

4848

29/11-71

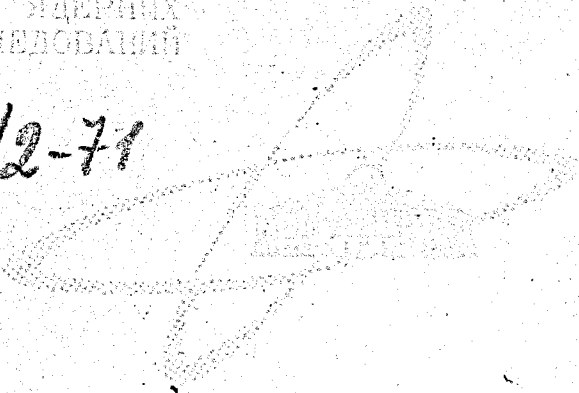
А-221

СООБЩЕНИЯ
ОБЪЕДИНЕННОГО
ИНСТИТУТА
ЯДЕРНЫХ
ИССЛЕДОВАНИЙ

Дружбе

10 - 5536

962/2-71



И. Ланг, О.К. Нефедьев, Б.В. Фефилов

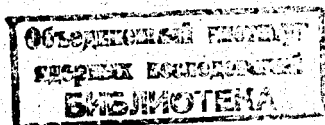
ОБЩАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ
РАБОТЫ ИЗМЕРИТЕЛЬНОЙ СИСТЕМЫ
С ПРИМЕНЕНИЕМ ЭВМ ТРА
В РЕАЛЬНОМ МАСШТАБЕ ВРЕМЕНИ

1970

10 - 5536

И. Ланг, О.К. Нефедьев, Б.В. Фефилов

ОБЩАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ
РАБОТЫ ИЗМЕРИТЕЛЬНОЙ СИСТЕМЫ
С ПРИМЕНЕНИЕМ ЭВМ ТРА
В РЕАЛЬНОМ МАСШТАБЕ ВРЕМЕНИ



Уже первый опыт применения малой ЭВМ ТРА для накопления и обработки экспериментальных данных в реальном масштабе времени на ускорителе многозарядных ионов показал необходимость создания максимально простого языка общения экспериментатора с машиной. Особенно необходим такой язык при использовании осциллографа для оперативной обработки накапливаемых данных и их выводе. Ниже приводятся краткие данные о принципах организации программного обеспечения измерительной системы и ее основы - командных приказов телетайпа.

Оборудование измерительной системы

Измерительная система (рис. 1) состоит из группы детекторов ($1 \leq n \leq 8$), устройства отбора и кодирования экспериментальной информации (МАРС), ЭВМ ТРА, осциллографа (RG -96) и периферийных устройств ввода-вывода (фотосчитывающее устройство FS -1500, перфоратор PE -1500 и телетайп ^{ASR}ARS -33)/1/.

Энергия альфа-частиц и номер соответствующего детектора преобразуются в параллельный цифровой код в стойке многоканального спектрометра МАРС. Коды многоканального спектрометра по кабельной линии связи поступают в блок сопряжения (интерфейс) и затем через программный канал ввода-вывода (PDT) в ЭВМ ТРА. К автономному каналу (ADT) через свой интерфейс подключен амплитудный кодировщик АЦП-1024 для возможности регистрации измеряемых данных с максимально возможной скоростью (при больших нагрузках усилительно-преобразовательного тракта).

Структура программного обеспечения измерительной системы

Составной частью измерительной системы является ее программное обеспечение, основой которого служит система командных приказов теле-тайпа (рис. 2).

Программное обеспечение решает следующие основные задачи:

1. Прием в ТРА информации, поступающей от многоканального спектрометра MAPC, и ее накопление.
2. Сортировка и отбор данных для дальнейшей обработки.
3. Визуальное представление данных и их простейшая математическая обработка.
4. Вывод накопленных или обработанных данных на печать или перфоленту.

