

3/8-85

**сообщения  
объединенного  
института  
ядерных  
исследований  
дубна**

5139/83

10-83-500

**О.Н.Бондаренко, В.М.Котов, В.С.Ямбуренко**

**ГРАФИЧЕСКОЕ ПРЕДСТАВЛЕНИЕ  
ДАННЫХ СПИРАЛЬНОГО СКАНИРОВАНИЯ  
В РЕЖИМЕ ИЗМЕРЕНИЙ**

**1983**

## Введение

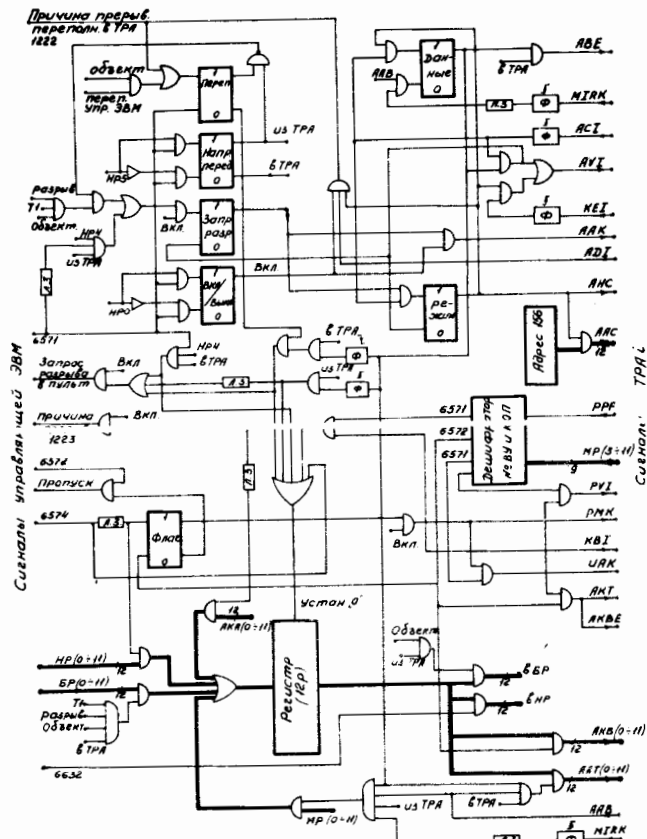
Графическое представление данных на дисплее оператора спирального измерителя (СИ) является необходимым условием проведения обработки событий в режиме реального времени и позволяет оператору наиболее эффективно оценивать качество входных данных, предоставляя ему возможность оперативно вмешиваться в процесс измерения.

Большой объем входных данных (примерно  $\sim 20$  Кбайт при сканировании одной проекции), а также необходимость введения переменного масштаба и представление данных в полярной и прямоугольной системах координат требуют большого объема памяти и вычислительной мощности системы. Ресурсы управляющей ЭВМ СИ<sup>1/</sup> (УЭВМ), ее оперативная память практически полностью заняты процессом сбора и накопления данных, снимаемых с отсчетных систем, и управлением аппаратурой СИ. Поэтому реализация режима графического представления потребовала разработки канала связи и подключения к системе СИ второй малой ЭВМ - ТРА/1, оснащенной растровым дисплеем и накопителями на магнитном диске. Большие объем и скорость поступления данных во время сканирования требуют буферизации, и оперативная память основной управляющей ЭВМ используется для выравнивания скоростей, накопления данных измерения и последующей передачи их на магнитную ленту для дальнейшей обработки на больших машинах. Поэтому подключение оперативной памяти второй ЭВМ не должно увеличивать время реакции системы и ухудшать ее разрешающую способность.

