



сообщения  
Объединенного  
Института  
Ядерных  
Исследований  
Дубна

Ц8412

K-238

23/iv-79

P11 - 12133

А.А.Карлов, А.С.Кирилов

1613/2-79

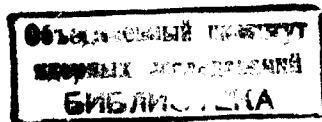
SING - ДИАЛОГОВАЯ ПОДСИСТЕМА  
ДЛЯ ГРАФИЧЕСКОГО ПРЕДСТАВЛЕНИЯ  
ОДНОМЕРНЫХ МАССИВОВ

1979

P11 - 12133

А.А.Карлов, А.С.Кирилов

**SING - ДИАЛОГОВАЯ ПОДСИСТЕМА  
ДЛЯ ГРАФИЧЕСКОГО ПРЕДСТАВЛЕНИЯ  
ОДНОМЕРНЫХ МАССИВОВ**



Карлов А.А., Кирилов А.С.

P11 - 12133

SING - диалоговая подсистема для графического представления одномерных массивов

Рассматриваются общие принципы построения и основные возможности диалоговой подсистемы для графического представления одномерных массивов. Подсистема ориентирована на работу с удаленной дисплейной станцией ЭВМ БЭСМ-6 ОИЯИ. Приведены примеры, иллюстрирующие использование подсистемы при построении графиков, гистограмм и т.д.

Подсистема построена с учетом технических и психологических требований современных диалоговых систем. Подсистема "открыта" для расширения и может быть адаптирована на других ЭВМ.

Работа выполнена в Лаборатории вычислительной техники и автоматизации ОИЯИ.

Сообщение Объединенного института ядерных исследований. Дубна 1979

Karlov A.A., Kirilov A.S.

P11 - 12133

SING - Dialogue Subsystem for Graphical Representation of One-Dimensional Array Contents

General principles of organization and main features of dialogue subsystem for graphical representation of one dimensional array contents are considered. The subsystem is developed for remote display station of JINR BESM-6 computer. Some examples of using the subsystem for drawing curves, histograms etc. are given. The subsystem is developed according to modern dialogue systems requirements. It is "open" for extension and could be installed into other computers.

The investigation has been performed at the Laboratory of Computing Techniques and Automation, JINR.

Communication of the Joint Institute for Nuclear Research. Dubna 1979

## 1. ВВЕДЕНИЕ

Графическое представление результатов является неотъемлемой и важной частью большинства физических публикаций. Определяющее значение такое представление имеет при решении физических задач с помощью диалоговых систем, что выдвигает, в частности, соответствующие требования к возможностям удаленной дисплейной станции (УДС) БЭСМ-6 ОИЯИ<sup>/1/</sup>.

Математическое обеспечение УДС<sup>/2/</sup> в составе дисплейной библиотеки<sup>/3/</sup> имеет ряд подпрограмм, которые в известной степени помогают решить задачу. Однако этот набор обладает ограниченными возможностями, а его применение требует от пользователя довольно больших программистских усилий. Развитие и объединение набора дисплейных подпрограмм в единую диалоговую подпрограмму было сделано в<sup>/4/</sup>, что позволило упростить процедуру использования и расширить возможности графического представления данных на УДС. Тем не менее, данная разработка была ориентирована на использование при решении определенного класса задач и уступала по своим возможностям известным аналогичным системам (например<sup>/5, 6/</sup>). Следует отметить, что особенность реализации этой подпрограммы, а именно - программирование диалога без применения системных диалоговых средств, разработанных лишь в последнее время (унифицированный механизм обработки сообщений, диалоговые переменные и т.д.)<sup>/8,9/</sup>, хотя и улучшила некоторые эксплуатационные характеристики подпрограммы (объем требуемой памя-

ти, скорость ответа и т.п.), но привела к необходимости кропотливого труда при попытках дальнейшего развития этой подпрограммы.