Система состоит из небольшого диспетчера, задачей которого является организация работы всей системы; набора приказов, подающихся с теле-тайпа ASR -33, набора стандартных программ, осуществляющих выполнение этих приказов. Система разбита на блоки, каждый из которых представляет стандартную программу, написанную на языке "SLANG"/2/. Это позволяет легко расширять систему, не изменяя ее, а также упрощает аппарат обмена между блоками через стандартные обращения.

По своей роли в системе программы условно разбиты на следующие группы:

1. Программы обработки, позволяющие производить простейшую обработку данных, в том числе и контроль за правильностью проведения эксперимента.
2. Программы осциллоскопа, используемые для визуального представления данных во время их приема и обработки.
3. Программы приема информации с многоканального спектрометра MAPC, амплитудного кодировщика АЦП-1024 и других экспериментальных установок.
4. Служебные программы, используемые при обработке (ввод, вывод, перевод и др.).

Для экспериментатора очень важным моментом является простота общения с измерительной системой. В связи с этим разработана специальный язык приказов, названный языком общения.

Язык общения с измерительной системой

Созданный язык общения включает набор приказов, посредством которых экспериментатор обращается к тем или иным программам. Занимая под программы емкость ОЗУ не более 2К, имеется возможность использовать до 32 командных приказов. Каждый командный приказ набирается на телетайпе и имеет вид "АВ ω Ц", где АВ - код приказа (два характера), ω - число (это может быть и координата маркерной точки, и величина сдвига, и номер сектора и т.д.), Ц - пробел (space), который служит признаком окончания приказа.

В диспетчере имеется постоянная таблица приказов (ПТП), расположенная в ОЗУ. ПТП состоит из двух частей. В первой части находятся дополнительные коды ($\overline{AB} + 1$), а во второй - команды передач управления на программы соответствующих приказов.

Таким образом, процесс распознавания приказов происходит следующим образом. После набора приказа на телетайпе управление передается в диспетчер, который в первой части ПТП отыскивает дополнительный код этого приказа. Если он найден, то во второй части ПТП отыскивается соответствующая команда передачи управления на требуемую программу. Если дополнительный код не найден в ПТП, то на телетайпе печатается "ERROR" (ошибка).

В системе имеется командный приказ "IN" (INPUT), служащий для ввода с FS-1500 перфоленты в "BIN" формате. Это позволяет в процессе измерения вводить дополнительные стандартные программы или эталонные спектры. В этом случае необходимо дополнить ПТП.

Существенную роль в измерительной системе приема, накопления и обработки информации играет использование осциллоскопа, математическое обеспечение которого названо системой TCDS.

Система TCDS (Teletype Controlled Display System)

Система TCDS дает возможность экспериментатору активно оперировать хранящейся в машине информацией, производить осциллографическую обработку данных, вмешиваться в ход обработки, оперативно оценивать результаты измерений. Подсвет спектра осуществляется параллельно с любым режимом работы измерительной системы (ввод, вывод, обработка, трансформация спектров и т.д.).

Наблюдение данных производится в двух режимах:

1. Наблюдается полное поле измерения (TOTAL DISPLAY).
2. Наблюдается выбранная часть поля (DETAILED DISPLAY).

В режиме TOTAL DISPLAY (TD) с хорошей видимостью (кадровая частота 75 гц для 2048 каналов) можно визуально наблюдать за прохождением эксперимента. Производится подсвет 512 каналов, каждый из которых содержит среднюю интегральную сумму четырех соседних каналов.

Таким образом, при помощи 512 подсветов получается изображение, содержащее информацию о 2048 каналах, т.е. о полном поле измерений.

В режиме TD сжатая в 512 каналах информация периодически обновляется и поэтому отражает текущее состояние части ОЗУ, отведенной для накопления. Этот режим облегчает выбор любых диапазонов наблюдения для более подробного изучения спектра. Установка режима TOTAL DISPLAY осуществляется командным приказом "TD".

