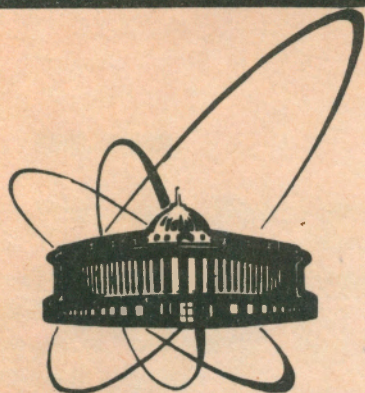


90-369

Объединенный институт  
ядерных исследований  
БНБ ДУБНА



**сообщения  
объединенного  
института  
ядерных  
исследований  
дубна**

P10-90-369

**В.Е. Жильцов**

**SPEX: ПРОГРАММА РЕГИСТРАЦИИ  
СПЕКТРОМЕТРИЧЕСКОЙ ИНФОРМАЦИИ**

**1990**

## ВВЕДЕНИЕ

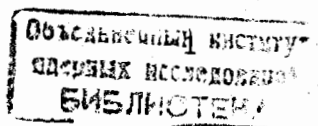
Регистрация спектрометрической информации является стандартной задачей в экспериментальной физике и других областях научных исследований. Для этого используются различные возможности — от автономных приборов (анализаторы спектров) до больших систем сбора данных<sup>1, 2</sup>. Автономные анализаторы работают быстро и имеют, как правило, широкий набор средств регистрации сигнала (АЦП, усилители, аттенюаторы и пр.), но их возможности в обработке и представлении данных довольно ограничены. Большие и универсальные системы сбора данных свободны от этих недостатков, но работают медленнее, требуют сравнительно сложной организации считывания и известного навыка при работе с ними. Кроме того, для работы такой системы необходима соответствующим образом оснащенная ЭВМ (память, диски и пр.), что не всегда возможно или оправданно для широкого класса задач "настольного" характера — различного рода исследования материалов (сцинтилляторы, полупроводники) или приборов (ФЭУ, усилители и др.).

Естественный способ обеспечить такие исследования адекватными средствами — это применить микро-ЭВМ с графическими возможностями и с выходом на крейт КАМАК или ВЕКТОР. Такой подход применен, например, в амплитудном анализаторе АМ-А-02Ф. Однако некоторые его особенности — довольно высокая стоимость (около 40 тыс. руб.) и ограниченность в представлении и обработке данных — делают его неприемлемым. Целью данной разработки было создание возможностей для проведения спектрометрических исследований с учетом всех этих соображений.

## АППАРАТУРА

Стенд собран на базе микро-ЭВМ ДВК-3 ("Электроника МС 0507"), в состав которой входят:

- микропроцессор 1801 ВМЗ с набором команд, идентичным набору команд ЭВМ СМ-4;
- оперативная память 64 кбайт;
- таймер;



- два дисководов "Электроника НГМД 6021";
- контроллер графического дисплея (286x400 точек);
- печатающее устройство D100.

Для связи с крейтом КАМАК системная шина ДВК-3 (Q-Bus) выведена на внешний разъем для подключения к контроллеру К-16. Возможна также связь с контроллером КАМАК типа К-106 Polon<sup>13</sup> через преобразователь шины Q-Bus — Unibus. Такой преобразователь (плата ППД) применен для связи с контроллером крейта ВЕКТОР БУП-06.

В качестве приемника регистрируемого сигнала использован преобразователь амплитуд импульса в цифровой код БПА-01Ф, выполненный в виде блока в стандарте ВЕКТОР двойной ширины. Это 13-разрядный преобразователь, принимающий на входе импульс с амплитудой  $0 \div \pm 10$  В.

## ПРОГРАММА

Для управления стендом, считывания и представления данных была разработана программа SPEX. Основными задачами при разработке программы являлись следующие:

- обеспечить представление данных в графическом виде как на экране дисплея, так и в виде "твердой копии" (на бумаге);
- предоставить достаточные (с точки зрения здравого смысла) возможности манипуляции данными;
- организовать как можно более простой интерфейс ЭВМ — пользователь.