Появление в составе математического обеспечения УДС системных средств для работы с диалоговыми переменными /8/ создало условия для разработки специализированных подсистем представления и анализа данных в режиме диалога; в частности, появилась возможность создания отдельной подсистемы для графического представления числовых массивов.

Принципиальное отличие диалоговой подсистемы как самостоятельной единицы от пакета (набора) подпрограмм состоит в том, что от пользователя не требуется предусматривать в своей программе необходимость (возможность) обращения к подсистеме, структуру диалога при работе с подсистемой и заботиться о всякого рода действиях (по организации представления, анализа и регистрации данных), которые в случае работы с набором подпрограмм неизбежны и требуют от пользователя дополнительных, иногда весьма ощутимых затрат, непосредственно не связанных с программированием его основной задачи. Связь программы пользователя с подсистемами осуществляется через диалоговые переменные, которые являются для подсистемы входными параметрами. В результате обеспечивается простое подключение подсистемы на любом этапе в процессе диалога путем ввода соответствующего системного сообщения.

## 2. НАЗНАЧЕНИЕ И ОСОБЕННОСТИ

Подсистема SING (System for Interactive Numerical Graphics) предназначена для графического представления одномерных числовых массивов, объявленных в качестве диалоговых. Без дополнительного объявления ей доступны все диалоговые переменные, существующие в момент подключения. Подсистема не объявляет собственных диалоговых переменных.

При разработке диалоговой подсистемы SING были рассмотрены возможности программ и систем аналогичного назначения /5,6,7/, а одна из них /6/ в известной степени послужила прототипом. Кроме того, были учтены

основные требования, возникающие при подготовке графических иллюстраций к публикациям, докладам и проч.

Подсистема SING составлена по правилам и на основе унифицированного механизма обработки сообщений /9/, что, в частности, автоматически гарантирует защиту диалога от фатальных ошибок. Ядро подсистемы занимает около 300<sub>8</sub> ячеек памяти ЭВМ БЭСМ-6, но суммарный объем подпрограмм значительно больше. Требования к памяти в процессе работы с подсистемой зависят от конкретных функций, выполняемых в данный момент, но не превышают 6,5К; вызов исполнительных подпрограмм выполняется, как правило, через системную подпрограмму LOADGO.

Следует отметить, что подсистема SING реализована таким образом, что отдельные ее подпрограммы могут быть использованы самостоятельно для построения графиков, гистограмм и т.п. на экране дисплея путем прямого обращения из программы пользователя.

Как массивы действительных чисел, так и массивы целых чисел рассматриваются и обрабатываются подсистемой одинаково, как действительные.

Подсистема допускает графическое представление как самостоятельных одномерных массивов, так и функциональных зависимостей вида  $Y(X)$ , где  $X$  и  $Y$  представляют собой отдельные массивы.

Работа с пользователем в подсистеме организована с учетом не только технических, но и психологических требований современных диалоговых систем.

Основной принцип - "Максимальная простота использования в сочетании с широким спектром возможностей" - позволяет успешно эксплуатировать подсистему и начинающим, и опытным пользователям.

Широкое применение правила умолчания при задании параметров графического представления позволяет начать работу с подсистемой и получать удовлетворительные результаты с помощью одной-двух команд, что особенно привлекательно для начинающих пользователей; достаточно знать простейшие варианты пяти-шести команд, чтобы производить построение графиков любых типов, возможных в подсистеме. Опытным пользователям предоставлен

развитый командный язык, который обеспечивает доступ ко всем как общепринятым, так и специальным возможностям подсистемы. Полный перечень команд языка приведен в приложении 1.

Структура подсистемы имеет один уровень, поэтому каждая команда доступна в любой момент диалога. Это еще более упрощает обучение работе с подсистемой и ее использование.

Командный язык подсистемы SING имеет две основные особенности:

1) Наряду с командами, имеющими фиксированное назначение, большая группа команд имеет "контекстный смысл", их действие зависит от этапа диалога и может изменяться довольно широко.

