

ԵՐԵՎԱՆԻ ՖԻԶԻԿԱԿԱՆ ԻՆՏԻՏՈՒՏ  
ЕРЕВАНСКИЙ ФИЗИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ  
ԳԻՏՈՒԿԱԿԱՆ ԶԱՂՈՐԴՈՒՄ ՆԱՇՈՒՆԱԿԱՆ ԿՈՄՄՈՒՆԻԿԱՏԻՆԵ

ЕФИ—114(75)

Կ.Ա.ԱՄՐՅԱՆ, Դ.Տ.ԶԱԳՐԱԲՅԱՆ, Վ.Մ.ԿՐԻՇՅԱՆ,  
Թ.Ն.ՏԱՓՈՏՆԻԿՈՎԱ

ՓԻԼՏՐԱԿՑԻԱ ԻՆՖՈՐՄԱԿՑԻԱՆ ՏՕ ՏԿԱՆԻՐՈՅՈՒՄԸ  
ԱՎՏՈՄԱՏԱՆ և ՎՃԵԼԵՆԻԵ ԹՐԱԵԿՏՐԻՆԻ ՈՐԻ  
ՕԲՐԱԲՈՒԿԵ ՓԻԼՄՈՎ Տ ԹՐԵԿՈՎՅԱԿ ԻՏԿՐՈՎՅԱԿ  
ԿԱՄԵՐ

ԱՐՄՏ  
ԵՐԵՎԱՆ 1975



ԵՐԵՎԱՆ

ЕРЕВАНСКИЙ ФИЗИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ

Научное сообщение ЕФИ - 14(75)

К.А.АМРОЯН, Д.Ш.ЗАГРАБЯН, В. М.КРИЩЯН,  
Т.Н.ШАПОШНИКОВА

ФИЛЬТРАЦИЯ ИНФОРМАЦИИ СО СКАНИРУЮЩЕГО  
АВТОМАТА И ВЫДЕЛЕНИЕ ТРАЕКТОРИИ ПРИ  
ОБРАБОТКЕ ФИЛЬМОВ С ТРЕКОВЫХ ИСКРОВЫХ  
КАМЕР

Ереван 1975

Программа составлена для обработки фильмовой информации, полученной на горизонтальном спектрометре с широкоазорными двухотсекными иксовыми камерами, установленном на высокогорной космической станции "Арагац" Ереванского физического института [1]. Первая начальная информация, полученная после сканирования кадра, невелика, поэтому было решено для облегчения составления программ не делать предварительного просмотра фотошленок, а сканировать все кадры подряд и в процессе обработки браковать кадры, не несущие нужной информации. Плёнка в просмотрном окне останавливалась по меткам Бреннера. Так как при этом положение кадра относительно просмотрного окна неизменно, а положение реперов относительно меток Бреннера тоже постоянно, то для выделения координат реперов пользовались постоянной цифровой маской. В отдельные массивы группировались координаты точек, находящихся в области каждого из реперов и служебная информация. Вся остальная информация классифицировалась как трек. Работу информации о реперах производит особая программа [2].

Для выделения информации, относящейся собственно к треку, использовался метод гистограмм.

На рис.1 приводится изображение трека, полученное на плёнке. Для выделения трека используются некоторые особенности установки. Как видно из рисунка, трек состоит из четырех отрезков: двух больших - это тракто-

рия частицы в двух отсеках камеры, и двух малых отрезков — это смещенные в клине отрезки трека.

В данной установке сфотографировалась только одна проекция камеры, глубина прохождения траектории определялась по смещению трека в клине, установленном между камерой и фотоаппаратом.

Величина смещения малых отрезков от основного трека зависит от глубины прохождения частицы.

Отдельная программа, используя контрольные и градуировочные измерения специально сфотографированной сетки, дает зависимость глубины прохождения частицы от смещения и положения траектории частицы относительно вершины клина в виде полинома третьего порядка. Фильтрующая программа выделяет все четыре отрезка отдельно, вычисляет характеризующие их величины, определяет положение траектории в пространстве.

В большинстве используемых кадров (90%) только один трек. В случае двух треков, не перекрывающихся по  $Y$ -координате, программа выберет тот, на котором будет измерено больше точек, в остальных случаях кадр бракуется. Такие забракованные кадры можно высветить на дисплее, нанести цифровую маску и снова пересчитать.

