

СООБЩЕНИЯ
ОБЪЕДИНЕННОГО
ИНСТИТУТА
ЯДЕРНЫХ
ИССЛЕДОВАНИЙ

ДУБНА



Ц8481

Г-47

6/41-76

13 - 9993

4889/2-76

В.И.Гилев, М.Гонусек, Р.Лушински, С.И.Орманджиев,
В.М.Цупко-Ситников

УСТРОЙСТВО СВЯЗИ

ТРЕХ АМПЛИТУДНО-КODOVЫХ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЕЙ

С ЭВМ HP 2116C

ДЛЯ ОДНОМЕРНЫХ И МНОГОМЕРНЫХ

СПЕКТРОМЕТРИЧЕСКИХ ИЗМЕРЕНИЙ

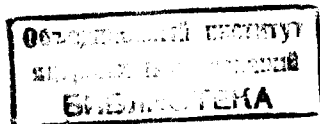
76-59

1976

13 - 9993

В.И.Гилев, М.Гонусек, Р.Лушински, С.И.Орманджиев,
В.М.Цупко-Ситников

УСТРОЙСТВО СВЯЗИ
ТРЕХ АМПЛИТУДНО-КОДОВЫХ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЕЙ
С ЭВМ **НР 2116С**
ДЛЯ ОДНОМЕРНЫХ И МНОГОМЕРНЫХ
СПЕКТРОМЕТРИЧЕСКИХ ИЗМЕРЕНИЙ



§1. ВВЕДЕНИЕ

В исследованиях свойств короткоживущих изотопов, проводимых по программе ЯСНАПП на синхроциклотроне ЛЯП ОИЯИ, важным условием является получение максимума информации от радиоактивных источников в интервалы времени, соизмеримые с периодами полураспада. Поэтому одной из наиболее эффективных форм измерений является многомерный анализ с регистрацией нескольких характеристик излучения, что приводит к значительному уменьшению затрат времени работы ускорителя.

Чтобы получить наиболее полную информацию о схемах распада ядер, необходимо измерять спектры гамма-гамма-совпадений, зависимость энергии и интенсивности гамма-излучения от времени / γ - τ -распределения/ или более сложное распределение: энергии двух гамма-квантов - временной интервал между ними / γ - γ - Δt -распределение/. Последний режим работы особенно необходим, так как количество переходов в схемах распада ядер достигает нескольких сотен, а γ - τ -распределения могут дать только часть нужной информации.

Многомерный анализ и одномерные измерения можно эффективно осуществлять на базе малых или средних ЭВМ. Для этой цели в задачах ядерной спектроскопии успешно использовались ЭВМ в режиме двухмерного анализа^{/1-8/}. Однако более полную информацию о процессах распада дают гамма-гамма-совпадения в трехмерном варианте / γ - γ - Δt -распределения/, когда одновременно регистрируется и величина временного интервала между импульсами детекторов.

Кроме того, часто оказывается полезным и удобным измерение трех одномерных спектров. В этом случае одновременная запись таких спектров в ЭВМ уменьшает общее время регистрации и повышает точность последующей обработки информации.

Ниже описано устройство связи трех АКП с ЭВМ НР 2116С, обеспечивающее двухмерные, трехмерные измерения или одновременную регистрацию в ЭВМ от одного до трех спектров. Устройство выполнено в виде автономного блока в стандарте "Вишня", что обеспечивает его компактность и экономичность - качества весьма существенные при ограниченном масштабе исследований или сравнительно узком классе проводимых измерений.

Кратко обсуждается организация программного обеспечения указанных режимов работы.

§2. УСТРОЙСТВО СВЯЗИ

Анализ спектрометрической информации, поступающей в амплитудно-кодовые преобразователи АКП1, АКП2, АКП3 /см. рис. 1/, разрешается с появлением сигнала "Запуск". После приема спектрометрической информации на выходах "Мертвое время" АКП вырабатываются сигналы, которые через схему ИЛИ 3 запрещают их повторный запуск в течение цикла измерений и регистрации в памяти ЭВМ. После окончания процесса преобразования на выходах "Вызов" появляются сигналы и коды амплитуд измеренных импульсов, готовые к последовательной передаче в ЭВМ НР 2116С в виде трех 12-разрядных двоичных чисел. Передача осуществляется через "Блок пропускания данных по выбранному адресу".