2) Основные команды имеют переменный список параметров.

Эти свойства командного языка обеспечивают преемственность действий пользователя по мере накопления им опыта работы с подсистемой и более близкого знакомства с ее возможностями, скрытыми на начальном этапе правилом умолчания. Они же позволяют поддерживать общее число команд подсистемы в разумных пределах. Кроме упомянутых особенностей, языку присуща некоторая функциональная избыточность, введенная специально для удобства опытных пользователей.

Язык подсистемы располагает справочными текстами, доступными пользователю в любой момент диалога. Краткая инструкция содержит перечень основных команд, которые могут потребоваться начинающему пользователю. В полном списке приведены сведения о всех командах языка.

Каждая команда, введенная пользователем в процессе диалога, проходит полный синтаксический, а также максимально возможный семантический контроль. Это позволяет обнаружить практически все ошибки и организовать развитый аппарат диагностики.

### 3. ОСНОВНЫЕ ГРАФИЧЕСКИЕ ВОЗМОЖНОСТИ

SING располагает следующими основными возможностями графического представления:

- построение графиков различными способами (последовательность узловых точек, линейная интерполяция между узловыми точками, гистограммы, изображение графиков с заданными ошибками);
- групповое построение графиков нескольких функций;
- построение нескольких отдельных графиков в разных частях экрана;
- построение фрагментов любых графиков;
- использование при вычерчивании кривых различных текстур линий (сплошной, точечной, пунктирной и точечно-пунктирной), а также различных способов изображения заданных ошибок;
- включение в состав картинки любого текста в качестве пояснительного;
- при необходимости формирование надписей к осям.

### 4. ПРИМЕРЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ

Далее на ряде примеров рассмотрены возможности подсистемы SING. Фотографии сделаны с экрана дисплея Tektronix-611, который входит в состав УДС.

#### 4.1. График функции

Пусть необходимо построить график функции E3 от аргумента X (здесь и далее в качестве имен функций и аргументов указываются имена соответствующих массивов, объявленных в качестве диалоговых переменных). Проще всего это сделать, введя команду:

GRF, E3, X.

Результат построения приведен на рис. 1. Отметим, что если рассматривать массив E3 как самостоятельный, то его графическое представление можно получить командой:

GRF, E3

#### 4.2. График нескольких функций

Для группового построения графиков для массивов C1, C2, C3, D1, D2 можно воспользоваться командой:

OVM, C1, C2, C3, D1, D2

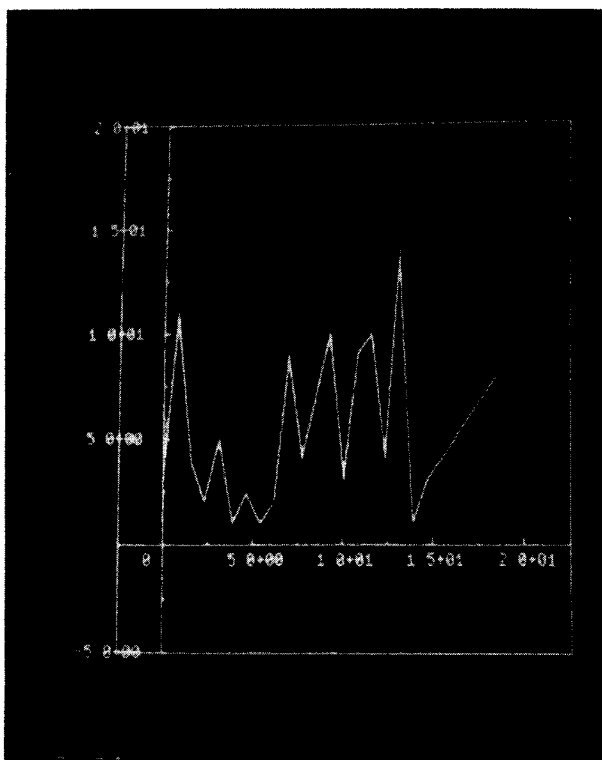


Рис. 1.