В каждом крыле установки (до и после магнитного поля) находится по одной двухотсекной камере с рабочим зазором 150 мм. Из-за малого телесного угла установки наклон трека к оси абсцисс не должен превышать  $10^\circ$ . Поскольку высота камеры известна, можно вычислить максимальную величину трека на ось ординат.

За шаг гистограммы принимается величина, равная половине этой проекции. Как бы не был расположен трек в камере относительно начала координат, при таком выборе шага гистограммы он разместится только в трех соседних ячейках гистограммы, поэтому, найдя три последовательные ячейки гистограммы, в которых находится максимальное число точек можно быть уверенным, что они или их большая часть принадлежат треку.

#### Условные обозначения

- $WY$  — расстояние от конца трека до начала области расположения смещенных отрезков;
- $WY1$  — расстояние от конца трека до конца области расположения смещенных отрезков;
- $NTP$  — количество точек на треке;
- $XOX$  — местоположение среднего электрода камеры относительно меток Бреннера;
- $W$  — высота области расположения смещенных отрезков от конца трека;
- $IX, IY, T$  — массивы координат точек, замеренных прибором;
- $LOBL$  — половина максимальной проекции трека на ось ординат;
- $KN, KW$  — число точек на нижней и верхней половинках трека;
- $TIX, TNY$   
 $TWX, TWY$  — координаты концов опознанных треков в I и II отсеках камеры соответственно;
- $TN, TW$  — массивы координат точек, относящихся к I и II отсеку соответственно;
- $DN, DW$  — величина смещения трека в клине относительно основного трека в I и II отсеках соответственно.