Для управления передачей данных в ЭВМ НР2116С используются два сигнала: "Флаг" /команда от внешнего устройства - в нашем случае от АКП/ и "Готовность" /команда от ЭВМ/; последний вместе с сигналом "Вызов" поступает на схему запрета С31. В исходном состоянии на инверсном входе схемы сигнала нет, а на выходе "Счетчик адреса" имеется двоичный

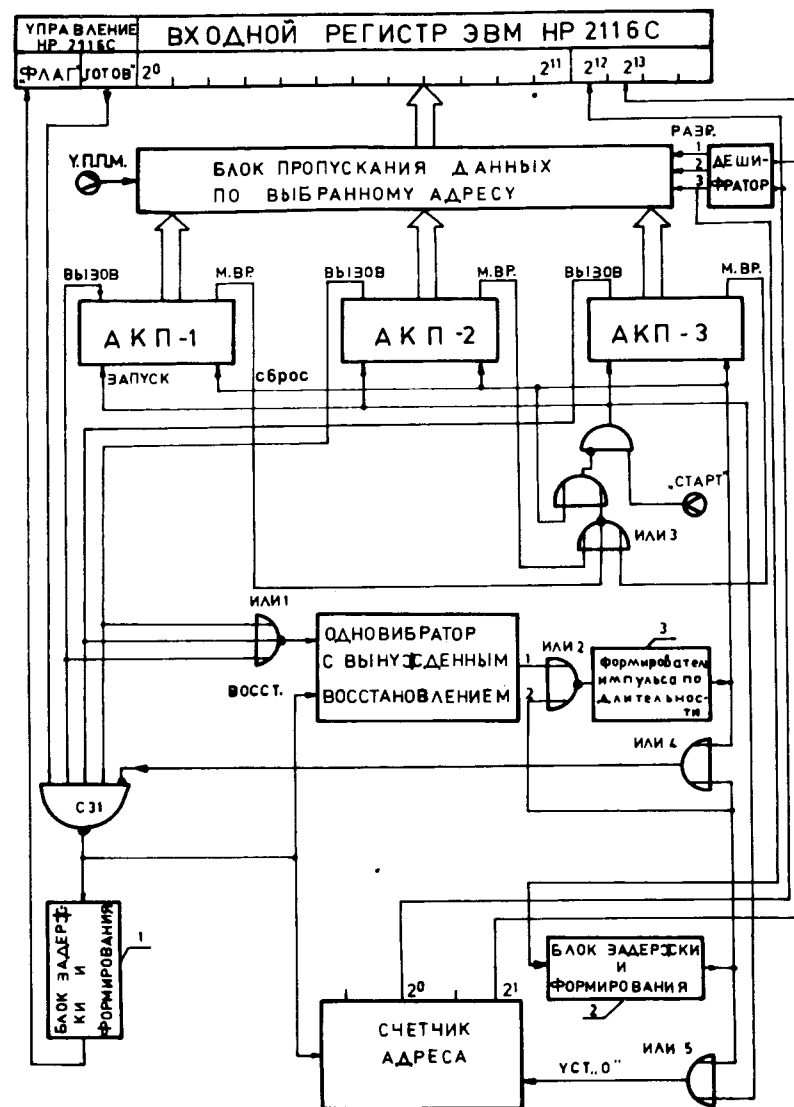


Рис. 1. Блок-схема устройства связи, работающего в режиме многомерного анализа.

код "00". Сигнал на выходе С31 переводит "Счетчик адреса" в состояние "01" и через дешифратор вырабатывает сигнал "Разрешение 1" на параллельный перенос информации с первого преобразователя. Этот же сигнал, сформированный и задержанный относительно сигнала "Разрешение 1" на время $t_{31} \approx 2$ мкс, поступает на вход ЭВМ и разрешает прием информации. При этом, с небольшой задержкой ≈ 300 нс, прекращается сигнал "Готовность" ЭВМ на время цикла обращения к памяти $t_H / t_{H \text{ макс}} < 6$ мкс. Спустя некоторое время на выходе ЭВМ появится снова сигнал "Готовность", который установит счетчик адреса в состояние "10", а дешифратор выработает "Разрешение 2" на передачу информации с АКП2.