Как видно из рис. 2, для лучшей наглядности при вычерчивании кривых автоматически использованы разные текстуры линий: первая кривая изображена сплошной линией, вторая - пунктирной, третья - точечной, четвертая - точечно-пунктирной, пятая - вновь сплошной. Этот порядок чередования текстур является неизменным для команды OVM.

#### 4.3. График функции с ошибками

Необходимо построить график функции F2 от аргумента X; задан массив ошибок функции (FE) и массив ошибок аргумента (XE). На этот график надо наложить график кривой C2 также от аргумента X.

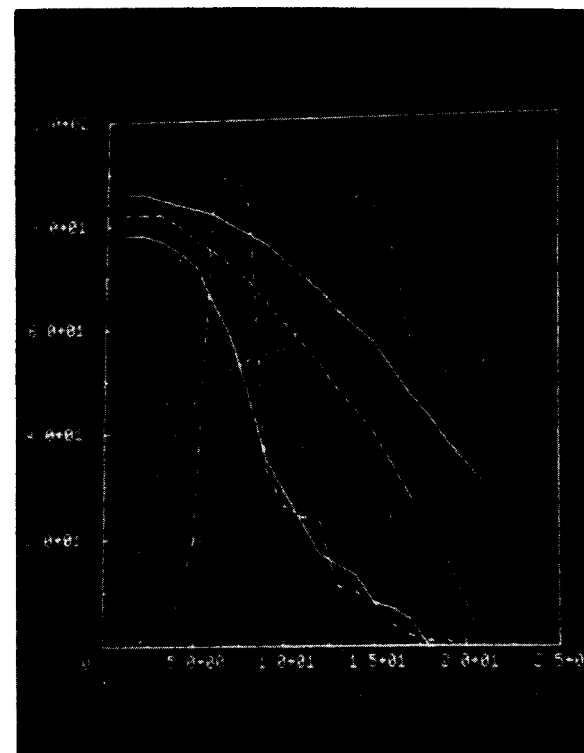


Рис. 2.

Требуемый результат (см. рис. 3) достигается двумя командами:

```
ERV, F2, X, FE, XE
ADC, C2, X
```

Приведенные примеры демонстрируют простоту использования подсистемы SING в тех случаях, когда прежде всего важен сам график, а различные "аксессуары" несущественны (например, при оперативной оценке промежуточных результатов).

Для иллюстрации других возможностей рассмотрим более сложные примеры.

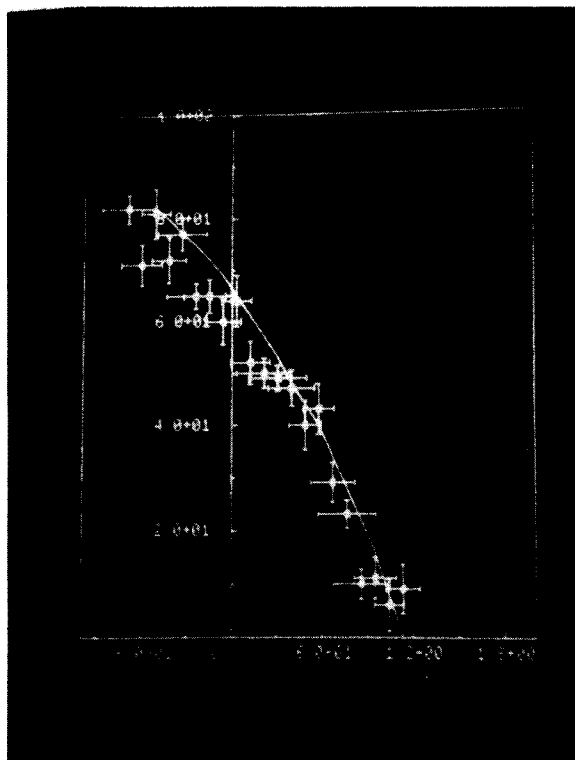


Рис. 3.