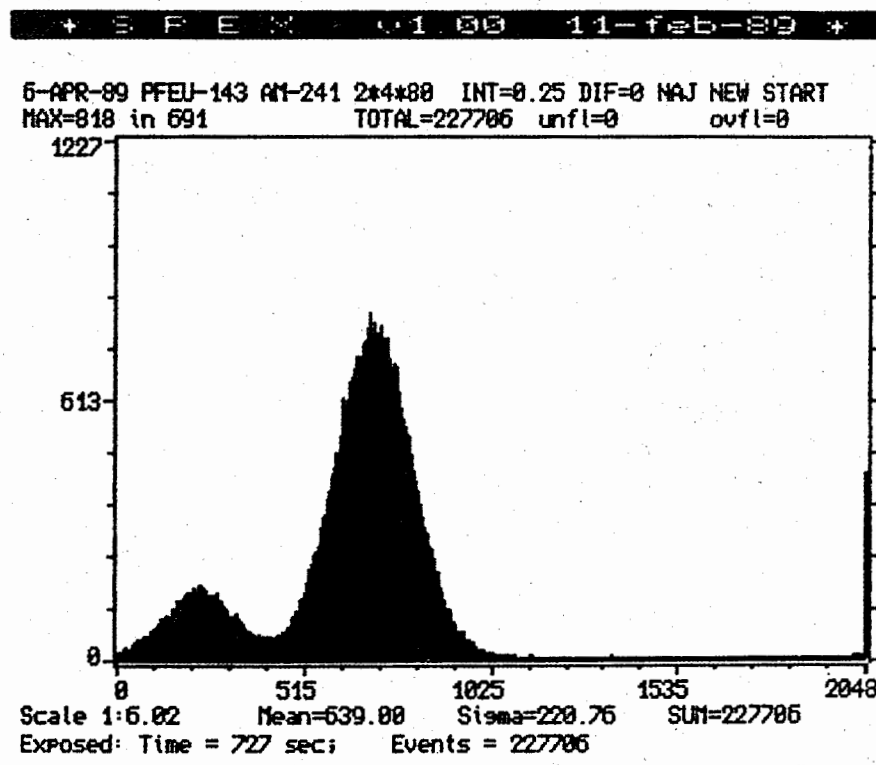
Программа построена по принципу "иерархического меню". В нижней части экрана всегда отображается статусная строка, через которую пользователь взаимодействует с программой. Остальная площадь экрана используется для изображения гистограммы и ее числовых характеристик. На печать выводится поточечная копия экрана. Изображение на бумаге можно получить различного вида: нормальное, сжатое по горизонтали, уширенное по горизонтали, увеличенное по вертикали, повышенной контрастности (два прохода по одной строке). Возможна комбинация всех видов печати. Имеется возможность ввести в изображение гистограммы произвольный текст (строка размером 64 символа). Отобразить на экране и, следовательно, напечатать можно любую часть гистограммы. На рисунке приведены примеры выдачи программы SPEX.

Набор данных можно запустить, задав в качестве источника данных либо аппаратуру (АЦП в крейте), либо дисковый файл. Набор данных с аппаратуры останавливается тремя способами:

- вручную (в любой момент), выбрав действие "exit";
- по достижении предварительно заданного количества событий;
- по прошествии предварительно заданного времени (в секундах).

Дисковый файл представляет собой текстовый файл определенной структуры. Это дает возможность отобразить данные, подготовленные "внешним" по отношению к данной программе и стенду образом. Набранные данные можно записать в таком же виде для последующего чтения программой SPEX или любой другой программой (на другой машине). При чтении данных из файла возможна их модификация: содержимое каждого бина можно умножить на число и/или сложить с числом. Например, можно набрать и записать в файл спектр шумов испытываемого объекта; затем набрать спектр шум + сигнал; добавить к набранному спектру спектр из файла, умножив его на -1, получив таким образом спектр (шум + сигнал) — шум.

Имеется возможность отобразить на экране любую часть спектра (гистограммы). Для отображенной гистограммы вычисляются и выводятся на экран следующие характеристики:



Пример выдачи программы SPEX.