Последующее поступление сигнала "Готовность" обеспечит передачу информации с АКП3 /после получения сигнала "Разрешение 3" и предварительной установки счетчика адреса в состояние "11"/.

Чтобы исключить возможность неправильной работы при переходе к следующему циклу измерений, на инверсный вход С31 поступает запрещающий сигнал с выхода ИЛИ4 в момент появления сигнала "Разрешение 3". Длительность сигнала запрета $t'_{\text{зап}}$ /см. рис. 2/ должна быть больше, чем $t_{H \text{ макс}} + t_c$, где t_c - время возвращения потенциалов "Вызов" и "Мертвое время" АКП. Это время задается суммой длительности импульсов блока "Задержка и формирование 1" и "Блока формирования импульса по длительности 3", то есть $t'_{\text{зап}} = t_{\text{зап}} + t_c$, где $t_{\text{зап}} > t_{H \text{ макс}}$. Импульс с выхода формирователя 3 поступает также и на входы "Сброс" АКП. Спад сигнала $t_{\text{зап}}$ через схему ИЛИ 5 устанавливает "Счетчик адреса" в исходное состояние "00".

Для исключения возможной остановки работы устройства, при отсутствии хотя бы одного сигнала "Вызов" /например, переполнение выходного регистра преобразователя/, введена дополнительная цепь, состоящая из схемы ИЛИ 1 и "одновибратора с вынужденным восстановлением".

В таких случаях восстановления не происходит и на выходе одновибратора вырабатывается импульс, задер-

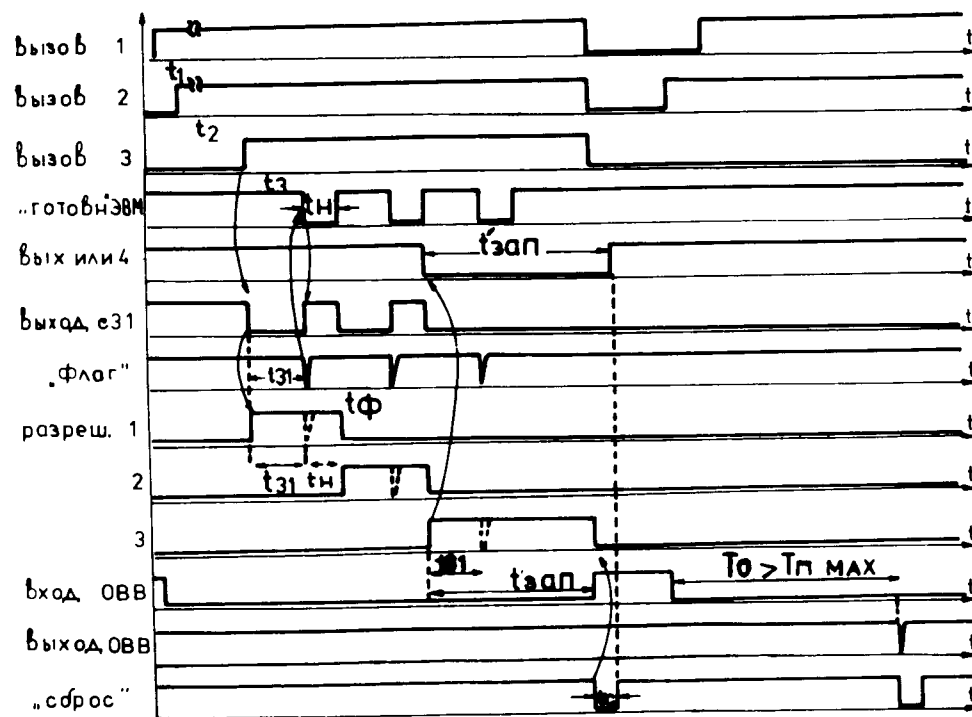


Рис. 2. Временная диаграмма работы блока связи в режиме многомерного анализа.