Одновременно со спектром подсвечиваются два маркера, "А" и "В", работа с которыми осуществляется также через приказы. На экран осциллоскопа можно выводить любую часть спектра. Начальной (стартовой) точкой новой (детальной) картины служит номер канала, выбранный маркером "А". Режим детального наблюдения (DETAILED DISPLAY) устанавливается командным приказом "DD ω ". Десятичное число ω определяет длину горизонтальной развертки ($8 \leq \omega \leq 512$). В этом режиме имеется возможность визуального наблюдения тонких деталей сложных спектров, выбора наиболее наглядного масштаба горизонтального и вертикального отклонения (рис. 3), реализации различных преобразований полученного спектра (сдвиг спектра вдоль осей X и Y, сглаживание спектра, наблюдение спектра при переполнении содержимого каналов и т.д.).

При многопараметровых измерениях полное поле измерения первоначально программно разбивается на четыре сектора при длине 512 каналов в каждом. Но имеется также возможность установки произвольной длины секторов. Командным приказом для разбиения поля измерения в соответствии с числом детекторов n является команда "SL ω " (SECTOR LENGHT), где ω - длина сектора. В случае 2048-канального однопараметрового измерения $\omega = 2048$, т.е. поле измерения на секторы не разбивается. Командным приказом для наблюдения сектора с номером "n" является команда "NS_n" (NUMBER OF THE SECTOR). Нумерация секторов начинается с 0.

Набор приказов измерительной системы

Стандартные приказы можно разделить на следующие группы по характеру их действия:

1. Приказы режимов работы осциллоскопа.
2. Приказы управления изображением.
3. Приказы преобразований изображения.
4. Приказы управления световыми маркерами.
5. Приказы ввода-вывода информации.
6. Приказы начала и конца измерений.
7. Приказы переноса и очистки поля или части поля изображения, ограниченной маркерами.

В таблице приведен перечень командных приказов системы TCDS

Таблица

Группы команд	Изображение команды	Назначение
✓ I Приказы режимов работы осциллоскопа	TD	TOTAL DISPLAY Наблюдение полного поля измерения
	DD " ω "	DETAILED DISPLAY Наблюдение выбранной части поля измерения. " ω " определяет количество наблюдаемых каналов.

SECTOR LENGHT
 SL "ω" Разбиение поля измерения на секторы при многопараметровом анализе. "ω" определяет длину сектора.

NUMBER OF THE SECTOR
 NS "n" Наблюдение сектора с номером "n".

II
 Приказы управления изображением

PICTURE "X"
 PX "ω" Начальная точка изображения определяется значением "ω". Длительность развертки определяется командой DD "ω".

PICTURE "A"
 PA Начальная точка изображения определяется маркером А, если длина развертки не выходит за пределы сектора.

PICTURE "B"
 PB Конечная точка изображения определяется маркером В, если длина развертки не выходит за пределы сектора.

III
 Приказы преобразования изображений

MEASURE Y
 MY ω Определяет масштаб вертикального отклонения. Максимальное значение содержания любого канала определяется величиной $|Y|_{max} = 2^{\omega}$. Если содержание больше 2^{24} , то производится отсечка изображения.

ZERO LINE
 ZL ω Задаёт высоту сечения вдоль Y. "ω" определяет величину смещения.

SMOOTH
 SM Сглаживание части спектра между маркерами А и В.

IV
 Приказы управления маркерами

"A" → LEFT
 AL ω Сдвиг маркера А влево на величину "ω".

"A" → RIGHT
 AR ω Сдвиг маркера А вправо на величину "ω".

"A" → "X"
 AX ω Определение местоположения маркера А. На телетайп выводится адрес (номера) маркера А.

"B" → LEFT
 BL ω Сдвиг маркера В влево на величину "ω".

"B" → RIGHT
 BR ω Сдвиг маркера В вправо на величину "ω".

"B" → "X"
 BX ω Определение местоположения маркера В. Вывод на телетайп адреса маркера В.

V
 Приказы ввода-вывода информации

OPERATION "A"
 OA Вывод на телетайп номера сектора и содержимого, отмеченного маркером А.

