

Ц 8405
В - 407

СООБЩЕНИЯ
ОБЪЕДИНЕННОГО
ИНСТИТУТА
ЯДЕРНЫХ
ИССЛЕДОВАНИЙ
ДУБНА



31/7-78

3207/2-78

10 - 11452

И.К.Взоров, В.В.Иванов

БИБЛИОТЕКА ПОДПРОГРАММ
ДЛЯ РАБОТЫ
С ОДНОМЕРНЫМИ И ДВУМЕРНЫМИ
СТАТИСТИЧЕСКИМИ РАСПРЕДЕЛЕНИЯМИ
НА ЭВМ ЕС-1010

1978

10 - 11452

И.К.Взоров, В.В.Иванов

БИБЛИОТЕКА ПОДПРОГРАММ
ДЛЯ РАБОТЫ
С ОДНОМЕРНЫМИ И ДВУМЕРНЫМИ
СТАТИСТИЧЕСКИМИ РАСПРЕДЕЛЕНИЯМИ
НА ЭВМ ЕС-1010

Областной институт
экономических исследований
БИБЛИОТЕКА

Взоров И.К., Иванов В.В.

10 - 11452

Библиотека подпрограмм для работы с одномерными и двумерными статистическими распределениями на ЭВМ ЕС-1010

Описывается набор подпрограмм для работы с одномерными и двумерными распределениями на ЭВМ ЕС-1010. Одномерные распределения представляются в виде гистограмм, двумерные - в виде таблиц. Подпрограммы дают возможность производить заведение и уничтожение гистограмм и таблиц, их заполнение и очистку, арифметические действия над ними, печать на печатающих устройствах с произвольной длиной строки. Подпрограммы написаны на ФОРТРАНе. Обращение к ним может осуществляться из программ, написанных на ФОРТРАНе или АССЕМБЛЕРЕ. Библиотека может быть использована и на других ЭВМ.

Работа выполнена в Лаборатории вычислительной техники и автоматизации ОИЯИ.

Сообщение Объединенного института ядерных исследований. Дубна 1978

Vsorov I.K., Ivanov V.V.

10 - 11452

A Library of Subroutines to Produce One- and Two-Dimensional Distributions on the ES-1010 Computer

A library of subroutines to produce 1- and 2-dimensional distributions on the ES-1010 computer is described. 1-dimensional distribution is represented as the histogram, 2-dimensional one is represented as the table. The library provides such opportunities as booking and deleting, filling and clearing of histograms (tables), arithmetic operations with them, and printing of histograms (tables) on the computer printer with variable printer line. All subroutines are written in FORTRAN-IV language and can be called from the program written in FORTRAN or in ASSEMBLER. This library can be implemented on all computer systems that offer a FORTRAN-IV compiler.

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

Communication of the Joint Institute for Nuclear Research. Dubna 1978

I. ВВЕДЕНИЕ

В настоящем сообщении описывается набор подпрограмм для работы с одномерными и двумерными статистическими распределениями на ЭВМ ЕС-1010. Одномерные распределения представляются в виде гистограмм, двумерные - в виде таблиц. Подпрограммы дают возможность производить заведение и уничтожение гистограмм и таблиц, их заполнение и очистку, арифметические действия над ними, печать на печатающих устройствах с произвольной длиной строки. Обращение к ним может осуществляться из программ, написанных на ФОРТРАНе или на АССЕМБЛЕРЕ. Сами же подпрограммы написаны на языке FORTRAN-IV и могут быть использованы на других ЭВМ.

Предоставляя пользователю более ограниченные возможности по сравнению с известными программами статистического анализа SUMX^{/1/} или HBOOK^{/2/}, описываемые подпрограммы требуют значительно меньшего объема памяти. Это может иметь существенное значение для работы на малых ЭВМ, при проведении экспериментов on-line и в ряде других случаев, когда для получения результатов вычислений и их представления не требуется реализации широкого круга возможностей, которыми обладают программы SUMX и HBOOK.

