

Ц 841 2

P-598

СООБЩЕНИЯ  
ОБЪЕДИНЕННОГО  
ИНСТИТУТА  
ЯДЕРНЫХ  
ИССЛЕДОВАНИЙ

ДУБНА



ЛЯП

P11 - 11273

2147/4-78

А.Д.Рогов, Б.Г.Щинов

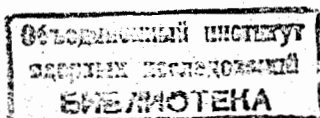
РЕАЛИЗАЦИЯ КОМПЛЕКСА  
ГРАФИЧЕСКИХ ПРОГРАММ ГРАФОР  
НА ТЕРМИНАЛАХ ТИПА ТЕКТРОНИХ

**1978**

P11 - 11273

А.Д.Рогов, Б.Г.Щинов

РЕАЛИЗАЦИЯ КОМПЛЕКСА  
ГРАФИЧЕСКИХ ПРОГРАММ ГРАФОР  
НА ТЕРМИНАЛАХ ТИПА ТЕКТРОНИХ



Рогов А.Д., Шинюв Б.Г.

P11 - 11273

Реализация комплекса графических программ ГРАФОР  
на терминалах типа ТЕКТРОНИХ

Описан способ реализации на терминалах типа ТЕКТРОНИХ, подключенных к ЭВМ CDC-6500, комплекса графических программ высокого уровня ГРАФОР. По сравнению с графической библиотекой CDC-LCGTVR2 ГРАФОР позволяет высвечивать на экране терминала перспективные изображения поверхностей и пространственных кривых. В части, касающейся плоских изображений, ГРАФОР обеспечивает создание существенно более компактных программ.

В работе описаны программы-генераторы изображения на экране терминала и изменения в комплексе ГРАФОР, учитывающие специфику ЭВМ CDC-6500.

Работа выполнена в Отделе новых методов ускорения ОИЯИ.

Сообщение Объединенного института ядерных исследований. Дубна 1978

Rogov A.D., Shchinov B.G.

P11 - 11273

Adaptation of GRAFOR Graphical Subroutine Package  
on TEKTRONIX Terminals

Adaptation of GRAFOR graphical subroutine package, written in a high level language, on TEKTRONIX terminals switched to CDC-6500 computer is described. GRAFOR allows one to display on a terminal screen two-dimensional representation of surfaces and space curves to CDC graphic library LCGTVR2. For two-dimensional graphics objects, GRAFOR lets users to acquire shorter programs, than LCGTVR2. Routines to produce graphic displays on the terminal screen and alterations in the GRAFOR subroutine package taking into account specific features of the CDC-6500 computer are described.

The investigation has been performed at the Department of New Acceleration Methods, JINR.

Communication of the Joint Institute for Nuclear Research. Dubna 1978

## ВВЕДЕНИЕ

Оснащение CDC-6500 ЛВТА ОИЯИ графическими терминалами (типа ТЕКТРОНИХ-4012,4014) открыло пользователям этой машины доступ к графическому обеспечению, разработанному фирмой CDC. Программы графического комплекса собраны в библиотеку LCGTVR2 и позволяют высвечивать на экране терминала точки, векторы, четырехугольники, окружности, эллипсы, строки текста, графики функций одной переменной, присваивать имена графическим объектам и осуществлять (в интерактивной моде) взаимодействие с этими объектами. В библиотеке, однако, нет программ для построения плоского перспективного изображения поверхностей и пространственных кривых, что существенно сужает круг применений \* LCGTVR2.

В данной работе описываются особенности реализации на CDC-6500 другой графической системы - ГРАФОР, позволяющей строить все графические объекты, которые можно построить с помощью LCGTVR2, и, кроме того, содержащей программы, восполняющие указанный выше пробел в библиотеке LCGTVR2.

