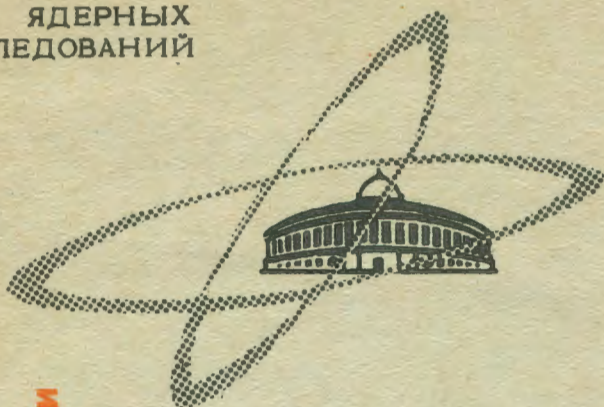


В-68

ОБЪЕДИНЕННЫЙ
ИНСТИТУТ
ЯДЕРНЫХ
ИССЛЕДОВАНИЙ

Дубна

10 - 3736



А.Г.Володько, С.В.Клименко, Л.И.Лепилова,
И.Паточка, В.Б.Флягин

ПРОГРАММА ДВУМЕРНОГО ГРАФИКА
И СТАТИСТИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ

ЛАБОРАТОРИЯ ЯДЕРНЫХ ПРОБЛЕМ
ЛАБОРАТОРИЯ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОЙ ТЕХНИКИ
И АВТОМАТИЗАЦИИ

1968

10 - 3736

7-261/3 чр.

А.Г.Володько, С.В.Клименко, Л.И.Лепилова,
И.Паточка, В.Б.Флягин

ПРОГРАММА ДВУМЕРНОГО ГРАФИКА
И СТАТИСТИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ

§1. Что умеет делать программа

Программа составлена для ЭЦВМ М-20 и позволяет из вводимого числового материала (ЧМ) выделить значения любых двух величин X, Y и представить их в виде плотности точек на заданном прямоугольнике в плоскости переменных x, y , а также может производить статистический анализ данного набора:

- строить проекции (гистограммы) по осям x, y ;
- в ℓ -интервалах по x вычислять значения \bar{Y}_ℓ и дисперсии $\langle Y_\ell \rangle$;
- методом наименьших квадратов прокладывать заданную кривую $y = F(x)$;
- определять контур диаграммы Далитца на плоскости x, y .

В результате работы программы на печать выдается двумерный график, разрезанный на полосы, где цифры 1 + 9 обозначают, количество точек, попавших в данное место; "+" обозначает, что в данное место попало 10 точек. Если в каком-либо месте окажется больше 10 точек, печатается знак "+" и на полях графика делается отметка о том, что в данной строке и столбце, на месте, обозначенном с помощью "+", находится больше чем 10 точек. Положение кривых отмечается на графике нулями или "-".

На полях графика печатаются также численные значения проекций на оси x и y (гистограммы) и другая необходимая информация о двумерном графике или гистограммах, в том числе и параметры прокладываемых кривых, определенные методом наименьших квадратов (МНК), с помощью СП-123.

§ II. Какой исходный материал использует программа

В качестве исходного ЧМ могут использоваться любые перфокарты п/к x' , из которых с помощью заданной программы расшифровки (см. § III) данная программа выбирает не больше 4-х чисел и записывает их на магнитный барабан (МБ).

Во втором режиме работы, когда не используется программа расшифровки, исходным ЧМ являются п/к выдачи "Программы выборки"^{2/} (или ЧМ, расположенный идентично), которые также записываются на МБ.

Интересующие нас величины X, Y выбираются далее для счёта из этого массива (с МБ) по приказу с ДЗУ-1.

Необходимые параметры, определяющие границы прямоугольника ABCD, и количество интервалов $N (X_{\min}, X_{\max}, N_x \leq 99, Y_{\min}, Y_{\min}, N_y < 100)$ двумерного графика (см. рис. 1) задаются на "п/к констант". Там же задаются (см. приложение): константа статистической обработки K (для $K = 2, 3 \dots n$ интервал вдоль оси x увеличивается в K раз); константы E, m_1, m_2, m_3 , определяющие контур графика Далитца (E - полная энергия, m_1, m_2, m_3 - массы первой, второй, третьей частиц); константы $\epsilon, m, a_1, \dots, a_m, b_1, \dots, b_m$, задающие работу программы СП-123 проведения кривых МНК (ϵ - точность, m - количество параметров, a_1, \dots, a_m - начальные значения параметров, b_1, \dots, b_m - начальные ограничения шага, S_0 - большое число).