II. ОПИСАНИЕ ПОДПРОГРАММ

1) Общие замечания

Из соображений единообразия структура описывае-

мой библиотеки и используемая в настоящей работе терминология были приняты аналогичными общей структуре и терминологии HBOOK.

Для удобства дальнейшей ориентировки отметим, что названия подпрограмм, предназначенных для работы с гистограммами, начинаются с буквы H, с таблицами - с буквы T, а для работы с распределениями обоих типов - с буквы G.

Обращение к подпрограммам из программы на FORTRANe производится обычным способом:

CALL NAME (P₁, ..., P_n),

где NAME - название вызываемой подпрограммы, а P₁, ..., P_n - её параметры. Тип (INTEGER или REAL) каждого параметра, если не делается специальной оговорки, определяется по первой букве его идентификатора. Для всех описываемых подпрограмм обязательным является параметр MEMORY - имя массива, зарезервированного пользователем для размещения гистограмм.

Вызов подпрограмм из программы, написанной на компоновочном языке АССЕМБЛЕР/3/, следует производить в соответствии с рекомендациями, приведенными в /4,5/. Кроме того, в этом случае к моменту вызова редактора связей должны быть записаны в зону GI-GO или в зоны UL, SL модули ABS, AMAX1, F:CMPR, F:EXII, F:EXRI, F:CVRI, F:CVIR из библиотеки BFLSD и модули F:WRF, F:IO, F:FIO из библиотеки BMFOR/5/.

2) Подготовка к работе

Рабочее поле для размещения гистограмм и таблиц резервируется и очищается в начале работы с помощью подпрограммы GSTART:

SUBROUTINE GSTART (MEMORY, LMEM, NUMBH, NUMBT),

где

LMEM - длина массива MEMORY;

NUMBH - задаваемое количество гистограмм;

NUMBT - задаваемое количество таблиц.

Длина подпрограммы - 364₁₀ слова.

Минимальную длину массива MEMORY, необходимого для размещения заданного количества гистограмм и таблиц, можно определить из соотношения

$$LMEM_{\min} = \sum_{i=1}^{NUMBH} l_{H_i} + \sum_{j=1}^{NUMBT} l_{T_j} + NUMBH + NUMBT + 5.$$

Здесь l_{H_i} - длина i -ой гистограммы, равная

$$l_{H_i} = NCHAN + NSYM/2 + 10.$$

Аналогично l_{T_j} - длина таблицы,

$$l_{T_j} = (NCHANX + 2) * (NCHANY + 2) + NSYM/2 + 25.$$

Назначение параметров NCHAN, NSYM, NCHANX и NCHANY определяется ниже.

3) Заведение гистограмм и таблиц

Каждая гистограмма (таблица) заводится с помощью подпрограммы HBOOK (TBOOK):

а) SUBROUTINE HBOOK (ID, TITLE, NSYM, NCHAN, FROM, TO, MEMORY),
где

ID - номер гистограммы: $0 < ID \leq NUMBH$;

TITLE - заголовок гистограммы, алфавитно-цифровой (переменная или массив типа INTEGER);

NSYM - количество символов в заголовке; четное, не равное нулю число;

NCHAN - количество каналов;

FROM - нижний предел первого канала;

TO - верхний предел последнего канала.

Длина подпрограммы - 409₁₀ слов.

б) SUBROUTINE TBOOK (ID, TITLE, NSYM, NCHANX, XMIN, XMAX, NCHANY, YMIN, YMAX, MEMORY),

где

ID - номер таблицы: $0 < ID \leq NUMBT$;

TITLE, NSYM - то же, что и для HBOOK;

NCHANX(NCHANY) - количество каналов по оси абсцисс (ординат);

XMIN(YMIN) - нижний предел первого канала по оси абсцисс (ординат);

XMAX(YMAX) - верхний предел последнего канала по оси абсцисс (ординат).

