идентификатором соединения и типом /1/:

```
call iopwk (iwk, icon, iwktyp) - открыть станцию (GKS)
call iopwk (iwk, icon, iwktyp) - открыть станцию (HIGZ /6/)
Здесь: iwk - идентификатор станции,
icon - идентификатор соединения,
iwktyp - тип станции (см. таб. 1).
```

5.1 Матричные принтеры EPSON, лазерные принтеры HP laserJet II и плоттеры HP-7475a4

Принтеры EPSON и HP laserjet II не поддерживаются графическим пакетом GKSGRAL. При локальном подключении этих принтеров к IBM PC, используемой, через посредство программы - эмулятора, в качестве графической станции на UNIX/386 или MicroVax II, можно получить на принтерах копию изображения с экрана. (Эмулятор TEEMTALK - клавиши ALT-G).

При задании идентификатора соединения в интервале 100 < icon < 199 для таких графических станций, как плоттер HP-7475 (iwktyp=4011, 4012), дисплей Tektronix-4010, 4014, (iwktyp=101, 103), Postscript принтеры (iwktyp=12203, 12204) пакет GKSGRAL создает выходные командные (plot- или postscript-) файлы с именами:

```
p10<iwktyp>.plt для плоттера,
fort.n, где n = icon - 100 для Tektronix и Postscript принтера
соответственно.
```

Plot- файл для Tektronix выводится на соответствующий дисплей командой cat, например:

```
% cat fort.1
```

Plot- или postscript- файлы выводятся на графическое устройство например, командой:

```
% cp p104011.plt /dev/...
% cp fort.1 /dev/..., где ... - файл, соответствующий
данному устройству /16,17/.
```

Получить твердые копии plot-файлов можно и на VAX 386. Для этого надо скопировать файлы с помощью программы FTP и воспользоваться системными и программными средствами VAX/VMS /10/.

Plot-файл для HP-7475 выводится на плоттер командой print с указанием имени системной выходной очереди для плоттера, например:

```
$ print/queue=main1_plots2 p104011.plt
```

Plot-файл для Tektronix вначале преобразовывается, с помощью графического редактора EDGR, к формату, пригодному для вывода на принтер HP laserjet II:

```
$ edgr <Tek_plot_file>.<ext>
```

Затем преобразованный файл с именем <Tek_plot_file>.plt выводится на принтер командой print с указанием имени выходной очереди для принтера, например:

```
$ print/queue=main1_laser2 fort.plt
```

5.2 Графический метафайл GKSM

По определению международной организации по стандартам ISO графический метафайл представляет собой независимый как от устройств, так и от приложений механизм передачи и хранения графических данных /1/.

Формат и содержание записей метафайла GKSM описаны в приложении стандарта GKS, и поэтому он известен еще и как Appendix E метафайл.

Тип (имя) графической станции для метафайла определен в реализации GKSGRAL для вывода - 4 (mae2do) и ввода - 5 (mae2di).

Для вывода метафайла на какое-то графическое устройство (дисплей, плоттер, принтер) необходим интерпретатор метафайла для этого устройства. Такими интерпретаторами являются команды GRVIEW и GRCONV на VAX 386 /10/.

Простая программа-интерпретатор метафайла GKSM находится в файле \$GKS_ROOT/bin/gksmint.f. Формат соответствующей команды:

```
gksmint -имя.GKSM файла
[-тип графической станции]
[-идентификатор соединения], где
-f - определяет имя входного файла,
-t - тип графической станции,
-c - идентификатор соединения. Задается в интервале 100-199,
для получения plot- или postscript-файла.
```

При задании в качестве типа графической станции символа '?' выдается список поддерживаемых пакетом GKSGRAL типов станций:

| | |
|-------------|---|
| 101,103 | - дисплей Tektronix 4010, 4014, |
| 1020,1030 | - дисплей VT240, 340, |
| 4011,4012 | - плоттер HP 7475 a4 (portrait, landscape), |
| 12203,12204 | - Postscript принтер (portrait, landscape), |
| 32120 | - X - терминал. |

6. Прикладные графические пакеты

Графические пакеты GKSGRAL, GRALCGI и X11 - пакеты нижнего уровня. Базовыми элементами или примитивами вывода в этих пакетах являются ломаная, полимаркер, текст, полигональная область и т.д. Для вывода таких графических объектов, как плот, гистограмма, элементы физических установок и др. в CERN разработан ряд графических пакетов высокого уровня:

```
Hplot /5/ - интерфейс к программному пакету Hbook /7/.
Higz - интерфейс к графическим пакетам GKSGRAL,
X11 и пакету по динамическому управлению
памятью Zebra /8/.
```

```
Gxplot /12/ - интерфейс к программному пакету Mad /11/.
Программные изменения коснулись в основном пакета Higz:
```

1) igsse - включен вывод в plot-файл для плоттера HP-7475 a4 и postscript-файл.

