

СООБЩЕНИЯ  
ОБЪЕДИНЕННОГО  
ИНСТИТУТА  
ЯДЕРНЫХ  
ИССЛЕДОВАНИЙ  
ДУБНА



Ц8408  
П-217

31/III 75

10 - 8467

855/2-75

В.Л.Пахомов, А.Е.Сеннер

ПРОГРАММЫ КОНТРОЛЯ И НАСТРОЙКИ  
ЧЕРЕНКОВСКИХ СПЕКТРОМЕТРОВ  
УСТАНОВКИ "ФОТОН"

**1974**

**ЛАБОРАТОРИЯ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОЙ  
ТЕХНИКИ И АВТОМАТИЗАЦИИ**

10 - 8467

В.Л.Пахомов, А.Е.Сеннер

ПРОГРАММЫ КОНТРОЛЯ И НАСТРОЙКИ  
ЧЕРЕНКОВСКИХ СПЕКТРОМЕТРОВ  
УСТАНОВКИ "ФОТОН"

Объединенный институт  
ядерных исследований  
БИБЛИОТЕКА

10 - 8467

Пахомов В.Л., Сеннер А.Е.

Программы контроля и настройки черенковских спектрометров  
установки "Фотон"

В работе рассматривается методика и программное обеспечение  
автоматизированной настройки спектрометрических каналов установки  
"Фотон" с использованием ЭВМ HP-2116B.

Сообщение Объединенного института ядерных исследований  
Дубна, 1974

Данная система программ предназначена для определения основных параметров электроники каналов связи черенковских спектрометров полного поглощения /I/ с ЭВМ HP-2116B. Значения этих параметров необходимы при настройке и проверке качества работы каналов. Указанные 90 спектрометров используются в установке "Фотон" для определения энергии продуктов взаимодействия.

Если известна передаточная функция канала связи спектрометра с ЭВМ и предварительно осуществлена калибровка спектрометра, то значение переданной в ЭВМ амплитуды сигнала однозначно определяет значение энергии зафиксированной частицы. Простейшей передаточной функцией является линейная функция, производная которой отлична от нуля. Использование передаточной функции подобного вида значительно упрощает дальнейшую обработку физической информации и облегчает контроль качества работы каналов в реальном масштабе времени. В этом случае представляется возможным довольно просто формализовать критерии качественной работы, что создает предпосылки полной автоматизации указанного контроля. Используемая в каналах аппаратура при соответствующей настройке способна обеспечить в рабочем диапазоне амплитуд передаточную функцию, весьма близкую к линейной.

Таким образом, процедура настройки канала состоит в подборе реальной передаточной функции канала, наиболее близкой к линейной. При этом основными числовыми параметрами, характеризующими работу канала, являются параметры аппроксимирующей линейной функции и характеристика нелинейности, определяемая как отношение максимального отклонения реальной передаточной функции от аппроксимирующей прямой к величине рабочего диапазона выходных амплитуд.

Указанные величины определяются при помощи созданной системы программ, которая значительно облегчает, упрощает и ускоряет процедуру наладки всех 90 спектрометрических каналов.

Задачей математического обеспечения, таким образом, является получение при использовании режима непосредственной двусторонней связи физического оборудования с ЭВМ реальных передаточных функций каналов, аппроксимация их полиномом первой степени, определение основных числовых характеристик и вывод их для анализа экспериментатором. Система программ, реализующая эти требования, создана на базе программ /2/, использующихся для работы на линии с установкой "Фотон", и состоит из двух частей, информационная связь между которыми осуществляется с помощью перфоленты.

Первая часть программ выполняет накопление, первичную обработку и вывод на перфоленту информации, представляющей собой реальные заатабулированные передаточные функции исследуемых каналов. Решение этой задачи стало возможным благодаря созданию аппаратного коммутатора /3/, обеспечивающего генерирование известной дискретной последовательности входных напряжений. Управление коммутатором осуществляется программным образом от ЭВМ. Начальное положение коммутатора, число последовательных перемещений, число циклов поступления информации при одном положении коммутатора и номера исследуемых ка-

налов являются формальными параметрами и задаются оператором с теле-тайпа при настройке системы программ. Возможна запись принимаемой информации на МЛ. По окончании процесса накопления информации производится ее первичная статистическая обработка, состоящая в определении набора напряжений на выходе, соответствующего набору подаваемых напряжений на входе.