Длина подпрограммы - 593_{10} слова.

При заведении гистограммы или таблицы в массиве MEMORY под неё резервируется поле длиной в l_{H_i} или l_{T_j} слов, формируется заголовок, запоминаются её параметры и некоторая служебная информация.

Следует отметить, что количество каналов по оси X (NCHANX) для двумерного распределения ограничено сверху ввиду конечной длины строки печатающего устройства:

$$NCHANX_{\max} = (NCOL - 20) / 2 - 3,$$

где NCOL - длина печатной строки (в символах). При заведении таблицы в подпрограмме TBOOK предварительно отводится две колонки для изображения количества отсчетов в одном канале (по формату I1 плюс один пробел) и проверяется, умещается ли заданное количество каналов NCHANX на печатной строке. Если NCHANX слишком велико, выдается соответствующая диагностика (см. табл. 2).

4) Уничтожение гистограмм и таблиц

Уничтожить гистограмму или таблицу и освободить занимаемое ею поле в массиве MEMORY можно с помощью подпрограммы GRAZE:

SUBROUTINE GRAZE (IOBJ, ID, MEMORY),
где

IOBJ - указатель типа распределения: при IOBJ = IHN уничтожается гистограмма, а при IOBJ = INT - таблица;

ID - номер гистограммы или таблицы: $0 \leq ID \leq NUMBH$ (NUMBT); при ID=0 уничтожаются все распределения указанного типа.

Длина подпрограммы - 284_{10} слова.

5) Заполнение гистограмм и таблиц

Заполнение осуществляется подпрограммами HFILL и TFILL:

а) SUBROUTINE HFILL (ID, X, MEMORY),

где

ID - номер гистограммы ($0 < ID \leq NUMBH$);

X - значение гистограммируемой величины.

Длина подпрограммы - 181_{10} слово.

б) SUBROUTINE TFILL (ID, X, Y, MEMORY),

где

ID - номер таблицы ($0 < ID \leq NUMBT$);

X, Y - значения абсциссы и ординаты табулируемой двумерной величины.

Длина подпрограммы - 291_{10} слово.

При каждом обращении к любой из этих подпрограмм вычисляется номер канала, соответствующего текущему значению гистограммируемой величины, и его содержимое увеличивается на единицу. В том случае, когда содержимое канала превысит 32767_{10} , оно устанавливается равным - 32768_{10} и дальнейшее заполнение канала прекращается.

В табл. 1 приводятся средние времена заполнения гистограмм и таблиц по подпрограммам HFILL и TFILL. Имеются более быстрые аналоги этих подпрограмм - HFIL10 и TFIL10, написанные на АССЕМБЛЕРе. Времена их работы в три раза меньше, а длины примерно вдвое короче.

Таблица 1

Средние времена работы подпрограмм заполнения гистограмм и таблиц (в мкс)

	ЕС-1010	ЕС-1040	БЭСМ-6	СДС-6500
HFILL	1140	280	210	95
TFILL	2120	470	360	190
HFIL10	380	-	-	-
TFIL10	740	-	-	-

6) Очистка гистограмм и таблиц

Подпрограмма GCLEAR производит очистку содержимого каналов одной или всех гистограмм (или таблиц):

SUBROUTINE GCLEAR (IOBJ, ID, MEMORY),

где

IOBJ и ID - то же, что и для GRAZE.

Длина подпрограммы - 202_{10} слова.

7) Арифметические действия над гистограммами и таблицами.

Сложение, вычитание, умножение, деление двух гистограмм или таблиц и занесение результата в третью гистограмму (таблицу) можно производить с помощью подпрограммы GOPERA:

SUBROUTINE GOPERA (IOBJ, ID1, OP, ID2, ID3, C1, C2, MEMORY),

где

IOBJ - указатель типа распределения: при IOBJ = IHN операция производится над гистограммами, а при IOBJ=IHT - над таблицами;

ID1, ID2 - номера гистограмм или таблиц - операндов;

OP - операция: IH+, IH-, IH*, IH/ (переменная типа INTEGER);

ID3 - номер результирующей гистограммы или таблицы; ID3 может совпадать с ID1 или ID2;

C1, C2 - константы.