Один и тот же ЧМ, хранящийся на МБ, может быть обработан с различными наборами констант. К этому нужно ввести столько п/к констант, сколько вариантов графиков желательно получить.

^{2/} Под любыми п/к понимаем неограниченное количество одинаковых по длине наборов п/к или зон магнитной ленты размером не больше 100 чисел; в каждом таком наборе нужная величина находится на одном и том же месте.

§ III. Как задается программа расшифровки

Зная расположение исходного ЧМ в памяти ЭЦВМ М-20 (начиная с ячейки 0200), можно не только выбирать и посылать нужные 4 числа на хранение на МБ, но и проводить с ЧМ необходимые вычисления, и на хранение посылать уже результаты этих вычислений. Выбранные числа или результаты вычислений засылаются в ячейки 0021-0024.

На рис. 2 показан способ хранения 4-х чисел на двух строках МБ и присвоения номеров позиций, с помощью которых они вызываются обратно с МБ для обработки. Эти номера набираются на ДЗУ-1 способом, указанным в приложении. Если не используются все четыре ячейки, то в пустые должно быть заслано содержание ячейки 7747 (все семерки).

Пример использования программы расшифровки для простого вычисления показан на рис. 3.

§ IV. Как задается арифметика к СП-0123

В случае использования МНК для определения наилучших параметров аппроксимирующей кривой необходимо задавать не только начальные параметры a_1, \dots, a_m и ограничения шага b_1, \dots, b_m на п/к констант, но, кроме того, необходимо указать формы кривой и способ вычисления производных, так называемую "арифметику". Чтобы написать "арифметику" к МНК необходимо помнить следующее (см. также описание СП-123): последовательность текущих значений параметров a_1 расположена начиная с 0344 ячейки, функция с производными должна посылаться начиная с 4201 ячейки; "арифметика" пишется с 4651 ячейки, но ячейкой выхода служит ячейка 4650, на которую в конце передается управление. Пример "арифметики" для проведения прямой показан на рис. 4.

Напоминаем, что "арифметика" вводится в ЭЦВМ по приказу с ДЗУ-1.

§ V. Как работает программа

Программа построения двумерного графика и статистической обработки состоит из трех частей.

Первая часть программы вводит и записывает на МБ исходный ЧМ и, если нужно, вводит арифметику для МНК и программу расшифровки. Затем программа считывает с МБ нужный ЧМ и по указанному на ДЗУ-1 способу выбирает $(X, Y)_i$ - координаты текущей точки. Программа наносит эту точку на график путем добавления единички в двумерный интервал $I_{j,k}$ где $j = 1, \dots, N_x$; $k = 1, \dots, N_y$ определяются с помощью

$$x_j \leq X < x_{j+1} \\ y_k < Y \leq y_{k+1}$$

где $x_j = X_{\text{MIN}} + (j-1)\Delta x$ и $\Delta x = \frac{X_{\text{MAX}} - X_{\text{MIN}}}{N_x}$
 $y_k = Y_{\text{MIN}} + (k-1)\Delta y$ $\Delta y = \frac{Y_{\text{MAX}} - Y_{\text{MIN}}}{N_y}$

Если точка выходит из указанных интервалов, то она суммируется на полях графика. Одновременно единички засылаются в нужные места проекций на оси x, y .

В зависимости от состояния ДЗУ-1 могут готовиться суммы

$$S = \sum_i X \quad T = \sum_i X^2$$

и, если задано $K \neq 0$, накапливаются значения

$$U_\ell = \sum_i Y \quad Z_\ell = \sum_i Y^2$$

для каждого интервала Δ , где $\Delta = K \Delta x$ и ℓ - целое число, меняющееся в пределах $\ell = 1, 2, \dots, \leq N_y / K$.

Вторая часть программы готовит исходные данные для проведения кривых $F(x)$:

а) если задано $K \neq 0$, то с помощью формул

$$\bar{Y}_\ell = \frac{U_\ell}{n_\ell} \quad \langle Y_\ell \rangle = \frac{Z_\ell}{n_\ell} - \bar{Y}_\ell^2$$

(где n_ℓ ... количество точек в ℓ -том интервале) числовой материал приводится к конечному виду $F_1 \cdot w_1 \cdot x_1 \cdot F_2 \cdot w_2 \cdot x_2 \dots$, требуемому программой СП-123.

