

СООБЩЕНИЯ
ОБЪЕДИНЕННОГО
ИНСТИТУТА
ЯДЕРНЫХ
ИССЛЕДОВАНИЙ
ДУБНА

3828/2-80

11/8-80

10-80-327

Нгуен Хак Тхи, О.К.Нефедьев, Б.В.Фефилов

ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ
МНОГОМЕРНОГО АНАЛИЗАТОРА
НА БАЗЕ СИСТЕМЫ МАКАМАК

1980

Многомерный анализатор на базе системы МАКАМАК состоит из интеллектуального контроллера типа 1521, трех модулей памяти типа 1522 емкостью 16 Кбайт каждый, кодировщиков, блока организации совпадений, блоков ввода-вывода на перфоленту в стандарте КАМАК, многомерного точечного дисплея и терминала ВТ-340^{1/1}.

Программное обеспечение анализатора состоит из фирменного обеспечения /монитор, отладочная программа ODT / и разработанного нами проблемно-ориентированного обеспечения "Нептун".

Разработанный пакет программ включает в себя:

- интерпретатор интерактивных приказов,
- исполнительные блоки приказов,
- программы обслуживания точечного дисплея,
- элементы арифметики для вычислений с двойной и тройной точностью,
- программы перевода чисел из одной системы в другую, выдачи текстов и чисел на экран терминала,
- программы динамического построения, обслуживающие прерывания.

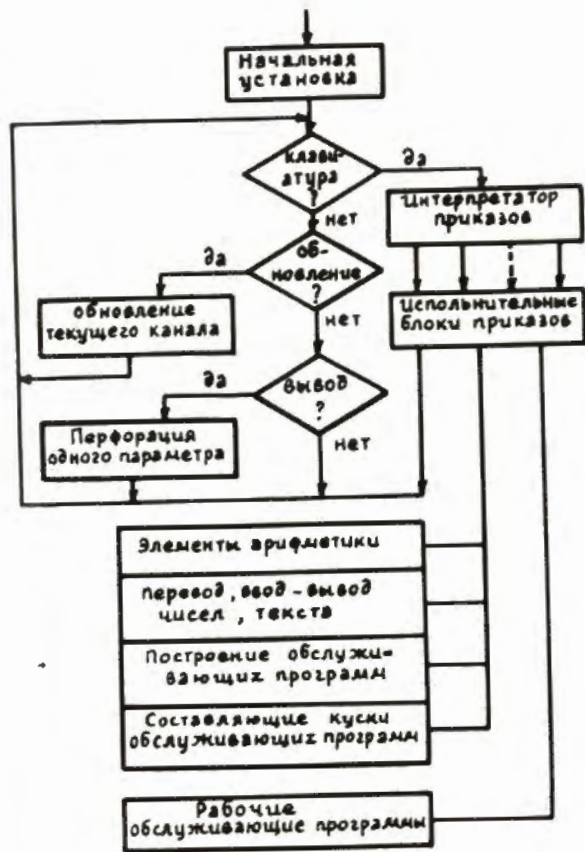
ОСОБЕННОСТИ ПОСТРОЕНИЯ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ

При создании программного обеспечения решались следующие задачи:

1. Организация оптимального набора режимов работы с простыми и гибкими способами их задания.

Представляет интерес способ задания режимов работы через интерактивные приказы с пульта терминала для обеспечения простого диалога пользователя с системой. При этом, с одной стороны, облегчается работа пользователя, т.к. сама программа напоминает о возможных действиях, а, с другой стороны, достигается гибкость системы в целом. Посредством диалога программа шаг за шагом уточняет все детали относительно используемого оборудования, способа обработки данных и т.д.

2. Организация работы системы с максимально возможным использованием ее ресурсов и учетом специфики /малая разрядность процессора, относительно низкое быстродействие/. Это прежде всего касается программы обслуживания прерывания. Можно было бы, например, организовать универсальную программу обслуживания, которая в ходе выполнения анализирует режимы



Блок-схема проблемно-ориентированного пакета "Нептун".