- шкала (масштаб по оси абсцисс) отображенной гистограммы;
- значение максимума и номер бина, его содержащий;
- среднее значение;
- стандартное отклонение от среднего;
- интеграл (сумма значений во всех бинах);
- время экспозиции (астрономическое);
- количество зарегистрированных событий;
- количество событий за пределами отображенной гистограммы: "слева" (underflow) и "справа" (overflow).

Например, если спектр имеет несколько пиков, можно определить максимум, среднее, стандартное отклонение от среднего и интеграл для любого пика, задав его границы. Можно также определить содержимое любого бина гистограммы, перемещая маркер.

Перед запуском набора данных можно задать диапазон регистрации: минимальное и максимальное значения, в пределах которых считываемый код будет регистрироваться. Эти значения можно задать любыми, однако, в силу того, что считывание происходит 16-битными словами, максимальный разумный диапазон регистрации — 0 ÷ 65536. Это соответствует 16-битному АЦП. Разрешение по оси абсцисс (шкала) отображаемой гистограммы определяется размером основного буфера для приема данных (2048 32-разрядных слов), который, в свою очередь, ограничен объемом оперативной памяти ДВК-2, доступной пользователю (около 45 кбайт для размещения программы и данных). Это означает, что масштаб 1:1 будет в том случае, когда диапазон регистрации не превышает 2048, например: 0 — 2048, или 63488 — 65536, или 1375 — 2371.

Программа SPEX запускается командой операционной системы RUN SPEX. При этом с диска считываются параметры, изменяемые пользователем — файл SPEX.PAR содержит значения параметров последнего сеанса работы с программой. Если этот файл не найден, параметры получают значения по умолчанию.

Пользователь взаимодействует с программой через статусную строку, отображенную в нижней части экрана.

В статусной строке отображаются текущее состояние программы и возможные в данном состоянии действия ("меню"). Пользователь выбирает то или иное действие, перемещая курсор в виде рамки со слова на слово. Никаких "спрятанных" управляющих клавиш, которые необходимо помнить, нет, за единственным исключением: можно прервать процесс печатания картинки, нажав клавишу "Пробел".

Шесть состояний, в которых может находиться программа SPEX, и соответствующие им статусные строки выглядят следующим образом:

```

STOP:   run   options print   save   exit   time(s) 0 exposed 0
RUN:    live  silent  dead   pause  exit   time(s) 0 exposed 0
PAUSE:  run   marker  print   save   exit   time(s) 0 exposed 0
PRINT:  go    marker  comment printer exit   time(s) 0 exposed 0
SAVE:   go    marker  comment file   exit   time(s) 0 exposed 0
OPTIONS: marker data  printer camac  exit   time(s) 0 exposed 0

```

В каждом состоянии возможны пять "действий". Например, в состоянии STOP это — "run", "options", "print", "save", "exit". Клавиши "Стрелка вправо" и "Стрелка влево" перемещают курсор в виде рамки с действия на действие. Нажатие клавиши <CR> (на клавиатуре ДВК-3 — клавиша <BK>) активирует действие, отмеченное курсором. Например, если в состоянии STOP курсором отмечено действие "run" и нажата клавиша <BK>, программа SPEX перейдет в состояние RUN, то есть на экране появится статусная строка состояния RUN и запустится набор данных.

Два последних слова в статусной строке, одинаковые для всех состояний ("time(s)", "exposed"), обозначают не действие, а параметры. Параметр "time(s)" — это задаваемое пользователем время экспозиции (астрономическое) в секундах, в течение которого будет происходить набор данных. Параметр "exposed" — сообщаемое программой количество секунд, прошедшее к данному моменту. Набор данных прекращается, когда эти параметры становятся равными.

Нажатие клавиши "Пробел" в любом состоянии приводит к тому, что вместо этой пары параметров высвечивается другая пара параметров: "events", "exposed", имеющих аналогичный смысл. Параметр "events" — это задаваемое пользователем количество событий, по достижении которого следует прекратить набор данных. Параметр "exposed" — сообщаемое программой количество событий, набранных к данному моменту.