За напряжение на выходе принимается математическое ожидание этого напряжения при заданном напряжении на входе. Искомый набор вместе со служебной информацией выводится на перфоленту для дальнейшей обработки. Эти данные (многоканальный спектр) могут быть представлены на дисплее для визуального контроля.

Вторая часть программ служит для непосредственного получения числовых параметров работы каналов.

При решении задачи аппроксимации мы рассматривали два подхода: поиск полинома наилучшего равномерного приближения и наилучшего приближения в среднем. Исследования показали, что эти два подхода в наших условиях дают близкие результаты, но значительно отличаются по сложности реализации программ. Учитывая эти два фактора на стадии отладки аппаратуры, в качестве аппроксимирующего полинома мы выбрали полином наилучшего приближения, параметры которого определяются по методу наименьших квадратов. При дальнейшем развитии программ предполагается также определять коэффициенты полинома наилучшего равномерного приближения.

Исходными данными для программ являются: массив А (1:16) значений напряжений, подаваемых на вход каналов, и массив В (1:16, 1:90) результирующих величин, получаемых на выходе каналов.

Результатом работы для каждого канала (количество каналов 90) являются величины  $k$ ,  $c$ ,  $G$ ,  $\delta$ ,  $N$ , соответствующие минимуму функции

$$M = \sum_{j=j_{\min}}^{j_{\max}} (B_j - K * A_j - C)^2,$$

где  $j_{\min}$  и  $j_{\max}$  задаются на вход программы и удовлетворяют соотношению

$$1 \leq j_{\min} < j_{\max} \leq 16,$$

$$N = j_{\max} - j_{\min} + 1.$$

Величины  $\sigma$  и  $\delta$  вычисляются по формулам

$$\sigma = \sqrt{\frac{M_{\min}}{j_{\max} - j_{\min} - 1}}, \quad \delta = \frac{|B_{\ell} - K * A_{\ell} - C|}{|\max_j B_j - \min_j B_j|} * 100,$$

где индекс  $\ell$  выбирается из условия

$$|B_{\ell} - K * A_{\ell} - C| = \max_j |B_j - K * A_j - C|.$$

Для ввода данных используется телетайп и фотосчитыватель. Вывод результатов осуществляется на телетайп и дисплей. На телетайпе печатаются с соответствующими комментариями указанные выше величины, а на дисплей выводятся экспериментальные точки реальной кривой и аппроксимирующая их прямая. Описание работы второй части программы и сама программа SPCTR приводятся ниже.

#### Форматы данных

Программа SPCTR написана на языке FORTRAN-4 для ЭВМ HP-2116B (ОИЯИ ЛВЭ) в системе RTE/4/.

Для ввода данных используется телетайп и фотосчитыватель с перфоленты. Для вывода результатов используется телетайп. Все данные, вводимые с п/л на фотосчитывателе в ЭВМ, должны быть целыми числами в формате (I4); данные, вводимые с телетайпа, задаются как целые числа в свободном формате /5/.

(I4), данные, вводимые с телетайпа, задаются как целые числа в свободном формате /5/.

Значение и порядок данных на п/л:

1-ый рекорд - I число-номер массива B,

2-ой - " - -I7 чисел, I-ое число - номер канала, за ним I6 чисел-значения B для этого канала.

Последующие рекорды имеют аналогичную структуру (номера каналов I:90).

Массив B должен заканчиваться фиктивным рекордом с номером канала = 9I. Далее все повторяется, т.е. идет номер следующего массива B, сам массив и т.д.

#### Работа с программой

После загрузки программы SPCTR для начала работы нужно дать приказ с телетайпа.

(1) ON, SPCTR

Программа печатает

(2) PROGRAM SPCTR

ENTER A(I) - A(16)

Ввести с телетайпа I6 значений аргумента A.

Программа печатает

(3) ENTER N CHANNELS, A(MIN), A(MAX)

Ввести с телетайпа таблицу: номер канала, минимальное и максимальное значения аргумента для этого канала. Т.е. в обработку для данного канала будут взяты только значения функции  $B = F(A)$  на отрезке (A(MIN), A(MAX)).

На следующей строке - другой номер канала и т.д.

В конце таблицы необходимо задать строку с номером канала 9I и фиктивными A(MIN), A(MAX).

Программа печатает

(4) ENTER NR1, NR2

Ввести с телетайпа два числа - номера массивов B, т.е. будут обрабатываться массивы с номерами из отрезка (NR1, NR2).