Тогда

$$F_\ell = Y_\ell \cdot w_\ell = \frac{1}{\langle Y_\ell \rangle} \quad x_\ell = X_{\text{MIN}} + \frac{2\ell-1}{2} \Delta$$

Затем по заданной "арифметике" и начальным условиям (см. § 2) проводится определение наилучших параметров кривой a_1 ;

б) если задан 7 разряд ДЗУ-1, то определяются значения параметров гауссовской кривой

$$F = \frac{\alpha}{a_2} \exp \left[-\frac{(x - a_1)^2}{2a_2^2} \right]$$

где $\alpha = \frac{R}{\sqrt{2\pi}} = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \sum_{j=1}^{N_x} n_j$ - нормировочный коэффициент (n_j - количество точек в j -том столбце). Числовой материал для СП-123 готовится в аналогичной форме, где

$$F_j = n_j \cdot w_j = \frac{1}{n_j} \cdot x_j = X_{\text{MIN}} + \frac{2j-1}{2} \Delta x$$

Начальные параметры определяются по формулам

$$a_1 = \bar{X} = \frac{S}{R} \quad b_1 = 0,1 a_2 \\ a_2 = \sqrt{\frac{T}{R} - \bar{X}^2} \quad b_2 = 0,1 a_2$$

а производные вычисляются по следующим формулам:

$$\frac{\partial F}{\partial a_1} = F \cdot \frac{x - a_1}{a_2^2} \quad \frac{\partial F}{\partial a_2} = F \cdot \frac{1}{a_2} \left[\frac{(x - a_1)^2}{a_2^2} - 1 \right]$$

(в этом случае не задаются начальные параметры и "арифметика");

с) Если на п/к констант заданы E, m_1, m_2, m_3 , на ДЗУ-1 - 11 разряд, а x, y - суть кинетические энергии первой и второй частицы, то готовится контур Далитца таким образом^{/3/}, что для каждого $T_j = X_{\text{MIN}} + \frac{2j-1}{2} \Delta x \geq 0$ вычисляется

$$Q_{1,2} = \frac{\nu + \sqrt{\nu^2 - \mu \omega}}{\mu}$$

где

$$\mu = A^2 - 2ET_1$$

$$\nu = AC - (AB + C - 2m_1 m_2) T_1 + ET_1^2$$

$$\omega = (C - BT_1)^2$$

$$A = E - m_1$$

$$B = E - m_2$$

$$C = \frac{1}{2}[(E - m_1 - m_2)^2 - m_3^2]$$

до тех пор, пока $\nu^2 - \mu\omega \geq 0$. Функция $Q(T)$ в нашем случае и определяет контур диаграммы Далитца^{х/}.

В третьей части программы готовятся к печати результаты обработки.

В случае, когда прокладываются кривые согласно пунктам а) или с), программа изображает их на графике таким образом, что на место $I_{j,k}$ двумерного графика заносится либо "0", когда в данное место не попала ни одна точка, либо "-", когда в данном месте находятся ≥ 1 точки.

Печать графика производится по полосам, схематически показанным на рис. 1. Одновременно печатаются результаты работы МНК и вся необходимая информация, согласно состояниям ДЗУ-1.

Авторы работы благодарят Г.Н.Тентюкову за помощь и интерес к работе.

^{х/} Имеется тоже возможность вычисления контура диаграммы Далитца в переменных $M_{\text{эфф}}$ или $M_{\text{эфф}}^2$ (где $M_{\text{эфф}}$ - эффективная масса) путем введения дополнительной перфокарты.

Л и т е р а т у р а

1. См., например, CERN - SUMX, Manual.
2. Ю.А.Будагов, А.Г.Володько, Л.И.Лепилова, И.Паточка. Препринт ОИЯИ, 10-3052, Дубна, 1986.
3. См., например, O.Skjeggstad, CERN 64-13.

Рукопись поступила в издательский отдел
23 февраля 1988 года.

Приложение

А. Порядок вводимой информации

1. П/к один и много числового материала.

- 1) П/к констант,
- 2) нестандартный оператор (если он требуется),
- 3) арифметика, если есть единица девятого разряда,
- 4) ЧМ.

П/к констант много.

- 1) нестандартный оператор (если он требуется),
- 2) арифметика, если есть единица 9-го разряда,
- 3) ЧМ.
- 4) п/к констант,

5) в конце всех массивов п/к констант прикладывается п/к

с семерками.