женный относительно момента появления первого "Вызова" на время $T_0 > T_{H \text{ макс}} / T_{H \text{ макс}} \approx 230$ мкс - максимальное время преобразования в АКП/, который через схему ИЛИ 2 запускает сигнал "Формирователь импульса по длительности 3".

Одновибратор с вынужденным восстановлением /см. рис. 3/ состоит из двух одновибраторов с длительностью выходных импульсов $1/2 T_{H \text{ макс}}$ каждый и схемы запрета. В случае вынужденного восстановления одновибратора во время быстрой перезарядки конденсаторов, которые определяют длительности времен метастабильных состояний, потенциалы коллекторов транзисторов T_4 и T_5 должны оставаться нулевыми. Это осуществляется с по-

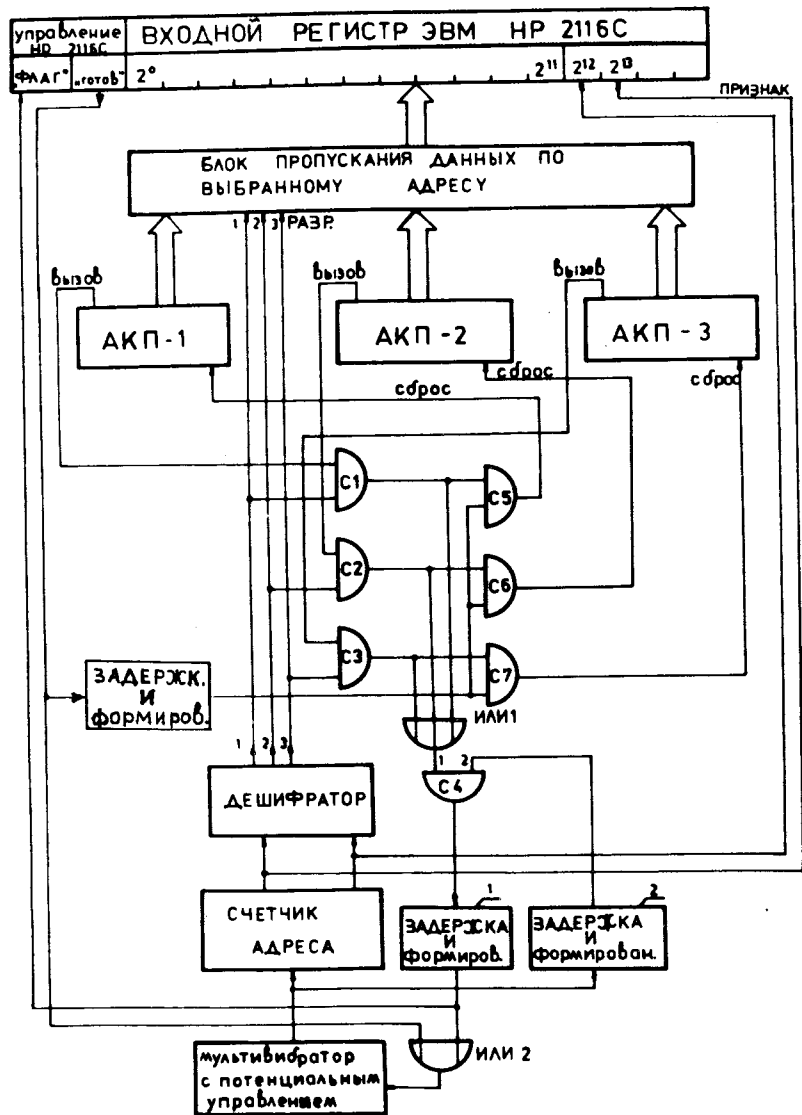


Рис. 4. Блок-схема устройства связи для независимых одномерных измерений /интегрирующий режим накопления информации/.