Изменение (пользователем) параметров "time(s)" и "events" возможно только в состоянии STOP (нажать клавиши с соответствующими цифрами). Проверка на окончание набора данных производится по тому параметру, который находился на экране в момент запуска набора данных (перехода в состояние RUN), независимо от того, что отображено в данный момент. То есть во время набора данных можно всегда посмотреть, сколько прошло времени или сколько набрано событий на данный момент.

Описание всех состояний и действий приведено в приложении.

Программа написана на языке "C" и устроена достаточно просто. Каждому из шести состояний соответствуют шесть подпрограмм, управление на которые передается в соответствии со значением глобальной переменной "menu\_command". Значение этой переменной соответству-

ет номеру действия, на которое указывает курсор меню, и может быть 0,1,2,3 или 4. Эти шесть подпрограмм имеют сходную структуру, которая выглядит следующим образом:

```

{
  display_menu( menu_number);
  /* нарисовать строку меню,
   * соответствующую
   * данному действию;
   *
   * menu_command = 0;
   *
   * отметить курсором слово 0
   * в строке меню;
   */

  while(1)
  {
    key = read_keyboard();
    /* если нажата клавиша "стрелка
     * влево" или "стрелка вправо", то
     * изменить значение menu_command
     * и переместить курсор;
     */

    if( key == CR)
    {
      switch( menu_command)
      {
        case 0:
          /* перейти на подпрограмму,
           * соответствующую действию 0;
           */
          break;

        case 1:
          /* перейти на подпрограмму,
           * соответствующую действию 1;
           */
          break;

        case 2:
          /* перейти на подпрограмму,
           * соответствующую действию 2;
           */
          break;

        case 3:
          /* перейти на подпрограмму,
           * соответствующую действию 3;
           */
          break;

        case 4:
          return;
          break;

        default: break;
      }
    }
  }
}

```

При запуске программы управление передается подпрограмме sstop, переключатель (оператор switch) которой выглядит так:

```

switch(menu_command)
{
  case 0: srun(); break;
  case 1: soptin(); break;
  case 2: sprint(); break;
  case 3: ssave(); break;
  case 4: squit(); break;
  default: break;
}

```

Основной цикл программы, таким образом, выглядит очень просто:

```

main()
{
  ...
  /* инициализирующая часть: очистка буферов,
   * инициализация переменных и т. п.
   */

  hardware = test_hardware();
  /* проверка наличия аппаратуры:
   * графической карты,
   * контроллера крейта,
   * блока АЦП в крейте;
   */

  if( hardware == OK)
  {
    /* инициализация аппаратуры,
     * графического режима ...
     */

    menu_command = 0;

    sstop();
  }
}

```

Программа достаточно хорошо структурирована. Функции, имеющие какую-либо специфику, изолированы в отдельных модулях и могут быть легко модифицированы. Это касается взаимодействия с аппаратурой КАМАК, работы с графической картой КГД, вывода изображения на бумагу. Побочным результатом данной работы является набор под-

программ для обслуживания контроллера графического дисплея (КГД) — зародыш графической библиотеки. Это программы рисования точки, чтения точки, рисования прямой, рисования символов, вывода изображения на бумагу. При реализации вывода гистограммы на экран использованы идеи, приведенные в работе<sup>41</sup>. Разработка велась на ЭВМ СМ-4 под управлением операционной системы TSX. Следует отметить, что несмотря на то, что программа SPEX разрабатывалась для конкретного АЦП (БПА-01Ф), она может быть применена для работы с любым АЦП разрядностью до 16 бит, который можно читать функцией КАМАК F2A0.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Конечно, по сравнению с ЭВМ типа IBM PC, ставшими очень популярными в ОИЯИ в последние год-два, вычислительные и графические возможности ДВК выглядят скромно и, возможно, "несовременно", однако их вполне достаточно для подобных применений и было бы неразумно этим пренебрегать. Кроме того, данная разработка показывает, что на этой технике вполне успешно могут быть реализованы современные подходы и идеи организации пользовательского интерфейса и, следовательно, могут быть достигнуты простота и удобство работы, характерные для современных персональных ЭВМ. Программа эксплуатируется с февраля 1989 года, и практика показывает, что она вполне удовлетворяет потребностям, возникающим в "настолевых" исследованиях. Заметим также, что использование языка "С" для разработки программы SPEX позволяет перенести ее на другую ЭВМ (например, типа IBM PC) с относительно небольшими затратами "ручного труда".