ГРАФОР - комплекс графических программ на ФОРТРАНе - разработан в ИПМ АН СССР (см. /1-5/). Он содержит 4 части. Часть I решает задачи, аналогичные LCGTVR2, и обеспечивает возможность построения "плоских" объектов. Общая длина части I примерно 2,5К. Во II и III части включены программы аффинных преобразований, построений в полярных и логарифмических системах координат, программы аппроксимации функ-

ций гладкими кривыми (сплайн - аппроксимации и др.). Наконец, IV часть программно обеспечивает "трехмерные" построения. Длина программ этой части ~3К. В отличие от LCGTVR2 ГРАФОР ориентирован в основном на неинтерактивную работу: вывод картинка осуществляется в процессе ее описания.

Авторы ГРАФОР а уделили особое внимание мерам, обеспечивающим относительную независимость его от машины, операционной системы и графических устройств. Простота адаптации обеспечивается, прежде всего, тем, что ГРАФОР в значительной своей части написан на ФОРТРАНе и, во-вторых, тем, что особенности комплекса локализованы в нескольких программах нижнего уровня, в основном в программе PLOT - генераторе прямых линий. При смене графического устройства только эта программа подвергается изменениям. Все остальные программы комплекса не зависят от устройства.

В настоящее время ГРАФОР работает на БЭСМ-6. Информация выводится на лист бумаги посредством граф-плоттера CALCOMP.

При реализации ГРАФОР а на CDC-6500 в качестве генератора прямых линий естественно использовать соответствующую подпрограмму из LCGTVR2.

Первое время PLOT основывалась на подпрограмме QLINE. Быстро выяснилось, однако, что такой генератор неприемлем из-за существенных затрат оперативной памяти машины. Связано это с особенностями устройства графической библиотеки CDC. LCGTVR2 имеет три уровня, каждый из которых позволяет, в принципе, построить все разрешенные графические объекты. Q-уровень (см. /6/), самый высокий в библиотеке, требует со стороны программиста минимума затрат, но кроме программ своего уровня использует программы двух низлежащих. Это приводит к тому, что типичная длина загрузки составляет ~30К, причем программа пользователя занимает 1-2К. Поскольку QLINE - подпрограмма Q-уровня, то генератор PLOT, построенный на ее основе, занимает около 10К. GUGI -уровень (см. /7/) - средний в библиотеке. К программисту, описывающему графический объект на GUGI -уровне, предъявляются несколько

большие требования, чем к программисту Q-уровня. Подпрограммы GUGI -уровня обращаются к программам только нижнего GC-уровня LCGTVR2. Поэтому результирующая длина загружаемого в память модуля получается меньшей, чем при работе на Q-уровне. Еще некоторой экономии памяти можно добиться, отказавшись от накопления информации в специальный буфер, а сразу выводя ее на экран (режим pass through buffer). В результате генератор PLOT, написанный на основе GULIN, занимает примерно 5К. На основе этого генератора работает в настоящее время на CDC смешанный комплекс LCGTVR2+GRAFOR4 (последний является IV частью ГРАФОР а).

Для создания наиболее компактного генератора PLOT необходимо обратиться к GC-уровню, выделить функционально наиболее существенные части подпрограмм и вообще отказаться от LCGTVR2. Поставленная задача решается с помощью пяти написанных подпрограмм-генераторов изображения на экране терминала :GCOMAND, GCLOAD, .GCPACK, FLUSH, CLEAR. Суммарная длина этих подпрограмм составляет 350 слов. Описание данных программ и основанного на них генератора прямых линий содержится в §2 данной работы. (Описания даются в форме, принятой в ГРАФОР е).