OPERATION "B"
 OB Вывод на телетайп номера сектора и содержимого, отмеченного маркером В.

OPERATION "SUM"
 OS Вывод на телетайп номера сектора и суммы содержимого каналов, расположенных между маркерами А и В.

OPERATION GRAPHICS
 OG ω Графический вывод гистограммы на телетайп между маркерами А и В. "ω" определяет масштаб графика по оси Y, представляющей содержание каналов. При ω = 0 осуществляется графическое представление без сглаживания (максимальное число градаций вдоль Y равно 61).

TABLE PRINT
 TP Вывод на телетайп содержимого каналов между маркерами А и В в табличной форме.

INPUT
 IN Ввод в ОЗУ ТРА содержимого каналов через FS -1500 в BIN формате.

OUTPUT

OU $\omega_1\omega_2$ Вывод на перфоленту массива в BIN формате с начальным адресом ω_1 и конечным адресом ω_2 .

VI		
Приказы начала и конца измерения	SA	START ANALYSIS Дается разрешение на прием информации с экспериментальной установки (МАРС). Начало измерения.
	HA	HALT ANALYSIS Прекращение связи ТРА с экспериментальной установкой (МАРС). Окончание измерения.
VII		
Приказы переписи и очистки поля измерения	CT	CLEAR TOTAL Очищаются 2048 ячеек ОЗУ, служащие для накопления информации.
	CM	CLEAR BETWEEN MARKERS Очищаются ячейки ОЗУ между маркерами А и В.
	SH ω	SHIFT Перезапись выбранного маркерами участка спектра на новое место, начальным адресом которого является " ω ".

Заключение

Предлагаемая структура программного обеспечения измерительной системы на линии с ЭВМ ТРА-1001 и язык общения при помощи командных приказов с телетайпа хорошо зарекомендовали себя в экспериментах по изучению относительно долгоживущих альфа-активностей на восьми независимых трактах. В силу специфики измеряемых спектров реальная длина каждого сектора не превышала 256-512 каналов. Отведенная часть ОЗУ ЭВМ 2048 слов для одновременного накопления восьми спектров оказалась достаточной для данного вида экспериментов. В случае использования АЦП-1024, подключенного к автономному каналу ввода, имелась

возможность накопления 1024-канального спектра с емкостью 224.

Сочетание двух светящихся маркеров с управлением от полностью устранило необходимость "светового карандаша", а в чаев оказалось более удобным для экспериментатора.

Введение новых программ, написанных на языке не требует изменения программной системы; расширяется толк командных приказов с телетайпа.

Авторы благодарны кандидату физико-математических наук В. М. Леву за обсуждение программ измерительной системы и Л. М. Мельникову за подготовку программ.

Литература

1. И. Ланг, О. К. Нефедьев, Б. В. Фефилов. Сообщение ОИЯИ, Дубна, 1970.
2. TPA Small Scale General Purpose Digital Computer, KF Budapest.

Рукопись поступила в издательский отдел

23 декабря 1970 года.