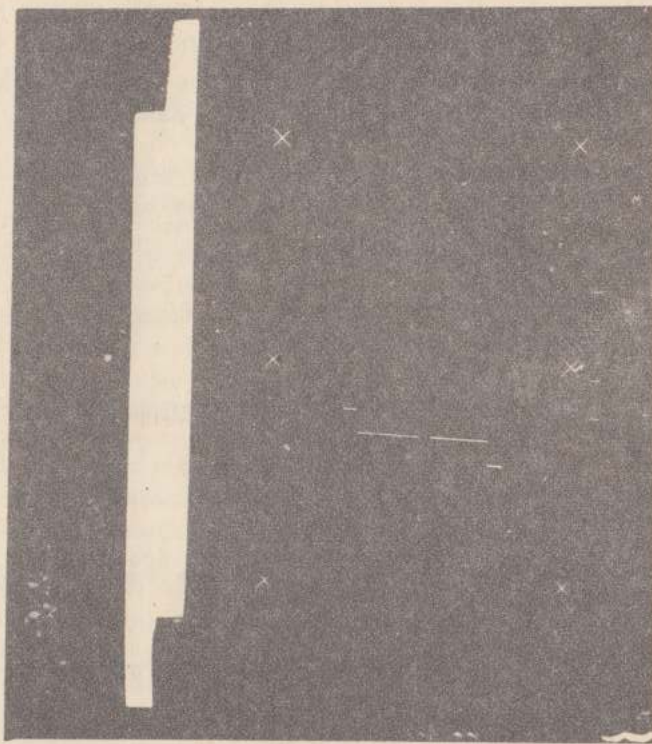


Рис.1

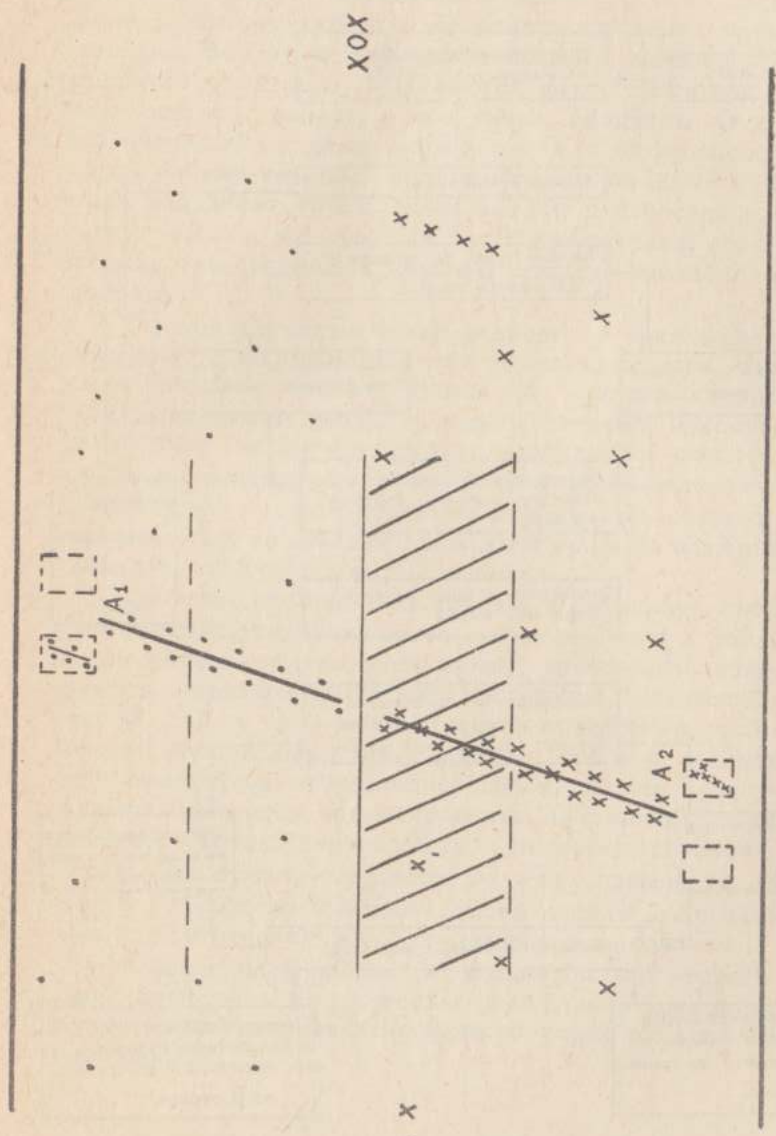
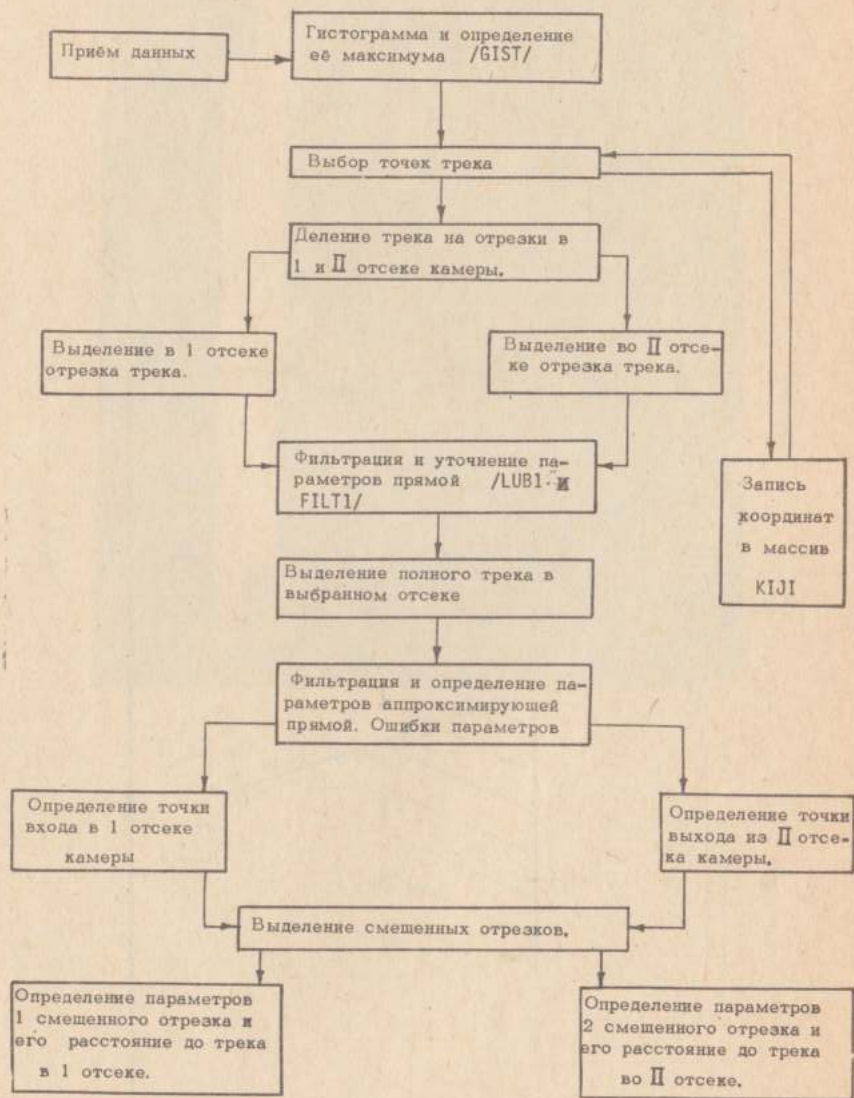