#### 4.4. Сложный совместный график

Необходимо построить гистограмму для массива D1 и наложить на нее кривую для массива Y1, изображенную точечной линией. Кроме того, следует надписать оси: ось X - "UNITS", ось Y - "DENSITY", изменить формат разметки осей на F6.1 и вывести на экран дату построения. На график должна быть наложена масштабная сетка.

Один из возможных вариантов выполнения этого задания имеет вид (см. рис. 4):

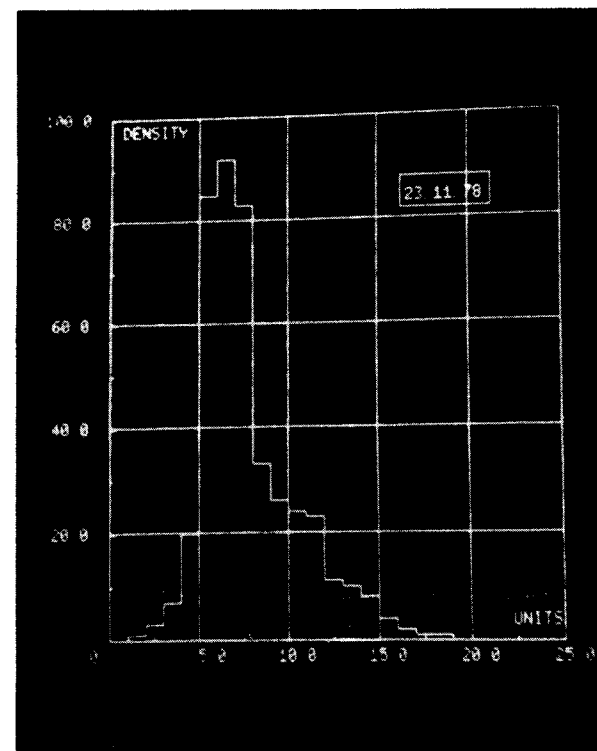


Рис. 4.

```

GRID
AXL, 'F6.1', 'F6.1'
HST, D1
LBX, 'UNITS', 5
LBY, 'DENSITY', 7
TYP, 'L.'
ADC, Y1
TEXT
650, 750, 10, 10
Y
23.11.78
    
```

```

Построение сетки
Изменение формата надписей
Построение гистограммы
Надпись для оси X
Надпись для оси Y
Задание текстуры графика кривой
Построение графика (с наложением)
    
```

```

Задание области экрана для ввода
текста и ввод текста (даты)
    
```

#### 4.5. Построение двух графиков в разных частях экрана

На одной картинке необходимо изобразить график функции  $Y2$  от аргумента  $X$  и фрагмент графика этой же функции, находящийся в прямоугольнике:  $2 \leq X \leq 3$ ,  $-13 \leq Y2 \leq -11$ .

Полный график должен находиться в правом верхнем углу экрана, а фрагмент занимать левую половину экрана и быть покрытым масштабной сеткой. В свободную часть экрана необходимо поместить надпись "GRAPHIC AND IT'S FRAGMENT IN THE SAME PICTURE".

Следующая последовательность команд позволяет выполнить это задание (результат см. на рис. 5):

