

СООБЩЕНИЯ
ОБЪЕДИНЕННОГО
ИНСТИТУТА
ЯДЕРНЫХ
ИССЛЕДОВАНИЙ
ДУБНА

4607/2-81

7/9-81

10-81-390

+

А.Д.Волков, Н.Д.Дикусар, В.И.Мороз, Т.Л.Тханг

КОМПЛЕКС ТЕСТОВЫХ ПРОГРАММ
ДЛЯ СПЕЦПРОЦЕССОРА
В СКАНИРУЮЩЕЙ СИСТЕМЕ НРД ОИЯИ

1981

Эффективным способом повышения производительности системы обработки filmовой информации, построенной на основе сканирующего автомата НРД, является включение в систему специального процессора SNP ^{1,2}. Спецпроцессор за счет параллельного выполнения нескольких операций в реальном масштабе времени преобразует данные, поступающие из НРД при сканировании снимков, в кусочно-линейные элементы. Аппаратная реализация алгоритма преобразования данных с помощью SNP позволяет сократить время обработки одной точки в зависимости от ее геометрического положения до 5-10 мкс. Производительность SNP примерно в 100 раз выше, чем производительность ЭВМ IBM 360/44, реализующей подобный алгоритм обработки ¹. Для измерительной системы НРД-СДС-1604А ОИЯИ в СНАФ (Италия) был разработан и изготовлен аналогичный спецпроцессор ². В отличие от SNP, описанного в работе ¹, он допускает программное управление режимом работы, имеет двухстороннюю связь с ЭВМ, осуществляет выдачу в ЭВМ сигналов переполнения буферной памяти и отсутствия данных в ней, сигналов переполнения памяти, отведенной в SNP для одноточечных и трековых банков.

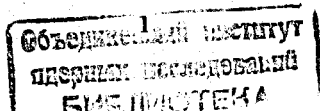
Схема включения SNP в измерительную систему ОИЯИ показана на рис.1.

Успешная обработка filmовой информации и работа всей измерительной системы во многом зависят от надежного функционирования спецпроцессора. Для осуществления контроля за работой SNP, проверки его работоспособности, оперативного поиска и устранения неисправностей создан комплекс тестовых подпрограмм.

Организация проверки SNP

В варианте SNP ОИЯИ реализована возможность двухсторонней связи SNP и СДС-1604А. Такая организация спецпроцессора позволяет проверить с помощью ЭВМ работу следующих основных блоков (рис.1):

- 1) интерфейса связи входного канала, включающего блоки согласования уровней сигналов (INPUT ADAPTOR СДС) и формирования управляющих сигналов (INPUT LOGIC);



обработки ШНР и программы имитатора с учетом различной разрядности ЭВМ (СДС - 1604А - 48 бит) и ШНР (8-24 бит) и получаемой за счет этого точности вычислений; программа-имитатор написана на языке фортран).

Оценка работоспособности блока обработки заключается в сравнении входных и выходных данных ШНР с помощью графического дисплея.

Организация системы тестов и структура управляющей программы

Основным структурным элементом программного обеспечения системы тестовых процедур является программный блок или модуль. Подходящим набором таких программных блоков можно сформировать заданную последовательность работ. Обращение к этим блокам организовано посредством специальных макрокоманд или экстракодов (ЕХС), а также заданием необходимых параметров. Последовательность ЕХС предварительно заносится в специальную таблицу ЕС.

Управляющая программа (рис.2 и 3) осуществляет обработку таблицы экстракодов в режиме интерпретации. В таблицу ЕС заносится "программа", в соответствии с которой будут выполняться тестовые процедуры либо другие вспомогательные операции (например, распечатка отдельных параметров массивов данных, графиков и т.п.). Сфор-