работы и в зависимости от результатов анализа выполняет соответствующие действия. Однако при этом анализ режимов и связанные с этим многочисленные переходы в программе приводят к увеличению времени обслуживания. Можно, наоборот, организовать столько программ обслуживания, сколько существует режимов анализа. Очевидно, что в этом случае скорость работы будет максимальной, но за это придется заплатить ценой расширения объема памяти. При этом граница между отдельными режимами работы

одного и того же вида анализа бывает небольшая, а соответствующие программы обслуживания включают некоторые общие части.

Для достижения максимальной скорости работы без увеличения объема памяти предлагается метод динамического построения обслуживающих программ. Сущность этого метода заключается в следующем. Программа обслуживания создается в ходе диалога. Она строится из оптимальных кусков, реализующих при запуске определенные шаги требуемого обслуживания, и после уточнения всех деталей данного режима анализа ее окончательный вариант записывается в определенную область ОЗУ. Здесь уже не содержится лишних деталей анализа, которые можно было бы уточнить через интерактивные приказы. Программа обслуживания от начала до конца выполняет те и только те действия, которые требуют данный режим анализа.

ЛОГИЧЕСКОЕ ПОСТРОЕНИЕ ПАКЕТА

На рисунке представлена упрощенная логическая блок-схема пакета "Нептун". После запуска системы выполняются некоторые начальные установки. Это связано с тем, что в качестве рабочих ячеек, различных флажков и т.д., определяющих режимы наблюдения и анализа, используются ячейки полупроводниковой памяти. Начальные данные заносятся также в некоторые ячейки ОЗУ, осуществляющие связи между различными логическими блоками. Такие связи, в частности, позволяют организовывать гибкие обслуживающие программы, легко расширять состав системы, например добавлять дополнительные приказы.

После начальных установок система переходит к рабочему режиму работы, при котором ожидается задание с клавиатуры терминала очередного приказа. Если пользователь задает приказ, то интерпретатор приказов анализирует его на правильность задания, а затем управление передается соответствующему исполнительному блоку.

Исполнительные блоки могут быть различной сложности. Они могут запросить программы арифметики, перевода чисел, ввода-вывода чисел, текста, построения обслуживающих программ. Все исполнительные блоки выходят на одну и ту же точку, а именно, точку входа в интерпретирующий режим.

Интерпретатор приказов построен таким образом, что он может обрабатывать одну или несколько таблиц символов.

Если приказы с клавиатуры не задаются, то система анализирует необходимость обновления содержимого каналов в буфере дисплея и перфорации буферных данных. После обновления содержимого очередного канала или вывода информации повторяется цикл опроса клавиатуры терминала.

РЕЖИМЫ АНАЛИЗА

Первый вариант разработанного пакета программ позволяет проводить анализ в следующих режимах:

- одномерный амплитудный анализ с интегральным набором данных,
- двумерный амплитудный анализ с интегральным набором данных,
- многопараметровый анализ с буферным набором данных.

В случае одномерного режима можно выполнить интегральное накопление спектрометрических данных с любого АЦП, расположенного в крейте КАНАК. Для накопления данных используется 8 К байт ОЗУ /4096 каналов емкостью 2^{16} каждый/.

Режим двумерного анализа предусматривает интегральное накопление совпадающих событий. Отбор совпадений осуществляется

блоком организации совпадений /Б0С/. Для накопления данных отводится также 8 Кбайт памяти. Возможны следующие режимы организации совпадений двух параметров / m бит x n бит/:

3x9, 4x8, 5x7, 6x6, 7x5, 8x4 и 9x3.

В случае многопараметрового буферного анализа цифровые коды событий /дескрипторы/ накапливаются в отдельном буфере. После его заполнения производится выдача накопленных данных на перфоленту для последующей обработки. Число параметров в событии может быть от двух до шести. Одновременно с буферным накоплением многопараметровых событий для целей контроля можно включить интегральное накопление для двух параметров в режиме двухмерного анализа /6x6/. Для буфера отводится 32 Кбайт ОЗУ.

Режимы анализа задаются пользователем с помощью набора интерактивных приказов, описание которых дается ниже.

ИНТЕРАКТИВНЫЕ ПРИКАЗЫ

Интерактивные приказы позволяют пользователю задать желаемый режим анализа, режим наблюдения спектрометрических данных, управлять набором, а также выполнять ввод-вывод данных.