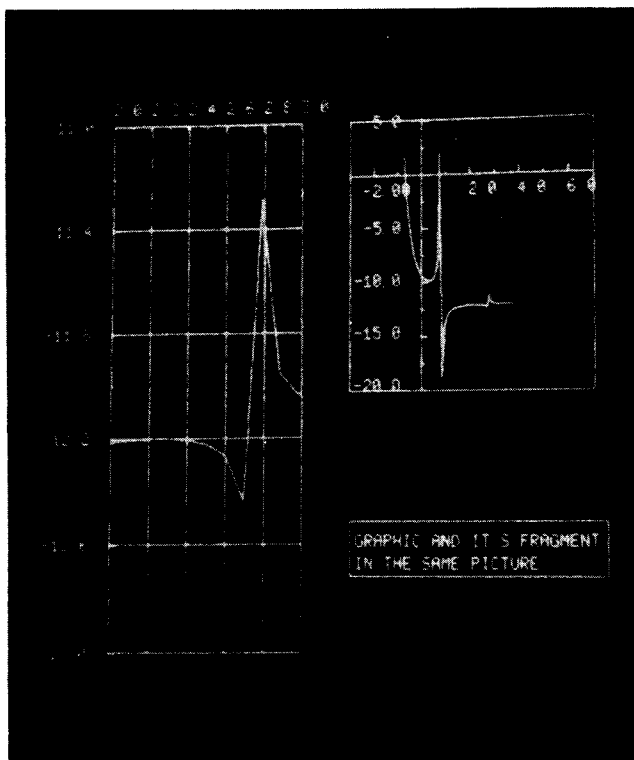


Рис. 5.

```
SCR, 550, 950, 500, 870
GRF, Y2, X
SCR, 150, 470, 150, 870
RNG, 2, 3, -13, -11
```

```
GRID
GRI, Y2, X
```

```
TEXT
560, 290, 6, 30
Y
GRAPHIC AND IT'S FRAGMENT
IN THE SAME PICTURE
```

Задание области экрана  
Построение графика  $Y2(X)$   
Задание области экрана  
Задание нужного диапазона  
переменной  
Построение сетки  
Построение фрагмента графика  $Y2(X)$

Задание области экрана  
для ввода текста и ввод  
текста

#### 5. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Опыт работы с подсистемой SING подтверждает правильность принципов, положенных в основу ее разработки и реализации. Подсистема удобна в эксплуатации, "открыта" для расширения и может быть адаптирована на других ЭВМ, где имеется аппарат обработки сообщений и реализован режим работы с диалоговыми переменными.

#### ПРИЛОЖЕНИЕ

##### Командный язык подсистемы SING

Ниже перечислены все команды подсистемы SING, доступные пользователю в настоящее время. Для краткости описание параметров не приводится, по этой же причине указано только основное назначение команд.

Принята следующая терминология:

"График" - графическое представление одной или нескольких функций вместе с изображением (по выбору) осей, пояснительных надписей и т.п.

"Функция типа  $A(N)$ " - функция, значения которой заданы массивом  $A = \{a_i\}$ , где  $i=1, \dots, N$ , т. е. функция, образованная совокупностью точек  $(i, a_i)$ .



"Функция типа  $Y(X)$ " - функция, значения которой заданы массивом  $Y = \{y_i\}$ , от аргумента, заданного массивом  $X = \{x_j\}$ , где  $i = 1, \dots, M; j = 1, \dots, N$ , т.е. функция, образованная совокупностью точек  $\{x_k, y_k\}$ , где  $k = 1, \dots, \min(M, N)$ .

Подключение подсистемы SING к программе пользователя выполняется после ввода на УДС системного сообщения:

/A, SING

Выход из подсистемы SING осуществляется по системным командам /9/:

/R - возврат в программу пользователя на тот уровень, с которого произошел вызов подсистемы;

/I - возврат в программу пользователя на первый (начальный) уровень структуры диалога;

/S - возврат на системный уровень (диалоговый монитор), с которого осуществляется вызов программ пользователей;

/F - прекращение сеанса работы с УДС (т.е. прекращение выполнения задачи пользователя).

## 1. Предварительные команды

### 1.1. Задание "окна"

RNG - задание границ "окна" (диапазонов изменения переменных пользователя) в явном виде;

SCL - включение режима автоматического масштабирования;

NSC - выключение режима автоматического масштабирования;

MAP - автоматическое вычисление границ "окна" с учетом общих экстремумов нескольких функций;

NMP - отмена действия команды (или последовательности команд) MAP.