Программа печатает

(5) ENTER NK1, NK2

Ввести с телетайпа два числа - номера каналов, т.е. будут обрабатываться данные для каналов с номерами из отрезка (NR1, NR2).

На этом задании исходных данных заканчивается, начинается ввод п/л на фотосчитывателе и обработка.

В обработку берутся массивы с номерами из отрезка ( NR1, NR2 ), а в каждом из таких массивов обрабатываются каналы с номерами из отрезка ( NK1, NK2 ), для которых есть данные в таблице (см.(3) ).

Программа печатает

(6) NR=P

Здесь P - номер массива B, считанный с п/л.

Далее

(7) CHANNELS H

Здесь H - номер канала, считанный с п/л.

Далее

(8) B VI B2.....VI6

Т.е. печатаются значения функции для канала H массива P, считанные с п/л.

Далее программа выдает на телетайп результат - значения K, C, G, S, и для канала H.

N - количество точек, взятых в обработку.

При включенном тумблере I4 (положение - вверх) на панели управления ЭВМ на дисплее высвечиваются все введенные с п/л экспериментальные точки (крестиками) и полученная по методу наименьших квадратов теоретическая прямая в заданных пределах аргумента A для канала H массива P. При изменении положения тумблера B изображение на дисплее стирается, и программа переходит к обработке следующего рекорда (см.(7) ).

При выключенном тумблере I4 дисплей отключается и идет пакетная обработка рекордов с п/л в соответствии с заданной информацией.

Дисплей можно включать и отключать в любой момент работы программы.

Найдя 9I канал, программа проверяет, все ли работы из отрезка ( NR1, NR2 ) сделаны, если нет, то смотри (6), если да, то печатается

(9) ENTER N ENTRY

Задать одно число, номер входа в программу

при  $N \leq 1$  . .

Программа печатает

(10) PROGRAM SPCTR END

Т.е. вышли из программы на систему RTE, далее смотри (I).

При N =2 смотри (3),

при N =3 смотри (4),

при N =4 смотри (5).

При обнаружении ошибки программа печатает

(II) ERROR #

Где: # = 1 - считанный с п/л номер массива В не принадлежит заданному отрезку ( NR1 ,NR2 ).

# = 2 - считанный с п/л номер канала > 9I.

# = 3 - для обработки оставлено  $\leq 2$  значений В.

# = 4 -  $|\max_j(B_j) - \min_j(B_j)| = 0$ .

# = 5 - таблица заполнена вся, но нет канала с номером 9I.

# = 6 - в таблице задан номер канала > 9I.

Для исправления ошибки - смотри (9).

В заключение авторы благодарят М.Н.Хачатуряна за поддержку работы; С.Г.Басиладзе, И.М.Иванченко, В.А.Крамаренко за полезные обсуждения в процессе постановки и решения задачи.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Р.Г.Аствацатуров и др. ОИЯИ, Р1-7309, Дубна, 1973.
2. Н.Н.Говорун и др. ОИЯИ, Д-10-7707, стр.445-452, Дубна, 1974.
3. С.Г.Басиладзе и др. ОИЯИ, I3-7250, Дубна, 1974.
4. Real-Time Software ,02116-9139,Cupertino,California, 95014,1969.
5. A Pocket Guide to the 2100 Computers. 5951-4423 ,California,95014,1972.