### I. Аппаратура канала связи

Канал связи должен обеспечивать асинхронную передачу данных в полудуплексном режиме с использованием прерываний и прямого доступа в память. Инициатором программного обмена может быть как одна, так и другая ЭВМ. Начинать передачу в режиме прямого доступа в память возможно только из основной управляющей ЭВМ СИ, в которую также поступает сигнал прерывания по окончании обмена. Со стороны УЭВМ канал подключен к мультиплексорам прямого доступа и программного прерывания /2,3/, а в ТРА/1 - к внешней шине /4/.

Логическая схема канала связи представлена на рисунке. Для обеспечения мультиплексорного режима работы обеих ЭВМ обмен данными между ними осуществляется через 12-разрядный буферный регистр. Кроме того, схема содержит: командный регистр, селекторы команд и номера устройств, цепи управления. Восьмеричный код и используемые команды приведены в таблицах 1а, 1б, а формат командного слова – в таблице 2.



Логическая схема канала связи.

Программная передача данных может осуществляться как по прерыванию программы, так и при запрещенном прерывании по опросу флага готовности. При занесении информации в буферный регистр одной из ЭВМ

устанавливается соответствующий флаг, являющийся запросом на прерывание для другой машины. В программе обслуживания прерывания содержимое регистра считывается в сумматор ЭВМ и сбрасывается флаг. Сброс флага в УЭВМ происходит по команде считывания содержимого мультиплексора, а в ТРА – одновременно с приемом данных. Информация может передаваться в ТРА при запрещенном прерывании по опросу флага готовности, устанавливаемого УЭВМ. В ТРА опрашивается тот же флаг, и, как только он будет установлен, информация считывается, а флаг сбрасывается. Сброс флага будет служить управляющей ЭВМ сигналом готовности регистра к приему следующего слова.

Передача информации в режиме прямого доступа в память происходит в трехцикловом режиме. После установки начальных значений адресов и режима работы формируется командное слово, определяющее расширенный адрес (номер куба памяти), направление передачи, а значит, и ту ЭВМ, которая должна первой войти в режим прямого доступа и передать из своей памяти в буферный регистр канала связи первое слово блока данных. Затем управляющая ЭВМ выдает команду 6571, и начинается передача. По занесении данных ЭВМ в буферный регистр канала посылаются запрос в другую ЭВМ. Переполнение счетчика слов любой из машин

Таблица 1а

Команды ТРА	
6574	занести код в буферный регистр
6572	считать код с регистра и сбросить флаг
6571	пропустить следующую команду, если флаг установлен

Таблица 1б

Команды УЭВМ	
6571	занести код в командный регистр
6574	занести код в буферный регистр и установить флаг в ТРА
6632	считать код с буферного регистра
6574	пропустить следующую команду, если флаг в ТРА сброшен

останавливает передачу, и одновременно выставляется сигнал прерывания в основной управляющей ЭВМ СИ об окончании передачи блока данных (таблица 3). Среднее время передачи одного слова в режиме прямого доступа составляет 13,5 мкс. Сигналы внешней шины ТРА/Г приведены в таблицах 4а, 4б.

Таблица 4а

Сигналы внешних шин ЭВМ ТРА/Г, используемые при программной передаче	
AT(0-11)V	данные
MP(3-11)V	код внешнего устройства и код операции
AKBEV	направление передачи данных ("Г" - в ТРА)
AKTV	сброс накопительного регистра
NUIV	начальная установка на $\bar{\Phi}$
PPFV	программный вызов внешнего устройства
KBIV	импульс-сброс программной передачи
PVIV	программный ответ внешнего устройства
UAKV	запрос пропуска команды
PMKV	запрос прерывания программы

Таблица 2

Формат командного слова УЭВМ	
Разряды	Назначение
0	включить канал связи
I+3	расширенный адрес передачи по прямому доступу УЭВМ
5	направление передачи по прямому доступу ("Г" - в УЭВМ)
ж 4	"Г" - разрешить формирование сигнала запроса прямого доступа
С, 7	расширенный адрес передачи по прямому доступу ТРА

ж - в зависимости от направления сигнал запроса формируется в управляющую ЭВМ или в ТРА.