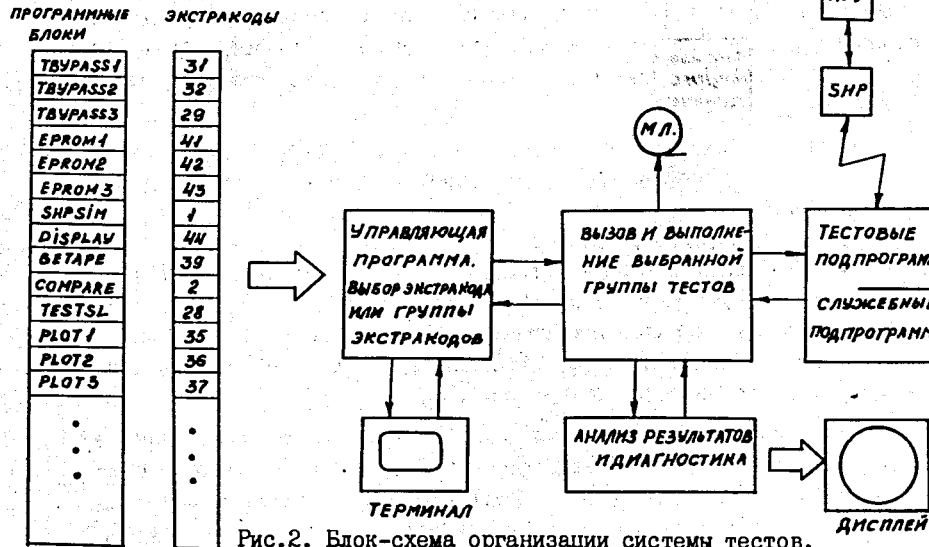


Рис.2. Блок-схема организации системы тестов.

мировать таблицу ЕС - означает составить задание системе на языке экстракодов. Ввод такого задания в таблицу выполняется с помощью пультового терминала в следующем формате:

.com. ЕС/1/=ЕХС₁/ЕХС₂/.../ЕХС_n// . (ж)

Например: .com. ЕС/2/=41/42/43/20/ЕС/49/=1// .

В результате в таблице ЕС будет сформировано задание в следующем виде:

1	2	3	4	5	49
ЕС	41	42	43	20	1

Дальнейшая работа системы будет определяться строкой экстракодов 41,42,43 и 20. В этом примере по кодам 41,42,43 будет сгенерировано обращение к программным блокам EPROM1, EPROM2 и EPROM3, которые выполнят проверку блоков обработки спецпроцессора с исполь-

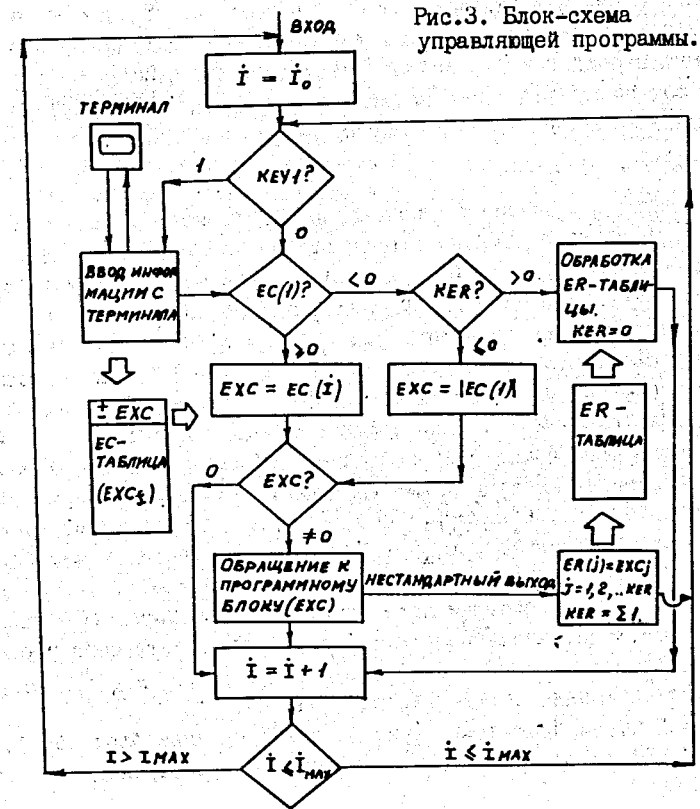


Рис.3. Блок-схема управляющей программы.

зованием эталонного набора данных. Экстракод 20 служит командой передачи управления по адресу, следующему за указанным в ячейке 49 таблицы ЕС (в данном случае по адресу 2), т.е. осуществляется повторное обращение к ЕХС-4I.

Использование такого набора управляющих экстракодов (таблица I) обеспечивает широкие возможности в выборе режима работы системы, ее отладки, тестирования, расширения и т.п.

Отметим, что логика работы управляющей программы наряду с циклическим режимом выполнения заданий допускает и однократный режим. Выход на работу в однократном режиме происходит в управляющей программе при включении первого ключа перехода (JUMP KEY1) на пульте ЭВМ (KEY1=1). При нейтральном положении этого ключа (KEY1=0) управляющая программа автоматически производит выборку экстракодов из таблицы ЕС и выполняет обращение к соответствующему программному блоку в порядке, определенном самой таблицей ЕС.