Особую признательность хотелось бы выразить С.Н.Доле за полезные обсуждения и поддержку работы, а также терпение при отладке начальных вариантов программы.

## ПРИЛОЖЕНИЕ

### Описание команд программы SPEX

#### STOP:

run, options, print, save — Переход в соответствующее состояние.  
 exit — Выход из программы. Экран очищается и появляется сообщение: "Exit. Are You SHURE? —". Нажатие любой клавиши, отличной от "y" или "Y", приводит к возврату в программу (в состояние STOP), в противном случае, если данные не были записаны на диск, появляется сообщение: "Data NOT

SAVED! Are You SHURE? —". Нажатие любой клавиши, отличной от "y" или "Y", приводит к возврату в программу (в состояние STOP), в противном случае все изменяемые пользователем параметры записываются на диск в файл SPEX.PAR (для считывания при последующем запуске программы SPEX), и происходит выход в операционную систему.

RUN : Запущен набор данных. Источник данных (аппаратура или файл) определяется значением параметра "Read data from" (см. описание состояния OPTIONS, действие "data").

live — Режим работы, при котором каждый считанный код приводит к изменению гистограммы ("живая" гистограмма) и параметра "exposed". Скорость набора данных — 16 событий в секунду.

silent — Режим работы, при котором изменяется только параметр "exposed". Скорость набора данных — 64 события в секунду.

dead — Режим работы, при котором набор данных никак не отображается на экране. Скорость набора данных — 363 события в секунду.

pause — Переход в состояние PAUSE.

exit — Прекратить набор данных и перейти в состояние STOP.

PAUSE: Набор данных приостановлен.

run — Возобновить набор данных (возвратиться в состояние RUN).

marker, print, save — Перейти в соответствующее состояние.  
 exit — Прекратить набор данных (перейти в состояние STOP).

PRINT: Копировать экран на печать.

go — Печатать. Нажатие клавиши "пробел" прерывает печать.

marker — Установить маркеры. См. описание состояния OPTIONS, действие marker.

comment — Ввести комментарий — строку произвольного текста. В верхней части экрана над гистограммой появляется текстовый курсор в виде темного прямоугольника размером в один символ. Символы вводятся нажатием соответствующих клавиш. Клавиши "Стрелка вправо", "Стрелка влево" перемещают курсор на одну позицию в соответствующем направлении. Клавиша <ЗБ> ("Забой") удаляет символ слева от курсора. Клавиша <BK> — выход из режима.

printer — Изменение параметров печатающего устройства. См. описание состояния OPTIONS, действие printer.

exit — Выход в предыдущее состояние.

SAVE: Записать данные в файл.

- go — Записывать. Имя файла определено параметром "read data from" (см. описание состояния OPTIONS, действие "data" или ниже — описание действия "file"). Если файл с таким именем уже существует, то экран очищается и появляется сообщение: "File already exists. OVERWRITE? —". Нажатие клавиши "y" или "Y" приводит к уничтожению существующего файла и записи нового файла с данными. В противном случае происходит возврат в состояние SAVE, существующий файл сохраняется, данные не записываются. Имя файла можно изменить и повторить действие.
- marker — Установить маркеры. См. описание состояния OPTIONS, действие marker.
- comment — Ввести комментарий — строку произвольного текста. См. описание состояния PRINT, действие comment.
- file — Изменить имя файла для записи/чтения данных. Статусная строка исчезает, появляется имя файла. Можно ввести другое имя. Символы вводятся нажатием соответствующих клавиш. Клавиша <ЗБ> ("Забой") удаляет символ слева от курсора. Клавиша <BK> — выход из режима.
- exit — Выход в предыдущее состояние.

OPTIONS: Вспомогательные действия.