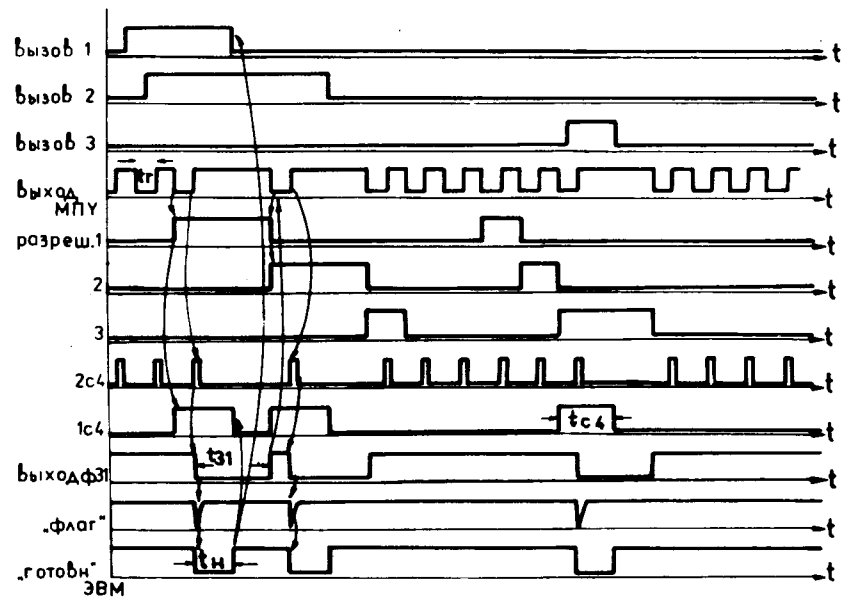


Рис. 5. Временная диаграмма работы устройства связи в режиме независимых одномерных измерений.

первым. Блок-схема узла пропускания данных по выбранному адресу с дополнительным признаком показана на рис. 6.

В нормальном состоянии триггер сброшен и последовательная передача кодов идет в прямом порядке. Если имеется сигнал для обратной последовательности передачи кодов на входе "Управление последовательностью передачи массивов" /УППМ/, первым передается код со второго АКП, после чего триггер опрокидывается и передается код с первого АКП. Код третьего АКП /временной интервал/ всегда передается третьим.

§3. ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

Независимо от режима работы на ЭВМ поступает поток информации в виде отдельных слов длиной 16 бит.

ВЫХОДЫ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЕЙ
АМПЛИТУДА - КОД

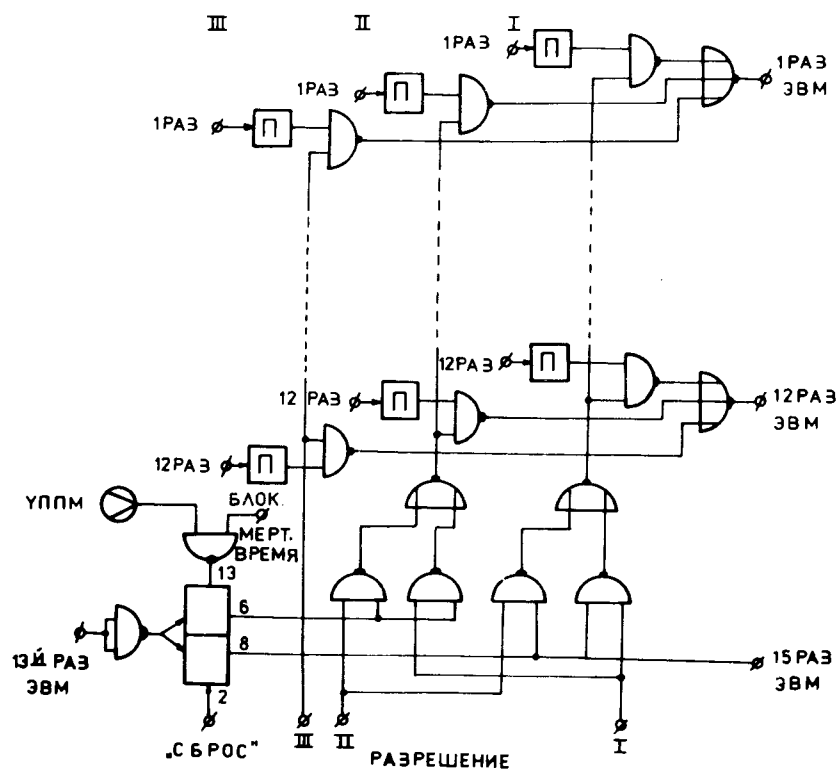


Рис. 6. Блок-схема узла пропускания данных с учетом дополнительного признака, соответствующего стартовому сигналу.