При каждой выборке нового экстракода проверяется состояние ключа, и при значении KEY1=1 происходит переход на чтение сообщения с терминала с выдачей строки протокола обмена. При необходимости продолжить работу в пошаговом режиме достаточно набрать команду .com.GO, и программа перейдет к выполнению следующего экстракода из таблицы ЕС. В этот же момент можно ввести внеочередной экстракод, для его немедленного исполнения, по такому правилу:

. com . ЕС/1/ = - ЕХС/GO .

Знак "-" является признаком внеочередного исполнения. Отметим, что при этом используется только первая ячейка таблицы (ЕС(1)).

Например, после установки KEY1=1 на терминал было выдано сообщение: *ЕС = 42next43 (выполнен экстракод 42, следующим в таблице стоит 43). При задании . com . ЕС/1/ = -32/GO. будет выполнен программный блок, соответствующий ЕХС32 (блок проверки интерфейсов в групповом режиме "шахматным кодом"), и программа снова вернется к анализу значения KEY1. Внеочередной экстракод выполняется только один раз, после чего может быть продолжена обработка ЕХС в нормальной последовательности. Имеется также возможность задания экстракода в мнемоническом виде. Например, . com . ТВУPASS2. эквивалентно сообщению . com . ЕС/1/ = -32/GO. Мнемоническое обозначение экстракодов, используемых в программе, приведено в таблице I.

Собственно вызов программного блока, соответствующего экстракоду ЕХС, происходит в подпрограмме следующего структурного уровня по так называемой схеме CASE в виде: GO TO (n₁, n₂, ..., n₅₀), ЕХС, где n_i - метки начала соответствующих блоков.

В правой части блок-схемы (рис.3) показан также блок обработки таблицы ЕР - "нестандартной последовательности экстракодов". Этот

блок обеспечивает дополнительную однократную обработку последовательности экстракодов, сгенерированной в процессе работы отдельных программных блоков. Это позволяет программировать условные переходы на языке экстракодов, но в теле самих программных блоков. В настоящем варианте системы блок обработки "нестандартной последовательности экстракодов" не используется и служит лишь средством для дальнейшего расширения системы. Следует также отметить, что управляющая программа написана на фортране и после трансляции занимает всего 106₁₀ ячеек памяти.

Тестовые подпрограммы условно можно разбить на четыре группы:

- 1) подпрограммы проверки интерфейсов связи входного и выходного каналов, буферной памяти и регистров параметров работы SNP;
- 2) подпрограммы проверки блока обработки SNP с использованием программы-имитатора;
- 3) подпрограммы общей проверки работы SNP в измерительной системе;
- 4) подпрограмма генерирования геометрических образов.

В сводной таблице I дан перечень имеющихся подпрограмм с указаниями по их использованию.

Проверка интерфейсов связи и буферной памяти

Сбой или неисправность в цепях передачи информации измерительной системы приводит в конечном счете к искажению результатов обработки. Поэтому прежде всего следует убедиться в исправности интерфейсов связи и канала передачи данных. Для этих целей предназначена группа тестов с общим названием ТВУPASS (см. таблицу I).

Тестовая подпрограмма ТВУPASS1 проверяет работу канала передачи информации SNP-CDC-1604A и буферной памяти. Она имитирует поступление от измерительной установки НРД различных комбинаций кодов данных, посылает эти данные в SNP и принимает их без преобразования обратно. По сравнению входных и выходных данных делается заключение о работе канала передачи и памяти. Проверка осуществляется для всех 24-х разрядов памяти путем последовательного выбора кодов данных в пределах 0-(2²⁴-1). В реальном режиме работы спецпроцессор допускает прием информации с частотой f₀ ≈ 2,5 МГц. Частота передачи данных в подпрограмме ТВУPASS1 ограничивается быстродействием CDC-1604A и временем выполнения операции сравнения и составляет f₁ ≈ 2 кГц.