Таблица 4б

Сигналы внешних шин ЭВМ ТРА/Г, используемые при прямом доступе	
AAKV	запрос передачи
KEIV	запрос принят
MC(0-11)V	адрес
EAAC(0-2)V	расширенный адрес
MP(0-11)V	данные из буферного регистра к внешнему устройству
AT(0-11)V	данные от внешнего устройства в буферный регистр
ABEV	направление передачи ("Г" - в ТРА)
AHCV	тип передачи (трехцикловый режим)
ACIV	начало цикла передачи данных
AVIV	ответ внешнего устройства о готовности сигналов MCV, EAACV, AHCV, а также ATV, ABEV
ADIV	переполнение счетчика слов
MIRK	строб записи в память

Таблица 3

Адреса резидента мультиплексора программного прерывания УЭВМ	
I221	переполнение счетчика слов УЭВМ
I222	переполнение счетчика слов ТРА
I223	занесение кода в буферный регистр из ТРА

## 2. Программное обеспечение

Для реализации графического представления данных спирального сканирования в двухмашинной системе, состоящей из управляющей ЭВМ СИ и ЭВМ ТРА/1, разработан пакет программ, позволяющий в режиме ("ON-LINE") реальных измерений на СИ выводить на экран растрового дисплея ТРА данные сканирования в декартовой системе координат. Программы, управляющие передачей данных и задающие режимы работы ТРА, входят в состав операционной системы СИ (ОС СИ)<sup>1/1</sup>. Программы приема данных, преобразования из полярной системы координат в декартову, построения изображения, управления растровым дисплеем и его клавиатурой работают в ТРА. Высший приоритет в системе присвоен УЭВМ, которая управляет всем процессом обмена, ТРА только выставляет запрос готовности к приему. Для обеспечения режима реального времени, повышения надежности и оптимальности использования ЭВМ управление работой пакета программ ТРА осуществляется программой-диспетчером, аналогичной диспетчеру ОС СИ<sup>1/4</sup>.

Поток информации, поступающей в ЭВМ, включает в себя два типа данных:

- 1) команды управления и служебная информация,
- 2) данные, поступающие в процессе измерения.

Для передачи первого из указанных потоков используется программно управляемый обмен с использованием прерываний. Заявки на обслуживание выставляются:

УЭВМ - для передачи команд управления при обмене данными сканирования;

ТРА - запрос на передачу значений  $x, y$  координат стола в режиме слежения;

дисплеем ТРА - для сообщения об окончании обмена с ТРА;

клавиатурой дисплея - при изменении оператором формата вывода данных на экран.

Всем заявкам в ТРА программно присвоены приоритеты в обслуживании.

УЭВМ - первый (высший) приоритет, дисплей - второй и клавиатуре - третий. Высший приоритет в обслуживании заявок УЭВМ вызван тем, что она работает в режиме реального времени при измерениях, что налагает жесткие требования на допустимое время обслуживания. Особенно это важно при управлении каналом прямого доступа (КПД), где задержка в обслуживании приводит к потере исходной информации. Второй приоритет присвоен дисплею, так как обмен данными с дисплеем идет по КПД и задержки в обслуживании его заявок определяют качество изображения на экране. Клавиатура управляется самым "медленным элементом" системы - человеком, поэтому ей присвоен низший приоритет.

Ко второму из указанных потоков информации относятся данные, передаваемые из УЭВМ в процессе измерения, а также информация, выводимая из ТРА на экран дисплея. Передача этих данных производится по каналу прямого доступа.