Реализация ГРАФОР а на CDC-6500 потребовала внесения некоторых изменений в сам комплекс. Эти изменения сделаны таким образом, чтобы для пользователя почти полностью сохранились все обращения и правила работы, описанные в /1-5/. Часть автокодных программ низшего уровня переписана применительно к CDC-6500. Заново написана программа SYMTAB, которая вместе с программой SYMBOL образует генератор символов, расширяющий возможности аппаратного генератора символов терминала. В частности, в число допустимых символов включены русские буквы. Подробности о работе генератора и воспроизводимых им символах приведены в §1. §3 содержит примеры использования ГРАФОР а на терминалах CDC-6500. Наконец, в Приложении дается таблица (аналогичная приведенной в вып. 5 /5/) основных



Таблица 1

№	Символ	Дисплей-код (8)	Знак на клавиатуре	№	Символ	Дисплей-код (8)	Знак на клавиатуре
1	/	50	/	33	E	05	E
2	+	45	+	34	F	06	F
3	-	46	-	35	G	07	G
4	пробел	55	Blank	36	H	10	H
5	.	57	.	37	I	11	I
6	)	52	)	38	J	12	J
7	¢	53	¢	39	K	13	K
8	*	47	*	40	L	14	L
9	,	56	,	41	M	15	M
10	(	51	(	42	N	16	N
11	=	54	=	43	O	17	O
12	Б	60	#	44	P	20	P
13	Г	61	[	45	Q	21	Q
14	Д	71	?	46	R	22	R
15	Ж	62	]	47	S	23	S
16	З	63	%	48	T	24	T
17	И	64	"	49	V	25	V
18	П	66	!	50	✓	26	✓
19	Л	65	RUB OUT	51	W	27	W
20	Ф	67	&	52	X	30	X
21	Ц	70	'	53	Y	31	Y
22	Ш	72	<	54	Z	32	Z
23	Щ	73	>	55	0	33	0
24	Ы	74	@	56	I	34	I
25	Ь	75	\	57	2	35	2
26	Э	76	^	58	3	36	3
27	Ю	00	:	59	4	37	4
28	Я	77	;	60	5	40	5
29	А	01	A	61	6	41	6
30	В	02	B	62	7	42	7
31	С	03	C	63	8	43	8
32	Д	04	D	64	9	44	9

ОИЯИ

ЛАБОРАТОРИЯ НЕЙТРОННОЙ ФИЗИКИ  
ОТДЕЛ НОВЫХ МЕТОДОВ УСКОРЕНИЯ

А. РОГОВ, Б. ЩИНОВ  
РЕАЛИЗАЦИЯ КОМПЛЕКСА ГРАФИЧЕСКИХ  
ПРОГРАММ ГРАФОР НА  
ТЕРМИНАЛАХ ТИПА TEKTRONIX

ДУБНА-1977

Рис. 1

4. Предельные размеры страницы:

XL | ≤ 20 см для TEKTRONIX-4012  
| ≤ 38 см для TEKTRONIX-4014.

YL | ≤ 15 см для TEKTRONIX-4012  
| ≤ 28 см для TEKTRONIX-4014.

5. Экран очищается.

6. Страница очерчивается.

Требуемые подпрограммы

WDB, RDB, IWDB, CMS, PLOT, BOX,  
CONNEX, CLEAR, GCLASS.

Язык

ФОРТРАН.

## Программа ENDPG

### Назначение программы

Завершить высвечивание графического объекта.

### Форма обращения

CALL ENDPG (NP).

### Описание параметров

NP – фиктивный параметр.

### Замечание

Обращение к этой программе обязательно, по крайней мере один раз в конце основной программы.

### Требуемые подпрограммы

FLUSH.

### Язык

ФОРТРАН.

## Программа PLOT

### Назначение программы

Присвоить заданные значения координат точке, где находится в данный момент луч, или перевести луч в указанную точку с высвечиванием или без высвечивания линии.

### Форма обращения

CALL PLOT (IX, IY, J).

### Описание параметров

- IX – целая переменная, задающая положение луча по X,  
IY – целая переменная, задающая положение луча по Y,  
J – управление лучом:

J = 0 – присвоить значение координат точке, где находится луч,

J < 0 – перевести луч из текущей точки в точку с координатами (IX, IY) без высвечивания линии,

J > 0 – перевести луч из текущей точки в точку с координатами (IX, IY) с высвечиванием линии.