2) igttext - включены символы русского алфавита. Таблица соответствия символов русского, латинского, греческого алфавитов и спецсимволов содержится в postscript-файле \$CERN_ROOT/doc/albet.ps. Русский текст при задании его через подпрограмму igttext обрамляется символами "[[" и "]]". Переход от прописных к строчным буквам и наоборот - согласно описанию пакета HIGZ.

Подпрограммы пакета HIGZx11 имеют ENTRY входы, аналогичные по обращению и выполняемым действиям подпрограммам пакета GKSGRAL. Исключение составляют подпрограммы для работы с сегментами графических изображений и подпрограммы для инициализации пакета. Поэтому простые (без сегментации) GKS программы можно использовать для обмена графической информацией с X-терминалом локальной или удаленной IBM PC 486, дисплеями Falco или Tektronix 401x, используя HIGZx11 (рис.1, таб.1). Инициализация (открытие и активизация рабочей станции, задание атрибутов выходных данных и т. д.) должна осуществляться подпрограммами пакета HIGZx11.

Пример GKS программы /4/, исправленной для работы с пакетом HIGZx11, приведен в приложении. Отметим, что пакет Gxplot может использоваться независимо от пакета Mad для вывода графиков, гистограмм и т.д.

6.1 Объектные библиотеки

Объектные библиотеки прикладных графических пакетов находятся в каталоге \$CERN_ROOT/lib :

```
Hplot, Higzkern - graflib.a,
Higz (GKS)      - grafgks.a,
Higz (X11)     - grafx11.a,
Gxplot         - gxplot.a.
```

Там же находятся объектные библиотеки ряда прикладных пакетов программ CERN, необходимых для работы графических пакетов :

```
Hbook          - packlib.a,
Minuit /14/    - packlib.a,
Zebra         - zebra.a,
Kernlib /15/   - kernlib.a.
```

При инициализации сеанса работы пользователя выполняется командный файл \$CERN_ROOT/mgr/cernenv, в котором определен ряд переменных среды, упрощающих запись имен объектных библиотек CERN :

```
setenv lib      $CERN_ROOT/lib
setenv graflib $lib/graflib.a
setenv grafx11 $lib/grafx11.a
setenv packlib $lib/packlib.a
setenv kernlib $lib/kernlib.a
setenv zebra   $lib/zebra.a
```

Трансляция и сборка графической программы с использованием прикладных библиотек и этих переменных может выглядеть так :

```
% mf77 my_HIGZx11_prog.o, $grafx11, $graflib, $zebra, \
  $x11, $packlib, $kernlib -lc -lcposix
```