По команде УЭВМ "начало скана" в ТРА происходит запуск программы и подготовка начальных значений счетчиков и констант для приема данных. Для уменьшения потерь информации и сокращения времени ожидания на обслуживание заявок УЭВМ на время скана ТРА отключается от дисплея, клавиатуры. Накопление данных в УЭВМ при сканировании идет в режиме динамической буферизации. Когда очередной буфер заполнен, УЭВМ передает его в ТРА по КПД. По окончании передачи (прерывание в УЭВМ - переполнение счетчика слов) УЭВМ подает команду "буфер передан". По этой команде в ТРА подготавливается счетчик для приема следующего буфера данных, а диспетчеру дается заявка на работу по преобразованию формата данных из полярной системы координат  $(R, T)$  в декартову  $(X, Y)$ . Преобразование проводится по формулам

$$X = MR \times R \times \cos((T + T_0) \times MT),$$

$$Y = MR \times R \times \sin((T + T_0) \times MT),$$

где  $R, T$  - текущие значения радиуса и угла,  
 $T_0$  - угол между полярной осью СИ и осью  $x$  стола СИ,  
 $MR, MT$  - масштабные коэффициенты по  $x$  и  $y$ ,  
 $X, Y$  - значения координат в декартовой системе.

Координаты  $x, y$  запоминаются в оперативной памяти ТРА.

По окончании скана УЭВМ подает команду "конец скана". Включаются дисплей и его клавиатура. В выделенном участке памяти SIA (SCREEN IMAGE AREA) ТРА (одном из двух) создается изображение - копия экрана дисплея по формулам

$$XD = MX \times X + XSHIF,$$

$$YD = MY \times Y + YSHIF,$$

где  $XD, YD$  - значения координат для экрана дисплея,  
 $MX, MY$  - масштабы на экране по оси  $x$  и  $y$ ,  
 $XSHIF, YSHIF$  - смещения от центра экрана по осям  $x$  и  $y$ .

Отметим, что по команде "начало скана"  $XSHIF=60, YSHIF=45$ , т.е. вершина события помещается в центр экрана (размер экрана  $120 \times 90$  строк) и выделяется точкой повышенной яркости. Затем запускается передача по КПД из SIA на экран дисплея, и программа переводится в режим "движущегося изображения".

В этом режиме через интервалы времени, определяемые ТРА (не более 0,5 с), текущие значения координат X,Y стола СИ передаются в ТРА. Рассчитываются новые смещения XSHIF, YSHIF.

$$XSHIF = (X - XV) * MX + 60,$$

$$YSHIF = (Y - YV) * MY + 45,$$

где X, Y — текущие значения координат стола СИ,  
XV, YV — координаты вершины события.

Создается новое SIA, и дисплей переключается на него.

Изменяя масштаб (MX, MY) на экране дисплея, можно видеть изображение всего поля сканирования кадра. Но при таком мелком масштабе невозможно правильно оценить качество данных, так как разрешающая способность экрана дисплея невелика (120x90 строк) и в одну точку на экране дисплея попадает область сканирования размером примерно 1x1 мм<sup>2</sup>. В режиме "движущегося изображения" при крупном масштабе имеется возможность детально рассмотреть отдельные треки, оценить эффективность оцифровки их отсчетным каналом СИ по всему полю сканирования, не уменьшая масштаба картины на экране дисплея, потому что изображение на экране перемещается в соответствии с перемещением стола СИ. Таким образом, этот режим слежения позволяет выдавать на экран дисплея в увеличенном масштабе часть оцифрованной картины из памяти ЭВМ, соответствующую изображению на экране телевизионного монитора оператора, причем центр экрана дисплея (точка повышенной яркости, или контрольная точка) соответствует перекрестию на экране монитора.

Имеется возможность графического представления данных сканирования в режиме "OFF-LINE" без использования измерительного комплекса СИ.

Данные сканирования считываются с магнитной ленты, записанной при измерениях, на УЭВМ и передаются в ТРА. Режим "движущегося изображения" осуществляется посредством отслеживания положения точки повышенной яркости на экране дисплея, управляемой шаром перемещения дисплея ТРА, а не координат стола СИ. При этом периодически определяется смещение контрольной точки на экране дисплея от центра, добавляется к XSHIF, YSHIF и далее, как в режиме "ON-LINE".