Длина подпрограммы - 545_{10} слов.

Распределения ID1, ID2, ID3 должны иметь одинаковые параметры (количество каналов, нижние и верхние пределы).

Операции с гистограммами и таблицами производятся поканально в соответствии с алгоритмом:

$$N_k(ID3) = C1 * N_k(ID1)(OP) C2 * N_k(ID2),$$

где N_k - содержимое k-го канала соответствующей гистограммы (таблицы). При делении на нуль содержимое соответствующего канала $N_k(ID3)$ устанавливается равным нулю. Если же результат превышает 32767_{10} , то содержимое соответствующего канала $N_k(ID3)$ устанавливается равным - 32768_{10} .

8) Печать распределений

Печать накопленных распределений, их номеров, заголовков и параметров, числа обращений и некоторой

статистической информации производится подпрограммами HPRINT и TPRINT:

а) SUBROUTINE HPRINT (ID, MEMORY),

б) SUBROUTINE TPRINT (ID, MEMORY),

где

ID - номер гистограммы (или таблицы); при ID=0 печатаются все гистограммы (таблицы).

Длина подпрограммы HPRINT - 910_{10} слов, TPRINT - 3209_{10} слов.

Пример печати одномерного распределения в виде гистограммы приведён на рис. 1. Для каждого канала печатается его порядковый номер, нижнее значение гистограммируемой величины, отвечающее данному каналу, содержимое канала и его графическое изображение (в соответствующем масштабе, автоматически выбираемом подпрограммой HPRINT) в виде строки звездочек (*), если содержимое канала положительно, или в виде строки знаков равенства (=), если оно отрицательно. (Отрицательное содержимое канала может получиться в результате арифметических действий с гистограммами или при переполнении канала). Кроме того, печатается количество случаев, вышедших за нижний (UNDERFLOW) и верхний (OVERFLOW) пределы гистограммы, число обращений к ней, среднее значение гистограммируемой величины и среднеквадратичное отклонение полученного распределения.

Двумерное распределение изображается в виде таблицы (рис. 2). По осям X и Y печатаются порядковые номера каналов и соответствующие им нижние значения абсцисс и ординат табулируемой величины. Перед печатью таблицы в подпрограмме TPRINT определяется максимальное количество отсчетов в одном канале и число позиций NCOL1 (включая один пробел), необходимых для его изображения. Если NCOL1 оказывается больше максимально возможного числа позиций NMAX, которое может быть отведено на один канал для печати NCHANX каналов в строке длиной NCOL символов, вводится масштабный коэффициент FACTOR= $10^{(NCOL1-NMAX)}$, на которой делится содержимое каждого канала

таблицы, после чего происходит её печать. (При $NCOL1=2$ или $NCOL1 < NMAX \text{ FACTOR} = 1$). Значение масштабного коэффициента печатается ниже таблицы. Здесь же печатается число обращений к ней, а также таблица из девяти чисел, каждое из которых представляет количество случаев, когда абсцисса и ордината табулируемой величины находятся в указанных ниже пределах:

N1	N2	N3
N4	N5	N6
N7	N8	N9

N1: $XMIN > X$, $Y \geq YMAX$;
 N2: $XMIN \leq X < XMAX$, $Y \geq YMAX$;
 N3: $X \geq XMAX$, $Y \geq YMAX$;
 N4: $XMIN > X$, $YMIN \leq Y < YMAX$;
 N5: $XMIN \leq X < XMAX$, $YMIN \leq Y < YMAX$;
 N6: $X \geq XMAX$, $YMIN \leq Y < YMAX$;
 N7: $XMIN > X$, $YMIN > Y$;
 N8: $XMIN \leq X < XMAX$, $YMIN > Y$;
 N9: $X \geq XMAX$, $YMIN > Y$.