### Замечания

1. Пределы изменения IX и IY:

$0 \leq IX \leq \begin{cases} 1024 & \text{для ТЕКТРОНИХ-4012} \\ 4096 & \text{для ТЕКТРОНИХ-4014,} \end{cases}$

$0 \leq IY \leq \begin{cases} 780 & \text{для 4012} \\ 3120 & \text{для 4014.} \end{cases}$

### Требуемые подпрограммы

GCPACK, GCOMAND.

### Язык

ФОРТРАН.

## Программа GCOMAND

### Назначение программы

Преобразовать координаты луча в команды для терминала.

### Формы обращения

CALL GCOMAND (IX, IY, N, IBYTE).

### Описание параметров

IX, IY – целые переменные, задающие положение луча по X и Y,

N – входной-выходной параметр, контролирующий количество команд,

IBYTE – массив, содержащий команды (в каждом слове по одной команде, расположенной в крайних правых позициях слова).

### Замечания

1. Каждая команда терминала занимает 12 бит.
2. Для ТЕКТРОНИХ-4012 пара координат (IX, IY) преобразуется GCOMAND в четыре 12-битовый байта, и для ТЕКТРОНИХ-4014 - в пять 12-битовых байтов.

### Требуемые подпрограммы

Нет.

### Язык

ФОРТРАН.

Программа GCLOAD

### Назначение программы

Переслать командные байты в дисплейный буфер.

### Форма обращения

CALL GCLOAD (IB, ITB, IBUF, OBUF).

### Описание параметров

IB - число пересылаемых байтов,

ITB - полное число 8-битовых байтов, упакованных в дисплейный буфер,

IBUF - массив команд (в каждом слове по одной команде, расположенной в 12 правых позициях),

OBUF - дисплейный буфер (массив длиной 31 слово).

### Требуемые подпрограммы

Нет.

### Язык

ФОРТРАН.

Программа GCPACK

### Назначение программы

Сформировать дисплейный буфер и передать изображения на экран терминала.

### Формы обращения

CALL GCPACK (IBYTE, NB, ICODE, IBEAM).

### Описание параметров

IBYTE - массив, содержащий координатные или управляющие байты (правые 12 бит в каждом слове),

NB - число пересылаемых байт (размерность

IBYTE ),

ICODE - управляющее слово,

ICODE=1 - продолжить упаковку дисплейного буфера до заполнения и высветить весь буфер,

ICODE=3 - закончить упаковку дисплейного буфера и высветить упакованную часть буфера,

IBEAM - управление лучом:

IBEAM=0 - формируемая часть изображения не будет высвечена на экране,

IBEAM=1 - формируемая часть изображения будет высвечена на экране.

### Замечание

Непосредственная передача информации из дисплейного буфера на экран производится оператором BUFFER OUT из подпрограммы GCSNDBF с использованием файла TAPE 60. Этот файл должен быть описан в операторе PROGRAM основной программы.

### Требуемые подпрограммы

GCLOAD, GCOMAND, GCSNDBF.

### Язык

ФОРТРАН.

Программа FLUSH

### Назначение программы

Высветить на экране упакованную часть буфера.

### Форма обращения

CALL FLUSH .



Описание параметров

Программа без параметров.

Требуемые подпрограммы

ГСРАСК.

Язык

ФОРТРАН.

Программа CLEAR

Назначение программы

Очистить экран терминала.

Форма обращения

CALL CLEAR.

Описание параметров

Программа без параметров.

Требуемые подпрограммы

ГСРАСК.

Язык

ФОРТРАН.

§3. ПРИМЕРЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ КОМПЛЕКСА  
ГРАФОР НА CDC-6500

Пример 1

Данный пример иллюстрирует использование программы построения графиков из I части ГРАФОРа. Он аналогичен приведенному в вып. 1<sup>/1/</sup>. Результат работы программы изображен на рис. 2.

```
PROGRAM T(TAPE60=100)
DIMENSION X(100), Y(100), Z(100)
X(1)=-1.9
Y(1)=SIN(-1.9)
Z(1)=COS(-1.9)*1.5
DO 5 I=2,90
X(I)=X(I-1)+.1
Y(I)=SIN(X(I))
Z(I)=COS(X(I))*1.5
CALL PAGE (20.,15.,4012)
CALL LIMITS(-2.,7.,-1.5,1.5)
CALL REGION (5.,1.,10.,13.,6HREGION,6,1)
CALL AXES (5HOCЬ X,5,1.,5,5HOCЬ Y,5,3,4,0)
CALL LINEMO (X,Y,85,2,10)
CALL LINEMO (X,Z,85,14,15)
CALL ENDPG(0)
END
```