### 1.2. Задание поля индикации

SCR - задание области экрана, предназначенной для построения графиков.

### 1.3. Задание характеристик изображаемых графиков

TYP - задание способа построения графика, текстуры линий и способа изображения ошибок; действие команды распространяется только на одну (следующую) кривую;

TLN - выбор линейной интерполяции в качестве способа построения последующих графиков с возможностью задания текстуры линий через параметр;

THS - выбор режима построения последующих графиков в виде гистограмм с возможностью задания текстуры линий через параметр;

TRN - задание режима построения последующих графиков в виде совокупности узловых точек;

TEB - задание (через параметр) способа изображения ошибок для последующих графиков.

## 2. Команды построения графиков

Если команда предназначена для построения графиков функций только одного типа  $A(N)$  или  $Y(X)$ , он упомянут в описании команды, иначе допустимыми являются оба типа.

Во всех случаях, кроме специально оговоренных, способ построения графиков, текстура линий и т.п. или предварительно указываются пользователем (команды пункта 1.3), или принимаются по умолчанию.

### 2.1. Построение графиков одиночных функций

GRF - построение графика функции;

HST - построение графика функции в виде гистограммы;

ERB - построение графика функции с ошибками для функции и аргумента;

ERY - построение графика функции типа  $Y(X)$  с ошибкой только для функции.

## 2.2. Наложение графиков

ADC - наложение графика функции на предыдущий график;

ADE - наложение графика функции с ошибками на предыдущий график;

## 2.3. Групповые команды для построения графиков нескольких функций

OVF - построение графика нескольких функций типа  $Y(X)$ ;

OVM - построение графика для нескольких функций типа  $A(N)$ .

Примечание: Для этих команд текстура линий отдельных кривых выбирается автоматически в зависимости от позиции параметров, определяющих эту кривую. Так, кривая, соответствующая первой функции, изображается сплошной линией, вторая - штриховой, третья - точечной, четвертая - гочечно-пунктирной, пятая - вновь сплошной и т.д. Это соответствие является фиксированным.

## 3. Прочие команды

### 3.1. Системные режимы и параметры

AXS - выбор режима работы, при котором вместе с каждым графиком изображаются координатные оси;

NAX - отказ от построения осей;

GRID - задание режима работы с масштабной сеткой, при котором она формируется для каждого графика;

NGR - отказ от формирования сетки;

FRA - выбор режима работы, при котором каждый график заключается в рамку;

NFR - отказ от построения рамки;

EDP - ввод в режиме редактирования нового числа интервалов и подинтервалов для осей;

AXL - замена спецификаций форматов для изображения меток к осям.

## 3.2. Сервисные команды

ERA - полное удаление изображения с экрана (очистка экрана);

LBX - надписывание горизонтальной оси;

LBV - надписывание вертикальной оси;

TEXT - включение пояснительного текста (комментария) в изображение;

TEACH - высвечивание на экране справочной информации о языке подсистемы.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Кавченко А.В. и др. ОИЯИ, P10-9325, Дубна, 1975.
2. Заикин Н.С. и др. ОИЯИ, 10-9326, Дубна, 1975.
3. Карлов А.А. и др. ОИЯИ, B1-11-11999, Дубна, 1978.
4. Александров А.В. и др. ОИЯИ, 10-11842, Дубна, 1978.
5. Баяковский Ю.М. и др. ИПМ, 41, Москва, 1972.
6. Hegedorn R. et al. CERN, 73-5, Geneva, 1973.
7. Watkins H. CERN, 78-06, Geneva, 1978.
8. Карлов А.А., Смолякова Т.Ф., ОИЯИ, D10,11-11264, Дубна, 1978, с. 485-493.
9. Карлов А.А., Смолякова Т.Ф., ОИЯИ, P11-10440, Дубна, 1977.

Рукопись поступила в издательский отдел  
27 декабря 1978 г.