- marker — Установить маркеры. На изображении гистограммы появляются три маркера в виде вертикальных линий: два по краям гистограммы, один (пунктирная линия) — в бине, содержащем максимум. Это маркерный курсор, который можно перемещать клавишами "Стрелка вправо", "Стрелка влево" на один бин отображенной гистограммы, клавишами "Стрелка вверх", "Стрелка вниз" — на одну десятую часть отображенной гистограммы вправо и влево соответственно. В верхней части экрана на месте строки комментария появляется надпись:

MARKER: mmm, N=nnn Left:lll, N=nnn Right:rrr, N=nnn

где nnn — номер бина, в котором находятся маркерный курсор, левый маркер, правый маркер, mmm, lll, rrr — значения, содержащиеся в соответствующих бинах. При изменении положений маркеров эти числа изменя-

ются соответствующим образом. Левый и правый маркеры изображены по-разному — один в виде сплошной линии, другой — в виде пунктирной линии. Нажатие клавиши "Пробел" вызывает перемещение пунктирного маркера на то место, где находится маркерный курсор. При этом пунктирный маркер становится сплошным, сплошной — пунктирным. Таким образом, передвигая маркерный курсор, можно отметить любой участок гистограммы, который будет растянут на весь экран. Нажатие клавиши <ЗБ> приводит к отображению на экране всего буфера. Клавиша <BK> — выход из режима. Гистограмма перерисовывается и все ее числовые характеристики пересчитываются соответствующим образом.

- data — Изменить условия набора данных. Экран очищается и появляется сообщение:

Data options:

Read data from	CAMAC
Clear before run	YES
Data range	0-2048
Read coefficient	1.00
Read pedestal	0.00

Курсор отмечает параметр, который будет изменяться при нажатии соответствующих клавиш. Клавиши "Стрелка вверх", "Стрелка вниз" перемещают курсор со строки на строку.

Параметр "Read data from" определяет источник данных и может принимать два значения — "CAMAC" (источник данных — АЦП) и "file: DDn:NNNNNN.TTT" (источник данных — файл с именем NNNNNN.TTT, находящийся на устройстве DDn:). Клавиша "Пробел" циклически меняет значение этого параметра. Если текущее значение — "файл", то имя файла можно изменить, нажимая клавиши с соответствующими буквами. Клавиша <ЗБ> удаляет символ слева от курсора. Программа пытается сформировать осмысленное имя файла, что бы ни набрал пользователь. Например, если пользователь набрал:

a

программа сформирует имя:

DK:A.DAT

при нажатии клавиши <BK>.

Параметр "Clear before run" определяет, будет ли очищаться буфер перед набором данных, и может принимать два значения "YES" и "NO" (ДА и НЕТ соответственно). Если этот параметр имеет значение "NO", данные из текущего источника данных будут суммироваться с данными в буфере. Клавиша "Пробел" циклически меняет значение этого параметра.

Параметр "Data range" определяет диапазон значений, считываемых с АЦП, которые будут учитываться при наборе данных. Этот диапазон можно изменить, нажимая клавиши с соответствующими цифрами. Параметр имеет смысл только в случае, когда источник данных — САМАС.

Параметр "Read coefficient" определяет число, на которое будет умножено содержимое каждого бина считываемой из файла гистограммы, прежде чем она будет помещена в буфер. Параметр имеет смысл только в случае, когда источник данных — файл.

Параметр "Read pedestal" определяет число, которое будет добавлено к каждому бину считываемой гистограммы, прежде чем она будет помещена в буфер. Параметр имеет смысл только в случае, когда источник данных — файл.

Выход из режима — нажать клавишу <BK>. Если параметры изменялись — нажать клавишу <BK> еще раз.

printer — Изменить условия печати. Экран очищается и появляется сообщение:

Printer options:

Color	normal
Mode	condensed
Wide	ON
High	OFF
Double	OFF

Каждый из этих параметров может принимать два значения, которые изменяются циклически по клавише "Пробел". Курсор отмечает параметр, который будет изменяться. Клавиши "Стрелка вниз" перемещают курсор со строки на строку. Значения параметров имеют следующий смысл:

Color: normal — черные линии на белом фоне;  
 inversed — белые линии на черном фоне;  
 Mode: normal — нормальная ширина картинка (1/2 листа);  
 condensed — сжатая картинка (1/3 листа);  
 Wide: ON — картинка растянута по горизонтали в 2 раза;  
 OFF — преобразование отключено;  
 High: ON — картинка растянута по вертикали в 2 раза;  
 OFF — преобразование отключено;  
 Double: ON — повышенная контрастность (два прохода по одной строке);  
 OFF — преобразование отключено.