В том случае, если содержимое всех каналов гистограммы или таблицы равно нулю, само распределение не печатается, а выдается сообщение "CONTENTS OF ALL CHANNELS IS ZERO".

9) Изменение длины печатной строки

При обращении к подпрограммам печати HPRINT и TPRINT неявно подразумевается, что вывод производит-

ся на устройствах с длиной строки в 80 символов (АЦПУ ЕС - 7184/80 или дисплей VT - 340), которыми обычно оснащается ЭВМ ЕС-1010. Однако имеется возможность изменять длину строки для печати гистограмм и таблиц на печатающих устройствах с длиной строки, отличной от 80 символов (но не меньше 72 символов). Для этого сразу же после обращения к подпрограмме GSTART следует вызвать подпрограмму GLINE, позволяющую изменить максимальную длину печатной строки:

SUBROUTINE GLINE (NCOL, MEMORY) ,

где

NCOL - размер печатной строки (в символах).

Длина подпрограммы - 33₁₀ слова.

10) Диагностика ошибок

При неверном задании параметров в обращении к какой-либо из подпрограмм набора печатается название этой подпрограммы и соответствующее сообщение, после чего происходит возврат в вызывающую программу. В отдельных подпрограммах диагностика печатается в следующих случаях (табл. 2).

В подпрограммах HFILL, TFILL, HFIL10 и TFIL10 при неверно заданном номере гистограммы или таблицы печать соответствующей диагностики из соображений скорости работы этих подпрограмм не производится.

III. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПОДПРОГРАММ НА ДРУГИХ ЭВМ

Все перечисленные выше подпрограммы (кроме подпрограмм HFIL10 и TFIL10) без каких-либо изменений могут быть использованы на других ЭВМ, имеющих в своем математическом обеспечении транслятор с языка FORTRAN-IV. При этом следует иметь в виду, что подпрограммы HBOOK и TBOOK при формировании заголовков размещают по два символа в одном машинном

слове ЭВМ ЕС-1010. Поэтому при их использовании на других ЭВМ пользователь должен заполнять массив TITLE, также размещая по два символа в одном машинном слове согласно формату A2 или 2H.

Таблица 2

Название подпрограммы	Ошибочное задание параметра
GSTART	1) LMEM \leq 0, 2) NUMBH или NUMBT $<$ 0, 3) NUMBH + NUMBT \leq 0.
HBOOK	1) ID \leq 0 или ID $>$ NUMBH, 2) гистограмма под номером ID уже существует, 3) NCHAN \leq 0, 4) FROM \geq TO, 5) на рабочем поле недостаточно места для размещения вновь заводимой гистограммы.
TBOOK	1) ID \leq 0 или ID $>$ NUMBT, 2) таблица под номером ID уже существует, 3) NCHANX или NCHANY \leq 0, 4) NCHANX слишком велико, 5) XMIN $>$ XMAX или YMIN $>$ YMAX, 6) на рабочем поле недостаточно места для размещения вновь заводимой таблицы.
GOPERA	1) неверно задана арифметическая операция: OP \neq 1H+, 1H-, 1H*, 1H/, 2) неверно задан указатель типа распределения IOBJ \neq 1HH или 1HT,

3) одна из указанных в обращении гистограмм или таблиц не заведена,
4) распределения ID1, ID2, ID3 имеют разные размерности.

GRAZE, GCLEAR	1) неверно задан указатель типа распределения IOBJ \neq 1HH или 1HT, 2) ID $<$ 0 или ID $>$ NUMBH(NUMBT).
HPRINT(TPRINT)	1) ID $<$ 0 или ID $>$ NUMBH(NUMBT).

При пользовании же подпрограммами GRAZE, GCLEAR и GOPERA фактические значения указателям типа распределения IOBJ и вида операции OP следует присваивать с помощью оператора DATA (например, DATA IOBJ/1HT/, OP/1H+/-).