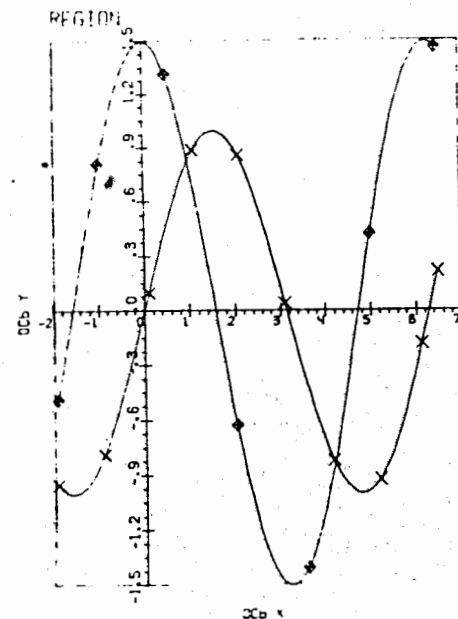


Рис. 2

Заметим, что в программе не задавались единицы измерения. Следовательно, все размеры указаны в сантиметрах.

### Пример 2

Рис. 3 получен с помощью специальной программы, основанной на подпрограммах части I.

Последующие примеры иллюстрируют возможности IV части ГРАФОРа - программ "пространственных" построений.

### Пример 3

На рис. 4 показано изометрическое изображение поверхности, заданной уравнением

$$Z = \cos(R) / \exp(0.2 \cdot R),$$

где  $R = x^{**2} + y^{**2}$ .

(Пример аналогичен приведенному в вып. 4 <sup>1/4/</sup> ).

## ГРАФИЧЕСКИЙ ТЕСТ

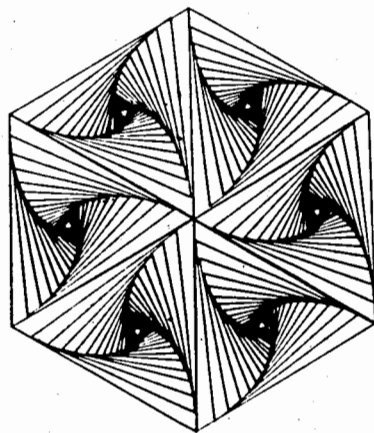


Рис. 3

ОИЯИ

ДУБНА  
1977

```

PROGRAM T(TAPE60=100)
DIMENSION X(41), Y(41), Z(41,41), A(200), AR(82)
DO 1 I=1,41 $ R=-2.5+(I-1)/8. $ X(I)=R
1 Y(I)=R
DO 2 I=1,41 $ DO 2 J=1,41
R=X(J)**2+Y(I)**2
2 Z(I,J)=COS(R)/EXP(.2*R)
CALL PAGE (20.,15.,4012)
CALL REGION(1.,1.,18.,13.,1H,1,0)
CALL INIT
CALL ISOMET
CALL TDLIM(X,Y,Z,41,41,1,41,1,41,S)
LNTP=0
CALL THREEED (X,Y,Z,41,41,1,41,1,41,LNTP,100,A,AR)
CALL ENDPG(0)
END
    
```