Рис.2

БЛОК - СХЕМА



Так как при остановке плёнки по меткам Бреннера положение кадра относительно просмотрового окна неизменно, заранее известно положение среднего электрода камеры. Все точки, абсциссы которых меньше абсциссы среднего электрода, выделяются как относящиеся к первому отсеку камеры, а все точки, абсциссы которых больше абсциссы среднего электрода, как относящиеся ко второму отсеку камеры. Таким образом создаются два массива координат точек, относящихся к первому или ко второму отсекам камеры. На рис.2 кружочками обозначены точки, относящиеся к первому отсеку, звездочками - ко второму.

Поскольку длина трека зависит от места прохождения частицы и ее наклона, для выделения точек, относящихся к большому отрезку трека, из массива координат точек выделяются точки, ординаты которых находятся на некотором экспериментально выбранном расстоянии от среднего электрода. На рис.2 пунктиром отделены от общей камеры предварительно выделяемые области для определения положения основного трека и заштрихована область, относящаяся к I отсеку.

По этим отобранным точкам и используя снова метод гистограмм выделяется некоторая узкая область трека, а затем последовательными итерациями аппроксимируется, прямая, отбрасываются точки, отстоящие от нее на  $3\sigma$ , где  $\sigma$  - это среднеквадратичный разброс точек от аппроксимирующей прямой. Процесс заканчивается при отсутствии отброшенных точек. Тогда полученная прямая считается ориентировочно положением трека и из массива точек, относящихся к первому отсеку, выбираются все точки, отстоящие от этой прямой на  $3\sigma$ . По этим отобранным точкам снова аппроксимируется прямая и повторяется весь итерационный процесс.

Аналогичный процесс повторяется для второго отсека. Для каждого, из окончательно выбранных треков вычисляется среднеквадратичный разброс точек от аппроксимирующей прямой:

$$\left| \begin{array}{l} \Delta N \\ \Delta W \end{array} \right| = \left| \begin{array}{l} \sqrt{\frac{n \sum (DN_i)^2 - (\sum DN_i)^2}{n(n-1)}} \\ \sqrt{\frac{\kappa \sum (DW_i)^2 - (\sum DW_i)^2}{\kappa(\kappa-1)}} \end{array} \right|,$$

где

$$DN_i = TN(I+1) - HN \cdot TN(I) - AN$$

$$DW_i = TW(I+1) - HW \cdot TW(I) - AW$$

и вычисляются ошибки в определении параметров прямой

$$\left| \begin{array}{l} \Delta HN \\ \Delta HW \end{array} \right| = \left| \begin{array}{l} \sqrt{\frac{\sum TN(I) \sum (DN(I))^2}{(n-2)(n \sum (TN(I))^2 - (\sum TN(I))^2)}} \\ \sqrt{\frac{\sum TW(I) \sum (DW(I))^2}{(\kappa-2)(\kappa \sum (TW(I))^2 - (\sum TW(I))^2)}} \end{array} \right|$$

$$\left| \begin{array}{l} \Delta AN \\ \Delta AW \end{array} \right| = \left| \begin{array}{l} \sqrt{\frac{n \sum (DN(I))^2}{(n-2)(n \sum (TN(I))^2 - (\sum TN(I))^2)}} \\ \sqrt{\frac{\kappa \sum (DW(I))^2}{(\kappa-2)(\kappa \sum (TW(I))^2 - (\sum TW(I))^2)}} \end{array} \right|$$