Первые 12 бит содержат спектрометрическую информацию от АКП, 13 и 14 биты дают информацию о номере канала интерфейса, который переносит данные /15 и 16 биты - свободны/. Основной задачей программы является прием этой информации, проверка ее на отсутствие сбоев /последовательность принятых слов от блока связи/ в режиме совпадений и запись принятой информации в форме, удобной для дальнейшей обработки.

В режиме совпадений вся информация после записи в буфер оперативной памяти переписывается на магнитную ленту /программа SAVE3 /.

В режиме одномерных измерений /интегрирующий режим накопления/ информация записывается в виде спектров: каждое переданное слово представляет собой адрес A в выделенном буфере памяти ЭВМ, по которому следует добавить единицу. В действительности для исключения трудностей с нулевыми адресами единица добавляется по адресу A+I и обратный сдвиг спектра проводится путем смещения его начального адреса.

Возможны два варианта обработки слова, поступающего от блока связи в режиме одномерных измерений. В адресе A выделяется 12 первых битов спектрометрической информации, которые являются адресом для занесения единицы в соответствующий спектр на 4096 каналов. Сам спектр, в который добавляется единица, определяется кодом в 13 и 14 разрядах полного слова /признак канала интерфейса/. Для уменьшения времени обработки слова и соответствующего повышения скорости приема информации добавление единицы можно производить по полному адресу A. Соответствующий подбор признаков каналов интерфейса позволяет формировать таким образом три 4096-канальных спектра, отвечающих третьему, первому и второму каналам /программы KANAL, TIF /.

Реальная работа с интерфейсом /например, программы SAVE3, KANAL/ осуществляется следующим образом. В памяти машины выделяются два буфера. Во время заполнения одного из них информацией от интерфейса производятся операции со вторым буфером и затем буферы меняются местами. В заполненном буфере информация проверяется на наличие сбоев, переписывается на магнитную ленту для режима совпадений или в виде спектров на соответствующие дорожки магнитных дисков для режима одномерного анализа. В случае обнаружения сбоя при работе в режиме совпадений обработка буфера прекращается и автоматически производится восстановление.

Программа SAVE3, использующаяся для многомерных измерений, является обобщением программы SAVE /8/.

Программа KANAL по заданным временным интервалам экспозиций для каждого канала записывает информацию в виде одномерных спектров и укладывает эти спектры на соответствующие дорожки магнитного диска. С помощью этой программы, имеющей минимальные потери времени на обработку поступающего слова, можно работать с загрузкой 40000 слов/с.

Для проверки интерфейса используется программа TIF *рис. 7/*. Она записывает информацию в виде спектров и для режима совпадений проверяет ее на отсутствие сбоев. Принцип работы программы понятен из блок-схемы */рис. 8/*. В качестве входных данных в программу вводятся номера трех треков диска, на которых будут в конце программы записаны одномерные спектры и информация о режиме работы, если ведутся двухмерные или трехмерные измерения в режиме совпадений.

Программа принимает от буфера массивы длиной в 2550 слов, останавливает прием, проводит проверку на правильность работы и печатает на экране дисплея номер передачи. Если в режиме совпадений появятся сбой, печатается номер первого ошибочного слова в массиве, его порядок и содержание этого слова. Программа останавливается включением тумблера 15. Полученные спектры могут быть выведены на экран дисплея ТЕКТРОНИХ с помощью, например, программы DISP */рис. 9/*.

Программы написаны в системе DOS на языке ФОРТРАН, процедуры обработки содержания буфера в программе KANAL- на ассемблере.

Устройство успешно эксплуатируется в течение года и позволило выполнить ряд экспериментов с регистрацией совпадений в трехмерном режиме */гамма-гамма- Δ r* -распределение/.