Изменение формата изображения на экране и задание режимов работы может осуществляться с клавиатуры дисплея ТРА. Функции клавиш указаны в таблице 5.

Таблица 5

Клавиша	Функции
1	увеличить MX в два раза
2	уменьшить MX в два раза
3	увеличить MY в два раза
4	уменьшить MY в два раза
5	режим слежения за контрольной точкой
6	режим слежения за столом СИ

В данном варианте программа работает на ЭВМ ТРА/1. Объем оперативной памяти ЭВМ — 16К двенадцатиразрядных слов. Управляющая и вычислительная часть программы занимают 2К памяти в нулевом кубе. Таблица синусов занимает 1К во втором кубе (там же — два поля (SIA) дисплея — 5К). Оставшаяся часть оперативной памяти используется для запоминания X, Y — координат. В настоящее время принимается максимум 3700 пар координат. Таблица синусов содержит 1024 значения (от 0° до 90°). Для создания изображения массива данных из 2000 пар координат X, Y требуется около 0,2 с. Разрешающая способность программы по углу — около 0,0015 радиана, по радиусу — 70 микрон.

Дальнейшее развитие программного обеспечения графического представления данных сканирования на дисплее будет направлено на увеличение разрешающей способности и точности изображения на экране до предельных значений, определяемых отсчетными системами спирального измерителя.

Предполагается также расширить возможности диалога и выводить на экран в цифровой форме значения координат точек в полярной системе, выбираемых оператором по изображению на экране, а также точек, измеренных оператором в декартовой системе СИ. Это будет полезным при развитии системы обработки данных сканирования непосредственно во время измерений событий на СИ.

В заключение авторы выражают благодарность операторам группы измерений СИ за ряд ценных замечаний при опытной эксплуатации, польскому сотруднику М. Полятовскому за участие в разработке канала связи и группе сервиса ЭВМ ТРА/1 за помощь в настройке аппаратуры.

## Литература

1. Котов В.М. ОИЯИ, II-794I, Дубна, 1974.
2. Котов В.М., Эсенски И. ОИЯИ, II-7944, Дубна, 1974.
3. Котов В.М., Понятовский М. ОИЯИ, II-7942, Дубна, 1974.
4. TPA/I INTERFACE MANUAL, KFKI, BUDAPEST, 1973.

Рукопись поступила в издательский отдел  
21 июля 1983 года.

## НЕТ ЛИ ПРОБЕЛОВ В ВАШЕЙ БИБЛИОТЕКЕ?

Вы можете получить по почте перечисленные ниже книги, если они не были заказаны ранее.

ДЗ-11787	Труды III Международной школы по нейтронной физике. Алушта, 1978.	3 р. 00 к.
Д13-11807	Труды III Международного совещания по пропорциональным и дрейфовым камерам. Дубна, 1978.	6 р. 00 к.
	Труды VI Всесоюзного совещания по ускорителям заряженных частиц. Дубна, 1978 /2 тома/	7 р. 40 к.
Д1,2-12036	Труды V Международного семинара по проблемам физики высоких энергий. Дубна, 1978	5 р. 00 к.
Д1,2-12450	Труды XII Международной школы молодых ученых по физике высоких энергий. Приморско, НРБ, 1978.	3 р. 00 к.
	Труды VII Всесоюзного совещания по ускорителям заряженных частиц, Дубна, 1980 /2 тома/	8 р. 00 к.
Д11-80-13	Труды рабочего совещания по системам и методам аналитических вычислений на ЭВМ и их применению в теоретической физике, Дубна, 1979	3 р. 50 к.
Д4-80-271	Труды Международной конференции по проблемам нескольких тел в ядерной физике. Дубна, 1979.	3 р. 00 к.
Д4-80-385	Труды Международной школы по структуре ядра. Алушта, 1980.	5 р. 00 к.
Д2-81-543	Труды VI Международного совещания по проблемам квантовой теории поля. Алушта, 1981	2 р. 50 к.
Д10,11-81-622	Труды Международного совещания по проблемам математического моделирования в ядерно-физических исследованиях. Дубна, 1980	2 р. 50 к.
Д1,2-81-728	Труды VI Международного семинара по проблемам физики высоких энергий. Дубна, 1981.	3 р. 60 к.
Д17-81-758	Труды II Международного симпозиума по избранным проблемам статистической механики. Дубна, 1981.	5 р. 40 к.
Д1,2-82-27	Труды Международного симпозиума по поляризационным явлениям в физике высоких энергий. Дубна, 1981.	3 р. 20 к.
Р18-82-117	Труды IV совещания по использованию новых ядерно-физических методов для решения научно-технических и народнохозяйственных задач. Дубна, 1981.	3 р. 80 к.
Д2-82-568	Труды совещания по исследованиям в области релятивистской ядерной физики. Дубна, 1982.	1 р. 75 к.
Д9-82-664	Труды совещания по коллективным методам ускорения. Дубна, 1982.	3 р. 30 к.
ДЗ,4-82-704	Труды IV Международной школы по нейтронной физике. Дубна, 1982.	5 р. 00 к.