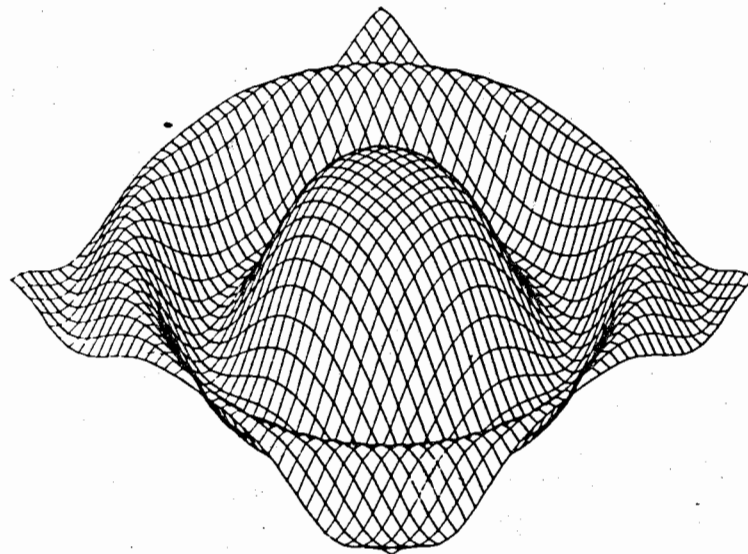


Рис. 4

#### Пример 4

На рис. 5 изображено изменение индукции в пермаллоевой ленте в зависимости от времени и толщины (скин-эффект в ферромагнетике).

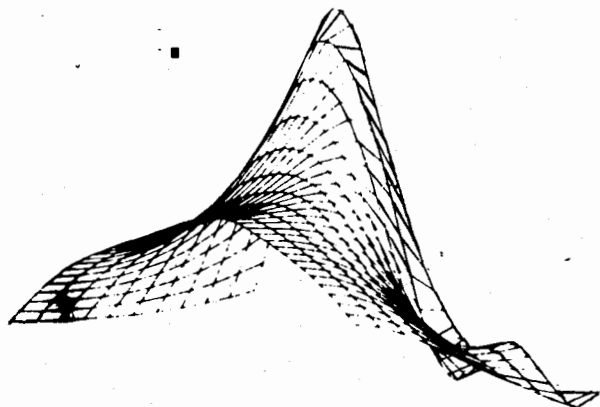


Рис. 5.

## ПРИЛОЖЕНИЕ

### Таблица 2

Список программ ГРАФОРа, имеющих в библиотеке  
CRAFOR на CDC-6500

№ вып. Длина  
и стр. (в словах CDC)

#### Программы-генераторы изображения на экране терминала

GCOMMAND	- преобразует координаты в командные байты для терминала	ж	53
GCLCAD } GCPACK }	- формирует буфер-массив команд, описывающих данное изображение	ж	35 153
GCSNDBF	- посылает буфер по каналу связи на терминал	ж	21
FLUSH	- высвечивает на экране упакованную часть буфера	ж	42
CLEAR	- очищает экран терминала	ж	44

#### Программы-генераторы примитивов

PLOT	- отрезок прямой, заданной позициями луча	ж	69
MOVE	- отрезок прямой, заданной в см, мм или дюймах	I,36	76

#### Программы-генераторы графических элементов

MARKER	- маркеры	I,35	111
SYMBOL	- строка текста	I,45	216
NUMBER	- число	П,58	217
BOX	- прямоугольник	I,37	50
RECT	- прямоугольник	I,38	63
GRID	- сетка	I,39	97
POLYG	- правильный многоугольник	I,40	107
CIRCLE	- дуга окружности	I,41	118
ARC	- дуга окружности	Ш,61	173
ELIPS	- дуга эллипса	I,42	137

ж) см. настоящую работу стр. 7 + 14

Таблица 2 (продолжение)