Стабильность работы блоков интерфейсов связи и буферной памяти при повышенных частотах проверяется с помощью подпрограммы ТВУPASS2. В этой подпрограмме данные передаются группами по 255 слов "шахматным кодом" (25252525₈ и 52525252₈). Последовательное чередование данных в каждом разряде (0 и 1) позволяет испытывать электронику

Таблица I

НАЗВАНИЕ ТЕСТОВ	НАЗНАЧЕНИЕ	ЛЕНТЫ					ПРИБОРЫ		ЗАДАНИЕ РЕЖИМА В ЭКСТРА-МОДАХ С КЛАВИАТУРЫ ТЕПЛО-НАЛЬНОГО УСТРОЙСТВА СОС-МОИ	ОПЛАГ И КЛЮЧИ
		HPD	SNP	HPD	HPD	АЦП-	DISP	DISP		
1	2	3	4	5	6	7	8	9		
ТВУРАSS1	Проверка интер-сбоев в одиноч-ном режиме.	*	*			*	ЕС N1=13120/ЕС N2=11.	F.23 // : ПЕРЕДВРЕМЕННЫЙ ВЫХОД НА ТЕСТОВ. КЕУ1 ПЕЧАТЬ РЕЗУЛЬТАТА ПРОГРАММЫ		
ТВУРАSS2	Проверка интер-сбоев в групповом режиме	*	*			*	ЕС N1=13220/ЕС N2=11.	F.30 // : ПЕЧАТЬ РЕЗУЛЬТАТА ПРОГРАММЫ		
TRIAN62V	Проверка цепи переда-чи информации между микросхемами	*	*			*	ЕС N1=12320/ЕС N2=11.			
EPROM1	Проверка блока ОБРАБОТКИ	*	*			*	ЕС N1=11W/20/ЕС N2=11.	F.47 // : ПЕЧАТЬ ВХОДНЫХ МАССИВОВ F.48 // : ПЕЧАТЬ ЭТАПОВ И ВЫХОДНЫХ КОДОВ F.49 // : ВЫХОДНОЕ ПЕЧАТЬ РЕЗУЛЬТАТА ТЕСТОВ KEU1 : ВЫХОДНОЕ ПЕЧАТЬ РЕЗУЛЬТАТА ТЕСТОВ		
EPROM2		*	*			*	ЕС N1=11W/20/ЕС N2=11.			
EPROM3		*	*			*	ЕС N1=113/20/ЕС N2=11.			
INFORM	Обработка одного кадра с помощью SNP	*	*	*	*	*	ЕС N1=12320/ЕС N2=11.			
SNPSIM	Обработка одного кадра с помощью клавиатуры ИМИТАТОРА	*	*	*	*	*	ЕС N1=1111/20/ЕС N2=11.	F.6 // : ПЕЧАТЬ РЕЗУЛЬТАТА РАБОТЫ ПРОГ.		
COMPARE	Сравнение двух кадров	*	*	*	*	*	ЕС N1=1220/ЕС N2=11.			
GENERAL	Глобальная проверка	*	*	*	*	*	ЕС N1=11423/12/20/ЕС N2=11.			

SNP на помехоустойчивость. Частота передачи данных в подпрограмме ТВУРАSS2 составляет $f_2 \approx 40$ кГц. Повышение скорости передачи в этом случае по сравнению с ТВУРАSS1 достигается за счет сокращения времени формирования выходных данных ЭЕМ, группового режима их передачи и сравнения данных после получения в ЭЕМ всех 255 слов.

Тестовая подпрограмма ТВУРАSS3 позволяет проверить работу всего канала измерительной системы. Блоки данных "шахматным кодом" передаются последовательно по цепочке CDC-1604A_{OUT} - HPD - SNP - CDC-1604A_{IN}. Буферная память HPD дает возможность осуществлять передачу данных группами по 64 слова, что определяется ее емкостью. Частота передачи данных по цепочке составляет:

CDC-1604A_{OUT} - HPD $f_3 \approx 100$ кГц, HPD - SNP $f_4 \approx 100$ кГц,

SNP - CDC - 1604A_{IN} $f_5 \approx 40$ кГц.

Тестовые подпрограммы ТВУРАSS для удобства и эффективного использования разрешают осуществлять:

- выдачу на печать информации о возможной причине сбоя и соответствующий код, при передаче которого произошел сбой;
- ликвидацию "зависания" по входному (N 5) и выходному (N 6) каналам ЭЕМ CDC-1604A в случае сбоев или неисправностей в цепях электроники SNP;
- выполнение подпрограмм в циклическом режиме, что позволяет в случае неисправностей использовать осциллограф для обнаружения места сбоя.

Проверка блока обработки данных

Правильность работы логики блока обработки данных (блока SNP) проверяется тестами EM 1, EM 2, EM 3. Параметры режима обработки засылаются ЭЕМ в управляющие регистры SNP для каждой из тестовых подпрограмм. Одновременно параметры заносятся в буферную память. Считывая содержимое памяти в режиме передачи данных без обработки (bypass), можно проверить правильность задания параметров. Для визуальной проверки содержимое регистров индицируется на передней панели SNP. Параметры режимов обработки приведены в таблице 2.