Рукопись поступила в издательский отдел  
23 декабря 1974 года

### Приложение

```
FTN4,B,L
PROGRAM SPCTR
C
C VERSION 4
C
COMMON ID(17)
INTEGER BUF(3,91)
REAL IDB1,IDB2
DIMENSION L(300)
DIMENSION A(16),B(16),IA(16),IB(16)
C
WRITE(1,20)
20 FORMAT(2X,13HPROGRAM SPCTR/2X,18HENTER A(1) - A(16))
READ(1,*) IA
WRITE(1,600) IA
600 FORMAT(2X,14A,16I4)
301 DO 302 I=1,3
DO 302 J=1,91
BUF(I,J)=0
302 CONTINUE
WRITE(1,303)
303 FORMAT(2X,34HENTER N CHANNELS , A(MIN) , A(MAX))
DO 304 J=1,91
READ(1,*) (BUF(I,J),I=1,3)
IF(BUF(1,J)-91) 304,305,306
304 CONTINUE
NERR=5
GO TO 200
306 NERR=6
GO TO 200
305 CONTINUE
WRITE(1,50)
50 FORMAT(2X,13HENTER NR1,NR2)
READ(1,*) NR1,NR2
307 WRITE(1,308)
308 FORMAT(2X,13HENTER NK1,NK2)
READ(1,*) NK1,NK2
C
35 READ(5,91) NR
91 FORMAT(I4)
30 CONTINUE
WRITE(1,60) NR
60 FORMAT(2X,3ANR=,I4)
IF((NR.GE.NR1).AND.(NR.LE.NR2)) 70,34
70 READ(5,10) INUM,IB
10 FORMAT(I7I4)
IF(INJM-91) 310,100,36
100 IF(NR-NR2) 35,31,31
310 IF((INUM.GE.NK1).AND.(INUM.LE.NK2)) 311,70
311 DO 320 J=1,91
NJ=J
IF(BUF(1,J).EQ.INUM) 321,320
320 CONTINUE
```

```

GO TO 70
321 IAMIN=300(2,NJ)
    IAMAX=300(3,NJ)
40 WRITE(1,11) INU4,IB
11 FORMAT(2X,94CHANNELS ,12/3X,1HB,16I4)
    N1=1
    N2=16
    DO 5 I=1,16
        IF(IAMIN-IAC(I)) 6,6,7
    7 N1=N1+1
    6 IF(IAMAX-IAC(I)) 8,9,9
    8 N2=N2-1
    9 CONTINUE
    A(I)=IAC(I)
    B(I)=IB(I)
    5 CONTINUE
C
    ON=N2-N1+1
    IN=N2-N1+1
    IF(IN-2) 33,33,300
300 CONTINUE
    SA=0.
    SB=0.
    SAA=0.
    SAB=0.
    IDR1=B(N1)
    IDR2=B(N1)
    DO 1 I=N1,N2
        SA=SA+A(I)
        SB=SB+B(I)
        SAA=SAA+A(I)*A(I)
        SAB=SAB+A(I)*B(I)
        IF(IDR1-B(I)) 110,110,120
120 IDR1=B(I)
110 IF(IDR2-B(I)) 130,1,1
130 IDR2=B(I)
    1 CONTINUE
    DR=ABS(IDR2-IDR1)
    IF(DR) 81,81,80
80 CONTINUE
    DK=(SAB-SA*SB/ON)/(SAA-SA*SA/ON)
    OC=(SB-DK*SA)/ON
C
    IBT1=DK*A(N1)+OC+.5
    IBT2=DK*A(N2)+OC+.5
    IAT1=IAC(N1)
    IAT2=IAC(N2)
C DISPLAY
    CALL CLEAR

```

```

DO 1973 K=1,16
    IPX=ACK)-2
    IPY=B(K)-3
    CALL MABS(IPX,IPY)
    CALL ANCHO(43)
1973 CONTINUE
    CALL MABS(IAT1,IBT1)
    CALL DRABS(IAT2,IBT2,1)
C
    SUM=0.
    OMAXR=0.
    DELTA=0.
    DO 2 I=N1,N2
        BT=DK*A(I)+OC
        R=ABS(BT-B(I))
        SUM=SUM+R*R
        IF(R-OMAXR) 3,3,4
    4 OMAXR=R
    3 CONTINUE
    2 CONTINUE
    DELTA=100.*OMAXR/DR
    SIGMA=SQRT(SUM/(ON-2.))
    WRITE(1,12) DK,OC,SIGMA,DELTA,IN
12 FORMAT(2X,2HK=,F9.4,2X,2HC=,F9.4,2X,6HSIGMA=,F9.4,2X,
    C6HDELTA=,F9.4,2H Z,2X,2HN=,12)
C
    IKEY=ISSW(14)
    IF(IKEY) 1974,1975
1974 CALL INITI
1975 CONTINUE
C
    GO TO 70
C
34 NERR=1
    GO TO 200
36 NERR=2
    GO TO 200
38 NERR=3
    GO TO 200
81 NERR=4
    GO TO 200
200 WRITE(1,222) NERR
222 FORMAT(2X,6HERROR ,11)
    31 CONTINUE
    37 CONTINUE
    WRITE(1,330)
330 FORMAT(2X,13HENTER N ENTRY)
    HEAD(1,*) VENTR
    GO TO (331,301,305,307),NENTR
331 CONTINUE
    WRITE(1,23)
23 FORMAT(2X,17HPROGRAM SPECI END)
    END
    ENDF

```