Каждый приказ составлен из двух или более латинских букв /начальных букв английских слов, отражающих смысл требуемого действия/. Некоторые приказы требуют задания дополнительного аргумента. Приказы условно можно разделить на следующие четыре группы.

1. Приказы, задающие режимы анализа

Три различных режима анализа задаются следующими приказами: А0 /одномерный анализ/, АА /двухмерный анализ/ и МВ /многопараметровый буферный анализ/. Так как пользователь работает с любыми АЦП, формирует события с различными длинами параметров, то буквенной символики приказов недостаточно и в приказы требуется включить дополнительные диалоговые элементы. Данную дополнительную информацию пользователь соответствующим образом вводит через клавиатуру терминала.

Для всех трех режимов анализа могут использоваться АЦП с номерами от 1 до 6 включительно. Для режима А0 можно обрабатывать слова длиной от 6 разрядов /64 канала/ до 12 разрядов /4096 каналов/. Для режима АА возможны следующие комбинации длин слов: 3x9, 4x8, 5x7, 6x6, 7x5, 8x4 и 9x3, т.е. суммарное число разрядов в адресе всегда равно 12 /4096 каналов/. Для режима МВ возможны следующие 5 комбинаций: МВ2, МВ3, МВ4, МВ5 и МВ6 при длине слов, всегда равной 12 разрядам.

Ниже приводится пример задания режима АА с использованием АЦП №1 и АЦП №2 с длинами слов 5x7 /32x128 каналов/

```
# АА X ADC NUMBER = 1
      X WORD LENGTH = 5
      Y ADC NUMBER = 2
      Y WORD LENGTH = 7
```

#

/подчеркнутые символы и слова выдаются программой/.

В процессе интегрального накопления спектра возможно переполнение любого канала. В этом случае программа автоматически останавливает набор и выдает на терминал сообщение о переполнении: OVERFLOW ! В режиме МВ при переполнении буфера накопленные данные выдаются на перфоленту.

Режим МВ предусматривает одновременно с буферным накоплением всех параметров события /дескрипторов/ выполнение интегрального набора спектра по двум параметрам. По желанию экспериментатора интегральное накопление можно либо включить /приказ И /, либо исключить /приказ ИЕ /. Исключение интегрального набора спектра позволяет уменьшить время обработки одного события на 148 мкс.

Все эти приказы в процессе их исполнения в зависимости от требуемого режима извлекают из памяти соответствующие программные блоки и записывают их на место обслуживаемой программы в той последовательности, в которой они должны выполняться при обслуживании прерываний. Все приказы данной группы действительно только при условии отсутствия набора событий. Попытка задавать их при наборе считается ошибкой.

2. Приказы, задающие режимы наблюдения

Осциллографический дисплей позволяет наблюдать содержимое 4096 каналов. Драйвер дисплея имеет автономную память /4 Кбайт/, причем каждый байт содержит 256 амплитудных градаций канала. Путем программного преобразования можно менять цену градации, т.е. масштаб наблюдения спектров по оси Y. Изменение цены градации /коэффициент ω / выполняется по приказу LY ω . Коэффициент ω может меняться в пределах от 0 до 15. При $\omega=0$ цена градации по вертикали равна $2^{\omega-8}$, т.е. 1/256. При $\omega=15$ цена градации равна 2^7 событий.

Число наблюдаемых каналов может быть задано с помощью приказов DT и DS. Приказ DT позволяет наблюдать сразу все 4096 каналов, а приказ DS предусматривает наблюдение отдельного сектора ω с длиной от 64 до 2048 каналов. Ниже приво-

дится пример задания режима, когда наблюдаются последние 512 каналов из 4096-канального спектра

```
# DS SECTOR LENGTH = 512
  SECTOR NUMBER = 7
```

#

В процессе набора предусмотрено периодическое обновление изображения спектрометрических данных. По желанию обновление можно включить /приказ RI / или исключить /приказ RE /.

Режимы наблюдения, заданные приказами DT и DS, могут быть нарушены приказами A0, AA и MB, которые соответствующим образом организуют свои режимы наблюдения.