7. Заключение

Автор выражает признательность сотрудникам ЛВТА В.Н. Шкуденкову и И.В. Пузынину за любезно предоставленные IBM PC 386 и 486, а также А.К. Ломову, В.В. Мицыну и М.Ю. Попову за организацию и системную поддержку сети UNIX машин, за большую помощь в работе и консультации по системам UNIX, ULTRIX и сетям ETHERNET.

```
PROGRAM DUCK
common /pawc/ h(50000) ! HIGZx11
*** INCLUDE '/cern/gks/pro/dat/gks_enum.inc'
integer glsoli, gsolid, gast, gstrkp ! HIGZx11
INTEGER errfil, wkid, wktyp, metafl, conid
PARAMETER(errfil = 6, wkid = 1, metafl = 4)
CHARACTER*40 fname
REAL pxa(44), pya(44)
*** INTEGER asflst(1:13)
logical higs
DATA pxa/0.0, 2.0, 4.0, 6.0, 8.0, 10.0, 12.0, 14.0, 16.4, 17.0,
* 17.3, 17.8, 18.5, 20.0, 22.0, 24.0, 26.0, 28.0, 29.0, 28.8, 27.2,
* 25.0, 23.0, 21.5, 21.1, 21.5, 22.8, 24.1, 25.1, 25.2, 24.2, 22.1,
* 20.0, 18.0, 16.0, 14.0, 12.0, 10.0, 8.0, 6.1, 4.2, 3.0, 1.3, 0.0/
DATA pya/8.8, 7.6, 7.1, 7.4, 8.0, 8.9, 9.6, 9.9, 9.4, 9.7, 12.0,
* 14.0, 16.1, 17.0, 17.0, 16.0, 13.9, 13.1, 13.2, 12.3, 11.5, 11.5,
* 11.5, 11.2, 10.5, 9.0, 8.0, 7.0, 5.1, 3.6, 1.9, 1.1, 0.9, 0.7, 0.8,
* 1.0, 1.0, 1.2, 1.8, 2.1, 2.9, 4.1, 6.0, 8.8/
*** DATA asflst/13 *1/ ! set all ASFs
c Request the workstation type on which the program is to be run
WRITE(6,*) ' Give workstation type and conid ?'
READ (5,*) wktyp,conid
if (wktyp .eq. 101 .and. conid .eq. 101) then
open (unit=conid-100, carriagecontrol='none', status='new')
endif
CALL gopks (errfil, 0) ! open gks (BUFA not used)
CALL gopwk (wkid, conid, wktyp) ! open workstation
*** CALL gsasf (asflst) ! set attributes individually
CALL gacwk (wkid) ! activate workstation
else ! HIGZx11 variant
call mzpaw(50000, 'M') ! initialization ZEBRA
call iginit(10000) ! initialization HIGZx11
call igwkty(wktyp) ! request the workstation
conid = 1
call igsse(6, wktyp) ! open, activate workstation
endif
101 CALL gselnt (1) ! select norm transf
CALL gstrfp (1, gstrkp) ! set font l stroke precision
call gschh(1.5) ! set char height
CALL gsln (glsoli) ! set solid line type
CALL gsmk (gast) ! set asterisk marker type
CALL gsfa (gsolid) ! set solid fill area
CALL gswv (1, 0.0, 30.0, 0.0, 30.0) ! set window
CALL gsvp (1, 0.1, 0.5, 0.1, 0.5) ! set viewport in lower left
CALL gpl (44, pxa, pya) ! polyline
CALL gpm (44, pxa, pya) ! polymarker
CALL gfa (44, pxa, pya) ! fill area
CALL gschup (-1.0, 8.0) ! set char up vector
CALL gtx (8., 20., 'Quack !') ! text at position 8,20
CALL gsvp (1, 0.6, 1.0, 0.6, 1.0) ! move vpt to upper right
if (conid .lt. 100) call irqst(wkid, dnr, status, lch, fname)
if (higs) then
call igend ! close HIGZx11
else
CALL gdawk (wkid) ! deactivate workstation
CALL gclwk (wkid) ! close workstation
CALL gclks ! close GKS
endif
if (conid .eq. 101) close (unit=conid-100)
END
```

Литература

1. Г. Эндерле, Кэнси, Г. Пфафф.
Международный стандарт GKS.
Москва, Радио и связь, 1988.
2. Computer Graphics Interface,
ISO/TC 97/SC21/WG2 N 1406/1411 Working Draft
Geneva, May, 1986.
3. X WINDOW SYSTEM. User's Guide.
O'Reilly & Associates, Inc.
4. Guide to computer graphics at CERN
CERN/dd/us/111. March 1990.
Tobbsicke R, Defert P.
Recommended Standard for Unix Workstation Environment
Setup. CERN CN/AS/140.
5. Brun R., Couet O. and Cremel N.
CERN program library Y251.
Hplot users guide - Version 5. 1988.
6. Bock R., Brun R., Couet O., Nierhaus R.,
Cremel N., Vandoni C., and Zanarini P,
CERN program library Q120.
HIGZ - High level Interface to Graphic and Zebra.
1988.
7. Brun R. and Lienart D.
CERN program library Y250.
Hbook user guide - version 4. 1988.
8. Brun r. and Zoll j.
CERN program library Q100.
Zebra - data structure management system. 1989.
9. Brun R., Couet O., Vandoni C. and Zanarini P.
PAW - Physics Analysis Workstation.
CERN program library Q121, 1988.
10. В. К. Баламов
Машинная графика на VAX ЭВМ ОИЯИ
Сообщение ОИЯИ P10-91-308. Дубна, 1991.
11. Grots H., Chrisoph F.I. The MAD Program
(Metodical Accelerator Design)
Version 8.1. User's Reference Manual
CERN/SL/90-13 (AP). Geneve, May, 1990.
12. Grote H.
Gxplot User's Guide and Reference Manual,
CERN/LEP Theory Note 57, 1988.
13. Veendorf R.
Garfield, a drift-chamber simulation program.
CERN, March 1991.
14. James F. and Roos M..
CERN Program Library D506.
MINUIT - Function Minimization and Error Analysis. 1988.
15. CERN Program Library. 1989.
16. С. Баурн.
Операционная система UNIX.
Москва, Мир, 1986.
17. Mark G. Sobel.
A Practical Guide to the UNIX system.
The Benjamin/Commings Publishing, Inc.

Рукопись поступила в издательский отдел
3 декабря 1991 года.