Вычисляется угол между двумя половинками трека в двух отсеках камеры

$$\Delta H = \frac{HN - HW}{1 + HN \cdot HW}$$

и сдвиг между ними на уровне среднего электрода

$$\Delta A = \frac{(HN - HW) \cdot \chi_{cp} + AN - AW}{\sqrt{1 + HN \cdot HW}}.$$

Эти величины сравниваются с эталонными. Если условия удовлетворены, вычисляется уравнение средней прямой, угол наклона которой к оси ординат равен среднему арифметическому углов наклона двух отрезков

$$H_{cp} = \frac{\sqrt{(1 + (HN)^2)(1 + (HW)^2)} + HN \cdot HW - 1}{HN + HW}$$

и она проходит через середину отрезка, определяющего сдвиг треков:

$$A_{cp} = \frac{AN + AW}{2} - \left( H_{cp} - \frac{HN + HW}{2} \right) \chi_{cp}.$$

На треках, полученных в 1 и 2 отсеках, выбирают точки  $A_1$  и  $A_2$ , наименее удаленные от клиньев. На определенном расстоянии от этих точек выделяются по две симметричные области  $W_1 - W'_1$  и  $W_2 - W'_2$ , а также соответственно  $N_1 - N'_1$  и  $N_2 - N'_2$  точек

попавших в эти области (см.рис.2). Из этих областей выбираются те, в которых больше точек. По этим точкам отобранной области аппроксимируется прямая, последовательными итерациями отбрасываются далекие точки и затем определяется расстояние от середины отрезка до основного трека. В дальнейшем, как отмечалось выше, эта величина используется для определения глубины прохождения частицы.

Ниже приводятся блок-схема программы, распечатки программы и всех используемых в ней подпрограмм, а также принятые обозначения.

В заключение авторы считают своим приятным долгом выразить благодарность Т.Л.Асатиани и Э.М.Матевосяну за содействие в работе и полезные обсуждения, а также всему коллективу ВЦ за помощь при работе на ЭВМ.

```

22 CALL LUB1(NM, TN, DELTA, H, A, 2, KWANT)
   DN = ((TNX - W/2.) * (HN - H) + AN - A) / SQRT(1. + HN**2)
   DW = ((TWX + W/2.) * (H - HW) + A - AW) / SQRT(1. + HW**2)
   IF(ISENSW(3)) WRITE(4, 2) DW, DN
2   FORMAT(3X, 3H DW, F8.3, 3X, 3H DN, F8.3)
   STOP
9   CALL KIJI(KN, T, TN, I)
   GO TO 8
15  CONTINUE
   IF(((TWY - WY).GT.T(I+1)).AND.(T(I+1).LT.(TWY - WY1))) GO TO 19
   IF(((TWY + WY).LT.T(I+1)).AND.(T(I+1).LT.(TWY + WY1))) GO TO 26
16  GO TO 14
   CONTINUE
   IF(((TNY + WY).LT.T(I+1)).AND.(T(I+1).GT.(TNY + WY1))) GO TO 17
   IF(((TNY - WY).GT.T(I+1)).AND.(T(I+1).GT.(TNY - WY1))) GO TO 27
17  GO TO 14
   KWANT = 1
   CALL KIJI(KN, T, TN, I)
   GO TO 14

```

```

24  FORMAT((5X,3HKN=,I5,5X,3HKW=,I5)/(10X,
      2HTN,10X,2HTW)/(10F7.2))
19  KWANT = 1
      CALL KIJI(KW1,T,TW,I)
      GO TO 14
18  NM=(KW-1)/2
      GO TO 20
23  NM=(KN-1)/2
      GO TO 22
30  CALL KIJI(KW,T,TW,I)
      GO TO 11
10  CALL KIJI(KW,T,TW,I)
      GO TO 8
21  CALL KIJI(KN, T, TN,I)
      GO TO 11
26  CALL KIJI(KW,T,TW,I)
      GO TO 14
27  CALL KIJI(KN1,T,TN,I)
      GO TO 14
      END
      SUBROUTINE KIJI(KL,T,TU,I)
      LOGICAL ISENSW
      DIMENSION TU(100),T(100),
      TU(KL)=T(I)