В заключение авторы выражают благодарность С.В.Медведю, Г.Ортлеппу, В.А.Антюхову и В.И.Фоминных за полезные обсуждения вопросов, связанных с разработкой описанного устройства.

```

0001 FTN
0002 PROGRAM TIF
0003 DIMENSION IA(12289),IC(2550),ITR(3),ID(3)
0004 ILF=2550
0005 ID(1)=100000
0006 ID(2)=200000
0007 ID(3)=0
0008 DO 45 I=1,12289
0009 45 IA(I)=0
0010 WRITE(1,2)
0011 2 FORMAT(" TRACKS")
0012 READ(1,*)(ITR(I),I=1,3)
0013 WRITE(1,3)
0014 3 FORMAT(" 2-DIMENSIONAL; IF ONLY SPECTRA THEN 99")
0015 READ(1,*)IJ
0016 IF(IJ.EQ.2)I2=1275
0017 IF(IJ.EQ.3)I2=350
0018 K=J
0019 10 K=K+1
0020 WRITE(1,11)K
0021 11 FORMAT(/,"TRANSFER NO=",I6)
0022 C----- START GATHER INTO BUFFER IC
0023 CALL EXEC(1,1173,IC,ILF)
0024 IF(IJ.EQ.0)GO TO 20
0025 C----- WORD ORDER CONTROL
0026 J=0
0027 DO 6 I=1,I2
0028 DO 30 KJ=1,IJ
0029 J=J+1
0030 KK=IAND(IC(J),300000)
0031 IF(KK.EQ.ID(KJ))GO TO 30
0032 WRITE(1,31)J,IC(J)
0033 31 FORMAT(" ERROR IN",I3,"IS",I8)
0034 CALL EXEC(1,1173,IC,1)
0035 GO TO 12
0036 30 CONTINUE
0037 6 CONTINUE
0038 C----- WRITE INFORMATION AS SPECTRUM
0039 20 DO 4 I=1,ILI
0040 KVOK=IC(I)+1
0041 4 IA(KVOK)=IA(KVOK)+1
0042 IF(ISSN(15))99,12
0043 C----- WRITE SPECTRA ON DISC
0044 99 DO 100 I=1,3
0045 LL=(I-1)*4096+2
0046 CALL EXEC(2,1173,IA(LL),4096,ITR(I),0)
0047 100 CONTINUE
0048 END
0049 ENDS
**** LIST END ****

```

Рис. 7. Программа TIF, используемая для проверки работы интерфейса.