Все параметры могут быть изменены независимо друг от друга.

camac — Изменить номер крейта и позицию АЦП в крейте. Экран очищается и появляется сообщение:

CAMAC options:

Crate number	1(162000)
ADC station	16(163000)

Курсор отмечает параметр, который будет изменяться. Параметр "Crate number" определяет номер контроллера крейта (заданный переключками на одной из плат контроллера). Допустимые значения: 0, 1, 2, 3. Параметр изменяется нажатием соответствующей цифры. В скобках указан восьмеричный адрес. Параметр "ADC station" определяет номер станции в крейте, в которой находится блок АЦП. Допустимые значения: от 1 до 23. Параметр изменяется нажатием соответствующих цифр. В скобках указан восьмеричный адрес.

exit — Выход в предыдущее состояние.

ЛИТЕРАТУРА

1. Горбунов Н.В. и др. — ОИЯИ, P10-85-954, Дубна, 1985.
2. Schenk J. et al. — COSMIC-2 Data Acquisition System. ИИЕР, Berlin — Zeuten, 1987.
3. Интерфейс SM-3 — КАМАК типа K-106A, K-106B. Инструкция по обслуживанию. ZZUL Polon Z.R.E. Warszawa.
4. Zhiltsov V.E. — JINR Report E 10-89-302, Dubna, 1989.

Рукопись поступила в издательский отдел  
 30 мая 1990 года.



**SPEX: Программа регистрации  
спектрометрической информации**

Описан стенд и программа регистрации спектрометрической информации SPEX. Приведена инструкция по работе с программой. Необходимое оборудование: ЭВМ ДБК-3 (контроллер графического дисплея (КГД), диск (MX: или DX: или RK:), печатающее устройство D100); контроллер крейта КАМАК типа K106 (POLON) или крейта ВЕКТОР типа БУП-06; аналого-цифровой преобразователь (АЦП) типа БПА-01Ф или подобный; операционная система RT11 версия 4 или выше. Программа считывает информацию с АЦП со скоростью до 360 событий в секунду и представляет данные на экране в виде гистограммы. Вычисляются среднее значение и стандартное отклонение, а также время экспозиции и количество событий. Имеется возможность растянуть произвольный участок гистограммы на весь экран, скопировать экран на печатающее устройство в графическом виде, записать данные на диск, считать данные с диска, сложить гистограммы, вычесть одну гистограмму из другой, наблюдать за набором данных в процессе экспозиции ("живая" гистограмма) и т.п.

Работа выполнена в Лаборатории сверхвысоких энергий ОИЯИ.

Сообщение Объединенного института ядерных исследований. Дубна 1990

Перевод автора

**SPEX: The Program for Spectrometric Data  
Readout and Processing**

A setup and program called SPEX for spectrometric data readout and processing and the program instructions are described. Hardware needed: computer ДБК-3 (LSI-11) with graphics card КГД (proprietary), disk (MX: or DX: or RK:), line printer D100; CAMAC crate controller K106 (POLON) or ВЕКТОР crate controller БУП-06; analog to Digital Controller БПА-01Ф or similar; operating system RT11 V.4 or higher. The program reads ADC data up to 360 events per second and displays information on screen in the form of histogram. Mean value and standard deviation are calculated and exposition time and number of events processed are displayed. Possibilities to stretch any part of the histogram to full screen and copy it to the line printer are provided. Data can be stored to disk, retrieved from disk. Histograms can be added or subtracted. Data taking process can be viewed in "live" mode ("live histogram"), etc.

The investigation has been performed at the Laboratory of Superhigh Energies, JINR.

Communication of the Joint Institute for Nuclear Research. Dubna 1990