```

```

TU(KL+1) = T(I+1)
KL=KL+1
RETURN
END

```

```

SUBROUTINE WSTAW(IXT,IYT,TN,KN,DELTA,
H,A,D)
LOGICAL ISENSW
DIMENSION IXT(100),IYT(100),TN(80),D(30)
NM=(KN-1)/2
DO 6 I=1,NM
IXT(I)=IFIX(TN(2*I-1)*10)
IYT(I)=IFIX(TN(2*I)*10.)
6  CONTINUE
NIS=10
IF( ISENSW(1)) WRITE(4,4) MTI,TMI
4  FORMAT(5X,3HMPI,I5,5X,3HTMI,F10.5)
TMA=TN(2)
TMI=TN(2)
DO 2 I=2,KN,2
TMI=AMIN1(TMI,TN(I))
TMA=AMAX1(TMA,TN(I))
2  CONTINUE
MTI=IFIX(TMI*10.)

```

```

LOB=IFIX((TMA-TMI)1.5)
IF(ISENSW(1)) WRITE(4,4)MTI,TMI,LOB,
TMA
CALL GIST(NM,NIS,IYT,IXT,K,TN,LOB,MTI)
NM=(K-1)/2
CALL LUB1(NM,TN,DELTA,H,A,2,1)
DO 1 I=1,80
1 TN(I)=0
IF(ISENSW(11)) WRITE (4,3) DELTA,H,A
3 FORMAT(3X,5HDELTA,F10.5,3X,3H H, F10.5,
3X,3H A, F10.5)
RETURN
END

```

```

SUBROUTINE GIST(NTP,NIS,IYT,IXT,K,T,
LOBL,MTI)
LOGICAL ISENSW
DIMENSION IXT(100),IYT(100),T(200),NA
(20)
DO 1 I=1, NIS
1 NA(I)=0
W=2
DO 2 I=1, NTP
K=(IYT(I)-MTI)/LOBL+1

```

```

C  PROGAM TREK
LOGICAL ISENSW
DIMENSION IXT(100),IYT(100),TW(80)TN(80),
D(30),T(200),
1FN(2),NA(10)
DATA FN(1), FN(2)/5HDIGIT,4H SRC/
CALL SEEK (2, FN)
READ(2,101)IXT,IYT
101 FORMAT (1016)
W=2.
WY=2.
WY1=3.5
NTP=100
XOX=23.
GLEN=12.
IF(ISENSW(0)) WRITE(4,4) NTP,IXT,IYT
4 FORMAT((10X, 3HNTP,5X, I5)/(10X,10HIXT
IYT)/(1016))
NIS=10
MTI=0
LOBL=70
CALL GIST(NTP,NIS,IYT,IXT,K,T,LOBL,MTI)
NUM=K-1
KN=KW=1

```

```

DO 8 I=1, NUM, 2
IF((T(I).LT.XOX).AND.(T(I).GT.(XOX-
-GLEN))) GO TO 9
IF((T(I).GT.XOX).AND.(T(I).LT.(XOX+
+GLEN)))GO TO 10
8 CONTINUE
IF(ISENSW(9))WRITE(4,24)KN,KW,TN,TW
CALL WSTAW(IXT,IYT,TN,KN,DELN,HN,AN,D)
CALL WSTAW(IXT,IYT,TW,KW,DELW,HW,AW,D)
KN=KW=1
DO 11 I=1,NUM,2
IF((T(I).GT.XOX).AND.((DELW*5.).GT.(ABS
((T(I+1)-
1HW*T(I)-AW)/SQRT(1.+HW**2)))))) GO TO
30
IF((T(I).LT.XOX).AND.((DELN*5.)GT.(ABS
((T(I+1)-
1HN*T(I)-AN)/SQRT(1.+NH**2)))))) GO TO
21
11 CONTINUE
PAUSE 3
CONTINUE
IF(ISENSW(9)) WRITE(4,24)KN,KW,TN,TW
NM=(KW-1)/2