<u>Область графика</u>			
REGION	Прямоугольная область	I,46	127
LIMITS	Пределы изменения функции и аргумента	I,47	56
POLREG	Полярная область	II,40	257
TDLIM	Пределы изменения функции на картинной плоскости	IY,48	125
TDLIML	Пределы изменения проекции пространственной кривой	IY,62	98
<u>Программы-генераторы, работающие в математическом пространстве</u>			
LINEO	Незамкнутая кривая	I,40	143
LINEMC	Незамкнутая кривая с маркерами	I,50	170
LINEC	Замкнутая кривая	I,49	110
LINEMC	Замкнутая кривая с маркерами	I,51	133
DASHP	Пунктирный отрезок прямой	II,60	72
LGLINE	Кривая в прямоугольной области с логарифмической шкалой	II,49	186
POLINE	Кривая в полярной системе координат	II,41	195
INCLIN	Кривая, заданная с равномерным шагом	III,14	257
SINCL	Декальная кривая с равномерным шагом	III,24	203
SPLINE	Кривая, соответствующая сплайн-функции	III,10	161
FORFIT	Кривая, заданная рядом Фурье	III,43	137
AXES	Оси в прямоугольной декартовой системе координат	I,52	756
XAXIS	Ось X	II,53	584
YAXIS	Ось Y	II,54	583
XLGAX	Логарифмическая шкала по X	II,51	356
YLGAX	Логарифмическая шкала по Y	II,51	365
THAXES	Угловая ось	II,43	333
RAXES	Радиальная ось	II,42	307
TDLINE	Проекция пространственной кривой	IY,63	66
THREED	Проекция поверхности	IY,49	457

Таблица 2 (продолжение)

<u>Пересчет координат</u>			
TMF	Переход от математических координат к физическим	I,54	66
TRF	Переход от полярных координат к физическим	II,44	105
TMLGF	Переход от логарифмических координат к физическим	II,52	91
TFM	Переход от физических координат к математическим	II,60	66
<u>Программы аффинных преобразований</u>			
ATRAN3	Произвольное аффинное преобразование	II,11	92
SHIFT	Перенос	II,9	19
RGATE	Поворот	II,9	64
PSCALE	Растяжение-сжатие и центрально-симметричное отражение	II,10	25
LSCALE	Растяжение-сжатие и отображение относительно заданной оси	II,10	69
BEGLEV	Начало уровня преобразований	II,14	36
ENDLEV	Конец уровня преобразований	II,15	50
RESET	Отмена преобразований данного уровня	II,15	18
<u>Программы проектирования и аффинных преобразований в трехмерном пространстве</u>			
AXONOM	АксонOMETрическая проекция	IY,22	19
CABIN	Кабинетная проекция	IY,21	30
DIMET	Диметрическая проекция	II,22	21
ISOMET	Изометрическая проекция	IY,21	22
VIEW	Центральная проекция	IY,20	54
INIT	Инициализация результирующего преобразования (отмена предыдущего)	IY,16	8
SHEAR	Сдвиг	IY,20	17
TDRCT	Поворот	IY,17	54
TDSCAL	Растяжение-сжатие и симметричное отражение	IY,17	23
TDTRAN	Перенос относительно начала координат	IY,19	18

## ЛИТЕРАТУРА

1. Баяковский Ю.М., Михайлова Т.Н., Мишакова С.Т. ГРАФОР: комплекс графических программ на ФОРТРАНе. Основные элементы и графики, вып. 1, ИПМ АН СССР, М., 1972.
2. Баяковский Ю.М., и др. ГРАФОР: комплекс графических программ на ФОРТРАНе, вып. 2, ИПМ АН СССР, М., 1973.
3. Баяковский Ю.М., Лебедева Т.С., Мамаева А.И. ГРАФОР: комплекс графических программ на ФОРТРАНе, вып. 3, ИПМ АН СССР, М., 1974.
4. Баяковский Ю.М., Топалов Н.Н. ГРАФОР: комплекс графических программ на ФОРТРАНе, вып. 4, ИПМ АН СССР, М., 1974.
5. Баяковский Ю.М. и др. ГРАФОР: комплекс графических программ на ФОРТРАНе. Структура и основные принципы, вып. 5, ИПМ АН СССР, М., 1975.
6. Beginning Graphics User Guide, CDC Publication, 76077300, 1976.
7. Low Cost Graphics Terminal. Interactive Graphics System, User Guide, CDC Publication, 76077400, 1976.

Рукопись поступила в издательский отдел  
19 января 1978 года.