3. Приказы управления набором информации и очисткой памяти

После задания режима анализа набор спектра можно начать по приказу SA - старт анализа. Фактически этот приказ разрешает прерывание, если от заданных АЦП поступает запрос на обслуживание. Набор информации можно в любое время остановить по приказу HA - останов анализа. Этот приказ запрещает прерывание и действует до тех пор, пока не будет вновь выдан приказ SA -

Буферная память для интегрального накопления предварительно не очищается. В связи с этим перед приказом SA пользователь может полностью или частично очистить буфер. Для этого введены два приказа очистки. Первый из них CT - полная очистка буферной памяти - очищает все 8 Кбайт ОЗУ, отведенных для интегрального накопления. Второй приказ CS - очистка сектора - позволяет выборочно очистить некоторую зону буферной памяти, называемую сектором. Длина очищаемого сектора может быть от 64 до 2048 каналов.

4. Приказы ввода-вывода данных

Ряд приказов данной группы требует задания границ обрабатываемых участков спектра. Для этого вводятся два маркера, A и B, положение которых можно задать при помощи приказов AX и BX. Вслед за символьной комбинацией должен быть задан аргумент, представляющий собой абсолютный номер канала /от 0 до 4095/.

Вывод содержимого отдельных каналов осуществляется приказами OA и OB, где номера каналов определяются положениями соответственно маркеров A и B. Сумму содержимого каналов, заключенных между маркерами, с учетом и без учета фона можно вы-

Таблица 1

Приказы, задающие режимы анализа

A0	Одномерный анализ
AA	Двухмерный анализ
MB α	Многомерный буферный анализ
IE	Исключить интегральное накопление при MB
II	Включить интегральное накопление при MB

Приказы, задающие режимы наблюдения

LY α	Изменить масштабы по вертикали
DS	Наблюдать сектор
DT	Наблюдать 4096 каналов спектра
RE	Исключить обновление наблюдаемого спектра
RI	Включить обновление наблюдаемого спектра

Приказы управления набором и очистки

SA	Старт анализа
HA	Останов анализа
CS	Очистить сектор
CT	Очистить весь буфер

Приказы ввода-вывода

AX α	Ввод положения маркера A
BX α	Ввод положения маркера B
OA	Вывод маркера A
OB	Вывод маркера B
OS	Вывод суммы
SS	Вывод суммы без учета фона
ID	Ввод интегрального спектра с перфоленты
PD	Вывод интегрального спектра на перфоленту
PM	Вывод данных на перфоленту при буферном анализе
RP	Восстановление вывода данных

вести соответственно приказами OS и SS. В этих приказах в качестве устройства вывода используется терминал.

Для ввода-вывода данных интегрального накопления вводятся приказы ID /ввод данных с перфоленты/ и PD /вывод данных на перфоленту/. Информация о служебных заметках /"шапка" эксперимента/, об участках вывода задается через диалог. Оба приказа используют один и тот же формат данных.

Таблица 2

Режим анализа	Время обработки одного события, мкс
Одномерный:	
при длине слова = 12	150
при длине слова < 12	167-187
Двухмерный:	187-220
Буферный:	
при 2 параметрах	355
при 3 параметрах	394
при 4 параметрах	433
при 5 параметрах	472
при 6 параметрах	511

Для вывода данных в режиме буферного анализа используется приказ RM. По этому приказу производится выдача данных, накопленных в буфере. В случае переполнения последнего это осуществляется автоматически. Если в процессе вывода данных перфолента кончается или обрывается, то программа его приостанавливает и выдает на терминал сообщение: TAPE TAPE ENDED! После заправки ленты выдачу данных можно повторить с помощью приказа RP - восстановить вывод на перфоленту.

Все перечисленные приказы сведены в табл.1. В табл.2 приводятся значения времен обработки событий при различных режимах анализа. Следует отметить, что в суммарное время обработки включено время входа в режим прерывания и выхода из него. В данной системе оно составляет 78 мкс.

В заключение следует отметить, что программное обеспечение находится в эксплуатации более полугода. Состав командных приказов постоянно расширяется.

ЛИТЕРАТУРА

1. Нгуен Хак Тхи, Нефедьев О.К., Фефилов Б.В. ОИЯИ, 12-12782, Дубна, 1979.
2. Беляева Л.М. и др. ОИЯИ, 10-8388, Дубна, 1974.

Рукопись поступила в издательский отдел
29 апреля 1980 года.