```

```

CALL LUB1(NM,TW,DELTAW,HW,AW,2,1)
TWX=TW(1)
KK=2*NM
DO 12 I=3, KK,2
12 TWX=AMAX1(TWX,TW(I))
PAUSE 1
CONTINUE
NM=(KN-1)/2
IF(ISENSW(10)) WRITE(4,1)NM,KN,TN
1 FORMAT(3X,3H NM, I5,3X,3H KN, I5/(10F7.2))
CALL LUB1(NM,TN,DELTAN,HN,AN,2,1)
TNX=TN(1)
KK=2*NM
DO 13 I=3,KK,2
TNX=AMIN4(TNX,TN(I))
IF(ISENSW(10)) WRITE(4,3) I,TNX,TN(I)
3 FORMAT(3X,3H I, I5,3X,3HTNX,F10.3,3X,
5HTN(I),F10.3)
13 CONTINUE
TNY=HN*TNX+AN
TWY=HW*TWX+AW
IF(ISENSW(9))WRITE(4,28)TNX,TNY,TWX,
TWY
28 FORMAT(3X,4HTNX=,F8.3,3X,4HTNY=, F8.3,

```

```

4HTWX=, F8.3
13X, 4HTWY=, F8.3)
DO 25 I=1, 80
TW(I)=0
25  TN(I)=0
    KN=KW=1
    KN1=KW1=50
    DO 14 I=1, NUM, 2
    IF((TWX.LT.T(I)).AND.(T(I).LT.(TWX+W)))
    GO TO 15
    IF((TNX.GT.T(I)).AND.(T(I).GT.(TNX-W)))
    GO TO 16
14  CONTINUE
    PAUSE
    KW2=KW1-50
    IF (ISENSW(0))WRITE(4,24)KN,KW,TN,TW
    IF(KW.GT.(KW2)) GO TO 18
    NM =(KW1-51)/2
    KWANT=50
20  CALL LUB1(NM,TW,DELTA,H,A,2KWANT)
    PAUSE 2
    KN2=KN1-50
    IF(KN.GT.(KN2)) GO TO 23
    NM=(KN1-51)/2

```

```

IF (ISENSW(10)) WRITE(4,8) K
8  FORMAT(3X,3H K, 15)
2  NA(K)=NA(K)+1
    NUM=NIS-2
    BET=0.
    IF (ISENSW(1)) WRITE(4,23) NA
23  FORMAT(3X,4H NA, 10I5)
    DO 3 I=1, NUM
    BETTA=FLOAT(NA(I)+NA(I+1)+NA(I+2))/
    FLOAT(NTP)
    IF (ISENSW(0)) WRITE(4,24) I,NA(I),
    BETTA
    IF (BETTA.GT,BET) GO TO 5
3  CONTINUE
    IF((NA(KET)+NA(KET+1)+NA(KET+2)).LE.
    (NTP/3)) GO TO 4
    K=1
    IF (ISENSW(1)) WRITE(84,25) KET,NUM,
    BET
25  FORMAT(5X,5H KET=, 15,5X,5H NUM=, 15,
    5X,5H BET=, F10.5)
24  FORMAT(5X,3H I, 15,5X,5HNA(I), 15,3X,
    5HBETTA,F10.5
    DO 6 I=1,NTP

```

```

IF( (IYF(I).GT.(MPI+(LOBL*(KET-1))))).
AND.(IYF(I).LT.(MPI+ (LOBL*(KET+2))))))
GO TO 7
6   CONTINUE
IF(ISEE$W(0)) WRITE (4,26) K,NTP,T
RETURN
5   BET=BETFA
KET=I
GO TO 3
7   T(K)=FLOAT(IXF(I))/10.
T(K+1)=FLOAT(IYF(I))/10.
K=K+2
GO TO 6
4   PAUSE 4444
26  FORMAT ((3X,3H K=, I5,3X,3HNTP,I5)/
(6F10.5))
END

```

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Alchudian S.L. et all. Canadian Journal of Physics, 46,S.1169,1968.
2. В.М.Кришян, К.А.Амроян, Д.Ш.Заграбян, Т.Н.Шапошников. Научное сообщение ЕФИ-96(74).

Рукопись поступила 30-го января 1975г.