Б. Порядок задаваемых параметров на п/к констант

- 1) X_{\min} } границы интервалов вдоль оси x
- 2) X_{\max} }
- 3) $N_x \leq 99$, количество интервалов вдоль оси x
- 4) Y_{\min} } границы интервалов вдоль оси y
- 5) Y_{\max} }
- 6) $N_y \leq 100$, количество интервалов вдоль оси y
- 7) K константа статистической обработки
- 8) E полная энергия
- 9) m_1 } массы частиц
- 10) m_2 }
- 11) m_3 }
- 12) ϵ точность
- 13) m количество параметров

$\left. \begin{matrix} a_1 \\ a_2 \\ \dots \\ a_m \end{matrix} \right\}$ начальные значения параметров

$\left. \begin{matrix} b_1 \\ b_2 \\ \dots \\ b_m \end{matrix} \right\}$ начальные ограничения шага

S_0 большое число

РАЗРАД ДЗУ-1	СОДЕЙСТВУЮЩИЕ РАЗРЯДА	П О Я С Н Е Н И Е
1	1 0	ЧМ из программы выборки
2	1 0	ЧМ-массив из 40 п/к с одной КС
3	1 0	Одни п/к констант (много массивов ЧМ) Много п/к констант (один массив)
4	1 0	Весь ЧМ сформирован из 2-х строк Весь ЧМ сформирован из 1 строки
5	1 0	Печать нестандартного оператора Нет
6	1 0	Печать задаваемых п/к констант Нет
7	1 0	Статистическая обработка Нет обработки
8	1 0	Конец ввода (конец времени) Продолжать ввод
9	1 0	Ввод арифметики для статистической обработки Нет арифметики
10	1 0	Печать арифметики Нет
11	1 0	Строится контур Далитца Не строится
12	1 0	Работа с МЛ (ЧМ вводится с МЛ) Работа с ЧМ на п/к
25 26 27		Номер первого числа из пары: или 1, или 2, или 3, или 4 (Ж)
28 29 30		Номер второго числа из пары: или 1, или 2, или 3, или 4 (З)

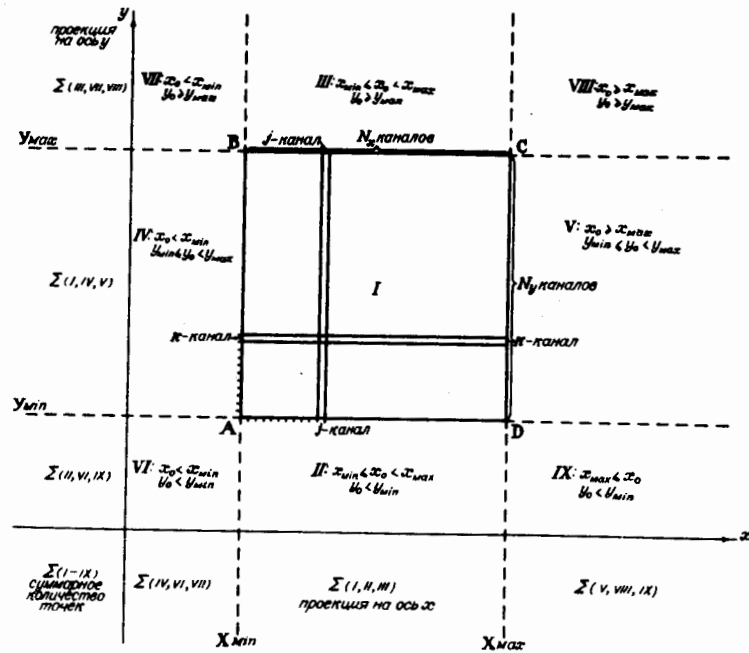


Рис. 1. Схематическое изображение двумерного графика.

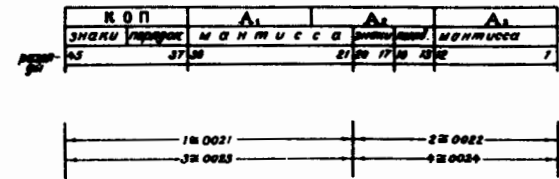


Рис. 2. Способ хранения чисел и присвоения номеров на МБ.

1000		00			
1			0203		0021 P
2		55	0225	1006	0022 W ²
3		54	0124	0216	0023 L
4		55	0215	7701	0024 б/г/а
5		38		1000	
6	7	77	7777	7400	

Рис. 3. Пример программы расшифровки для величин на стандартных п/к трековых задач.

4650			00				
1				0701		0050	a_1 2 параметра
2				0702		0031	a_2
3		4		0002		0053	
4			55	0053	7714		} $R=1, x_{j-1}$ -й аргумент (выделение первого аргумента)
5			36		4660		
6			56	4657	4660	4662	
7				4201		3661	
4660			05	0053	0050	0054	
1			01	0054	0031	4201	} $f = a_1 x + a_2$
2				4201		3661	
3			13	4662	7721	4662	
4			01	0050	0053	4202	df/da_1
5				7761		4203	df/da_2
6			56		4650		

Рис. 4. Пример "арифметики" для СП-123.