Средние времена работы подпрограмм HFILL и TFILL на разных ЭВМ приведены в табл. 1.

Отметим, что для ЭВМ CDC-6500 эти времена оказались сопоставимыми с временами работы подпрограмм быстрого заполнения HFIL1 и HFIL2 системы HBOOK. Суммарная длина всех подпрограмм набора на ЭВМ CDC-6500 составила 2533₁₀ слов, в то время как для решения тех же задач система HBOOK потребовала 11400₁₀

слов. Таким образом, при довольно широких возможностях описываемая библиотека подпрограмм оказывается более экономичной, что обуславливает целесообразность её использования и на мощных ЭВМ.

В заключение авторы выражают благодарность Л.С.Ажгирею, И.М.Иванченко и Г.Д.Столетову за полезные советы и обсуждения.

HISTOGRAM N° 1

1-DIMENSIONAL HISTOGRAM

FROM = 0. TO = .4000E+01 STEP = .2667E+00

CHAN NUMB	LOW EDGE OF CHANNEL	CHAN CONT
1	0	20
2	.26667E+00	23
3	.53333E+00	43
4	.80000E+00	59
5	.10667E+01	73
6	.13333E+01	97
7	.16000E+01	104
8	.18667E+01	114
9	.21333E+01	90
10	.24000E+01	80
11	.26667E+01	79
12	.29333E+01	77
13	.32000E+01	49
14	.34667E+01	35
15	.37333E+01	12
UNDERFLOW		24
OVERFLOW		23

ENTRIES= 1000. <VALUE>= .2021E+01 SIGMA = .5777E+00

Fig. 1

TABLE N° 1

2-DIMENSIONAL HISTOGRAM

X: FROM = 0. TO = .4000E+01 STEP = .2667E+00
Y: FROM = -.1800E+01 TO = .1000E+01 STEP = .1200E+01

CHANNELS

	10	0	0	1	0														
	1	N	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0	1	2	3	4	5	V	
X10**	0	*****																	
OVE	*	2	2	2	4	5	3	5	4	2	7	3	6	1	1			* OVE	
.600	+	7	7	2	8	12	16	22	20	25	25	15	16	15	11	7	3	1	* 3
-.500	*	9	9	15	20	33	37	42	46	54	40	30	39	30	10	19	6	16	* 2
-1.300	*	8	3	3	10	10	12	29	29	28	22	19	19	21	17	4	3	4	* 1
UND	*		1	3		3	1	4	3	1	1	2	5	2	2			2	* UND
LOW EDGE	*****																		
1.	0	0	0	0	1	1	1	1	2	2	2	2	3	3	3			X10**	0
0	0	2	5	8	9	3	6	5	1	4	6	3	2	4	7				
0	0	6	3	0	0	3	0	6	3	0	6	3	0	6	3				
0	0	7	3	0	7	3	0	7	3	0	7	3	0	7	3				

* ENTRIES = 1000. TABLE 0 I 47 I 0
 * FACTOR = 1 24 I 675 I 21
 * STATISTICS 0 I 28 I 2

Fig. 2

ЛИТЕРАТУРА

1. Zoll J. Program SUMX, T.C. Program Library. CERN, Geneva, 1966.
2. Brun R., Ivanchenko I., Palazzi P. HBOOK Histogramming Fitting and Data Presentation Package. Version 3.00, CERN, DD(77), 9.1977.
3. Компоновочный язык АССЕМБЛЕР. Руководство пользователя. 203 004 10.02 - SW. Будапешт, 1974.
4. Вечи Т. Совместное использование языка FORTRAN и компоновочного языка в программировании на ЭВМ ЕС-1010. Бюллетень по системам математического обеспечения завода Видеотон №1, Будапешт, 1975.
5. FORTRAN-IV. Руководство пользователя. 203 005 11.02 - SW. Будапешт, 1976.

Рукопись поступила в издательский отдел
5 марта 1978 года.