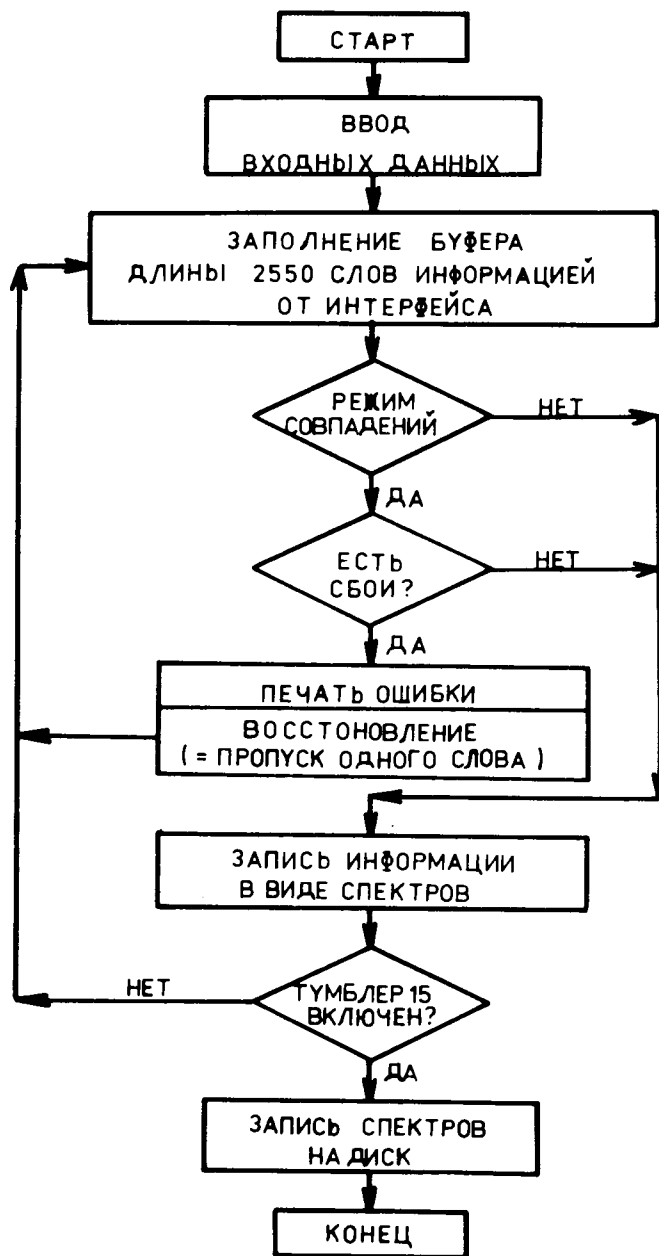


Рис. 8. Блок-схема программы TIF, используемой для проверки работы интерфейса.

```

0001 FTN
0002 PROGRAM DISP
0003 DIMENSION IE(4096)
0004 10 WRITE(1,2)
0005 2 FORMAT(" TRACK,FIRST CHNL,LENGTH(MAX.1023)")
0006 READ(1,*)IT,I1,IL
0007 IF(IT.EQ.0)GO TO 20
0008 CALL FHDSC(1,143B,IE,4096,IT,0)
0009 CALL DSY(IE,I1,IL)
0010 GO TO 10
0011 20 END
0012 SUBROUTINE DSY(IE,I1,IL)
0013 DIMENSION II(1)
0014 IF(IL.GE.1024)IL=1023
0015 I2=IL+I1-1
0016 IF(I2.GT.4095)I2=4095
0017 KR=1
0018 IF(IL.LE.511)KR=2
0019 IF(IL.LE.340)KR=3
0020 IF(IL.LE.255)KR=4
0021 IF(IL.LE.127)KR=8
0022 DO 10 I=I1,I2
0023 IF(IE(I).LT.0)IF(I)=-IE(I)
0024 10 CONTINUE
0025 IMAX=0
0026 IMIN=30000
0027 DO 2 I=I1,I2
0028 IF(IE(I).GT.IMAX)IMAX=IE(I)
0029 IF(IE(I).LT.IMIN)IMIN=IE(I)
0030 2 CONTINUE
0031 XX=IMAX-IMIN
0032 XX=693./XX
0033 CALL CHOUT(27)
0034 CALL CHOUT(12)
0035 CALL WAIT(750)
0036 CALL TPLOT(0,1,1)
0037 K=-KR+1
0038 DO 5 I=I1,I2
0039 K=K+KR
0040 X=FLOAT(IE(I)-IMIN)*XX
0041 IX=X
0042 CALL TPLOT(1,K,IX)
0043 5 CONTINUE
0044 CALL TPLOT(0,1,760)
0045 CALL CHOUT(31)
0046 WRITE(9,11)I1,I2,IMIN,IMAX
0047 11 FORMAT(2X,"FROM",I5," TO",I5,6X,
0048 1"IMIN=",I6,12X,"IMAX=",I6)
0049 RETURN
0050 END
0051 ENDS
**** LIST ENL ****
  
```

Рис. 9. Программа DISP, обеспечивающая вывод информации /например, спектров/ на экран дисплея TEKTRONIX.

ЛИТЕРАТУРА

1. И.Ланг и др. Сообщение ОИЯИ, 10-5296, Дубна, 1970.
2. О.И.Нефедьев и др. Сообщение ОИЯИ, 13-7288, Дубна, 1973.
3. С.В.Медведь и др. Сообщение ОИЯИ, 10-6884, Дубна, 1973.
4. О.Н.Казаченко и др. Сообщение ОИЯИ, 10-7123, Дубна, 1973.
5. К.Я.Громов и др. Сообщение ОИЯИ, Р6-7355, Дубна, 1973.
6. Р.Арльт и др. Сообщение ОИЯИ, Р10-7723, Дубна, 1974.
7. С.И.Орманджиев и др. Сообщение ОИЯИ, 13-8797, Дубна, 1975.
8. К.Андерт и др. Сообщение ОИЯИ, Р6-8564, Дубна, 1975.

*Рукопись поступила в издательский отдел
27 июля 1976 года.*