Таблица 2

Параметры подпрограмм EM

Подпрограмма	П а р а м е т р ы					
	SLICE	SLOPE(α)	ΔLINE	THRESHOLD	ψ	DY
EM 1	8	255	7	3	4	2
EM 2	9	255	4	4	4	2
EM 3	7	255	4	4	4	2

Параметры имеют следующее назначение /I/,

SLICE - задает число скан-линий в одном слайсе.
Разрядность - 5 бит.

SLOPE(α) - определяет предельный угол α для обработки входных данных (координат измеренных точек). Если измеренные точки лежат вне предельного угла α, они не обрабатываются SNP. Разрядность параметра - 8 бит, максимальное значение угла α = 90°. Здесь под обработкой SNP понимается связывание точек в цепочки.

ΔLINE - задает максимальное число скан-линий, через которое каждый двухточечный банк вычеркивается, если не находит продолжения. Двухразрядный параметр управляет коммутатором на 4 состояния, позволяя изменять фактическое значение ΔLINE в пределах от 4 до 7.

THRESHOLD - задает минимальное число точек для формирования треков-элементов. Разрядность - 3 бита.

ψ, DY - задают ширину полосы вдоль направления трека, в пределах которой должны находиться точки, используемые для ассоциации с трековым элементом.

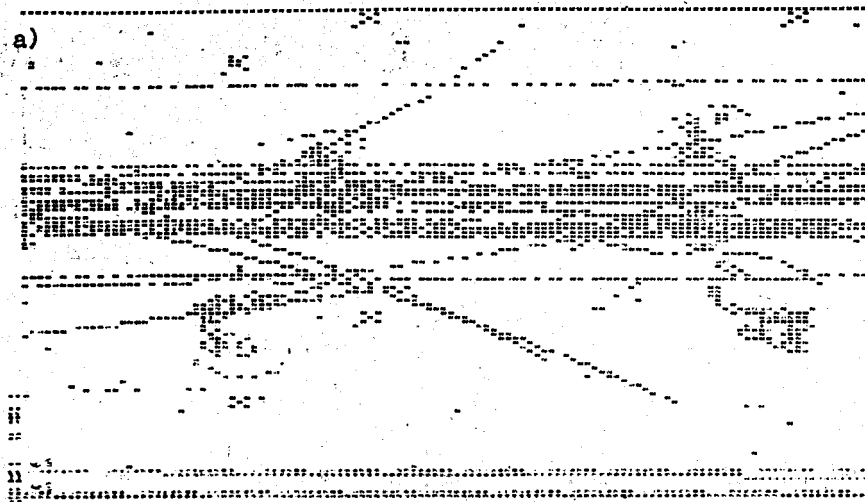
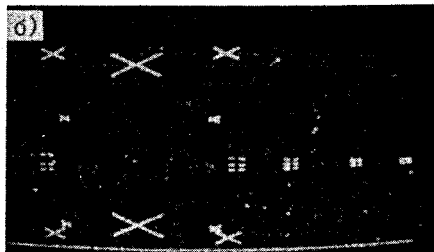


Рис.7. а) наложение с помощью АЦПУ данных работы на данные SNP, полученные программой-имитатором; б) наложение SNP-данных на данные НРД с помощью графического дисплея (приведены данные измерений одного и того же кадра с магнитного искрового спектрометра).



теме программ ROMEO в отделе магнитного искрового спектрометра ЛЯП и показали хорошее согласие с аналогичными результатами измерений с применением SNP в Болонье (СНАР)^{3/}.

В заключение нам приятно выразить благодарность Н.Н.Говоруну за активную поддержку этой работы, авторам SNP П.Бачильери, А.Гизели и профессору М.Мазетти, инженерам Д.Рубину, В.Хоромской, а также сотрудникам отдела искрового спектрометра Р.Ананьевой, О.Займидороге и Л.Лыткину за помощь в работе.

Литература

1. Bacillieri P., Ghiselli A., Masetti M. Nucl. Instr. and Meth., 1976, 135, p. 427.
2. Bacillieri P., Ghiselli A., Masetti M. Nucl. Instr. and Meth., 1979, 160, p. 353.
3. Bacillieri P. and et. al., INFN/TC-78/8, FRASCATI, 1978.

Рукопись поступила в издательский отдел
9 июня 1981 года.