Заказы на упомянутые книги могут быть направлены по адресу:  
101000 Москва, Главпочтамт, п/я 79  
Издательский отдел Объединенного института ядерных исследований



**ТЕМАТИЧЕСКИЕ КАТЕГОРИИ ПУБЛИКАЦИЙ  
ОБЪЕДИНЕННОГО ИНСТИТУТА ЯДЕРНЫХ  
ИССЛЕДОВАНИЙ**

Индекс	Тематика
1.	Экспериментальная физика высоких энергий
2.	Теоретическая физика высоких энергий
3.	Экспериментальная нейтронная физика
4.	Теоретическая физика низких энергий
5.	Математика
6.	Ядерная спектроскопия и радиохимия
7.	Физика тяжелых ионов
8.	Криогеника
9.	Ускорители
10.	Автоматизация обработки экспериментальных данных
11.	Вычислительная математика и техника
12.	Химия
13.	Техника физического эксперимента
14.	Исследования твердых тел и жидкостей ядерными методами
15.	Экспериментальная физика ядерных реакций при низких энергиях
16.	Дозиметрия и физика защиты
17.	Теория конденсированного состояния
18.	Использование результатов и методов фундаментальных физических исследований в смежных областях науки и техники
19.	Биофизика

Бондаренко О.Н., Котов В.М., Ямбуренко В.С.

10-83-500

Графическое представление данных спирального сканирования в режиме измерений

Описаны программное обеспечение графического представления данных спирального сканирования и аппаратура канала связи между двумя малыми ЭВМ, обеспечивающего асинхронную передачу данных с использованием прерываний и прямого доступа в память. Разработанный канал связи и программное обеспечение позволяют во время реальных измерений в режиме "движущегося изображения" эффективно оценивать качество входных данных, выдавая с большим увеличением на экран дисплея заданную область изображения и перемещая ее по всему полю сканирования.

Работа выполнена в Лаборатории вычислительной техники и автоматизации ОИЯИ.

Сообщение Объединенного института ядерных исследований. Дубна 1983

Bondarenko O.N., Kotov V.M., Yamburenko V.S.

10-83-500

Graphical Representation of Spiral Reader Data in Measurement Mode

The software of flow-chart data of Spiral Reader and communication line equipment between two small computers providing the asynchronous data exchange by using the interrupt and direct access to the memory is described. The communication line and software permit to estimate efficiently the quality of data in the "moving picture" mode in real time measurements over all the scanning area by displaying the determined area of view with a large multiplication that is moving in the scanning area.

The investigation has been performed at the Laboratory of Computing Techniques and Automation, JINR.

Communication of the Joint Institute for Nuclear Research. Dubna 1983

Перевод О.С.Виноградовой