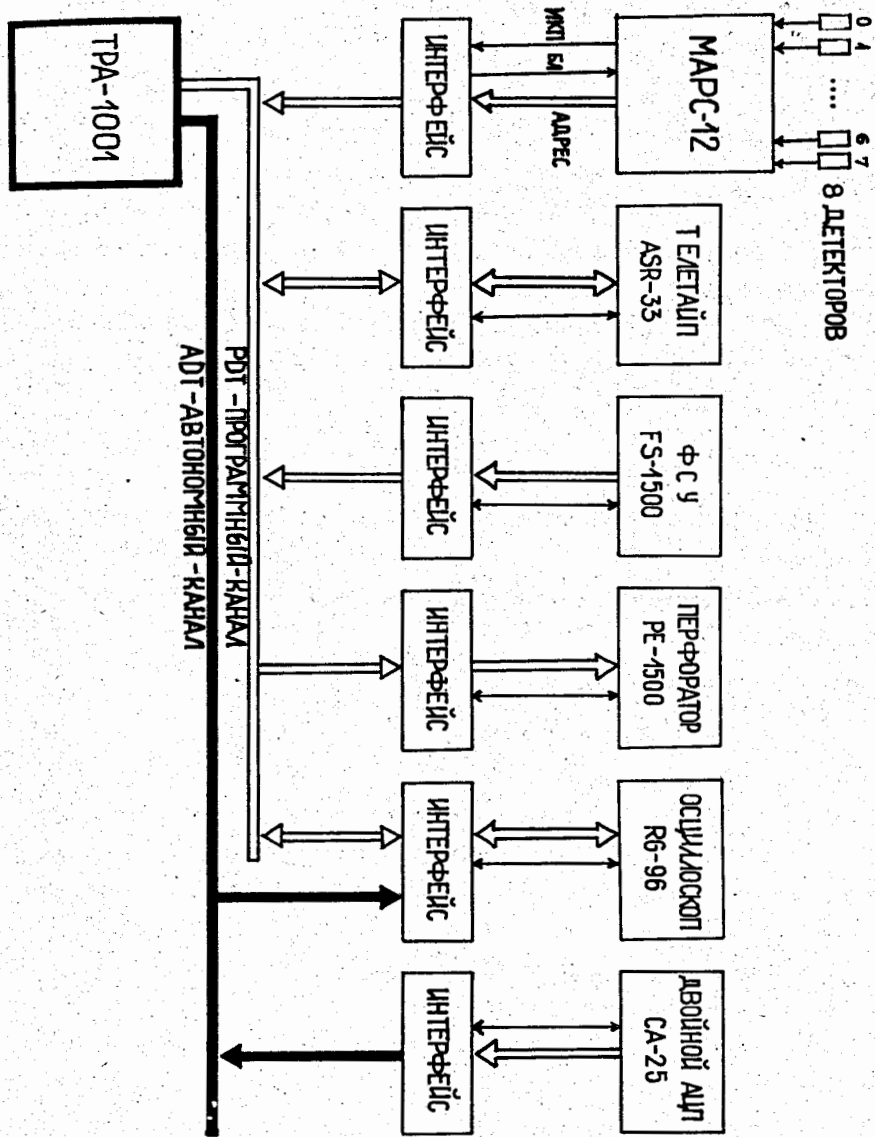


Рис. 1. Блок-схема измерительной системы (состав оборудования) при работе на линии с экспериментальным оборудованием.

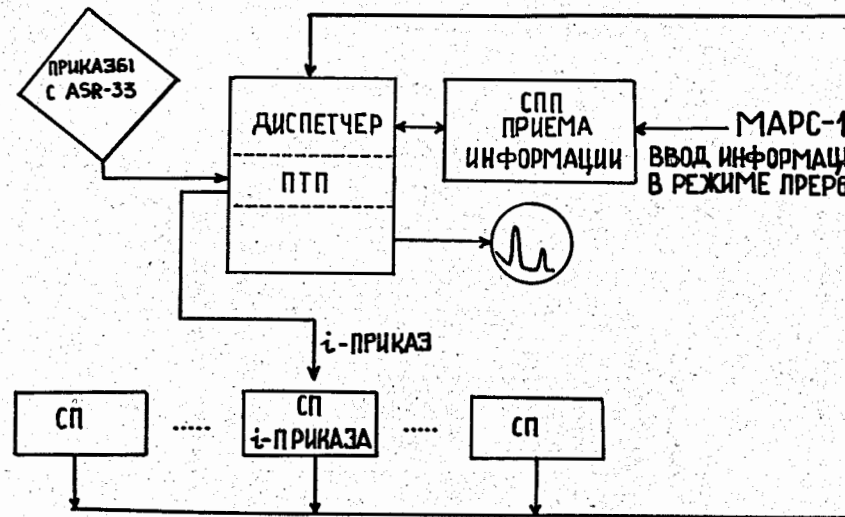


Рис. 2. Блок-схема программной организации системы.

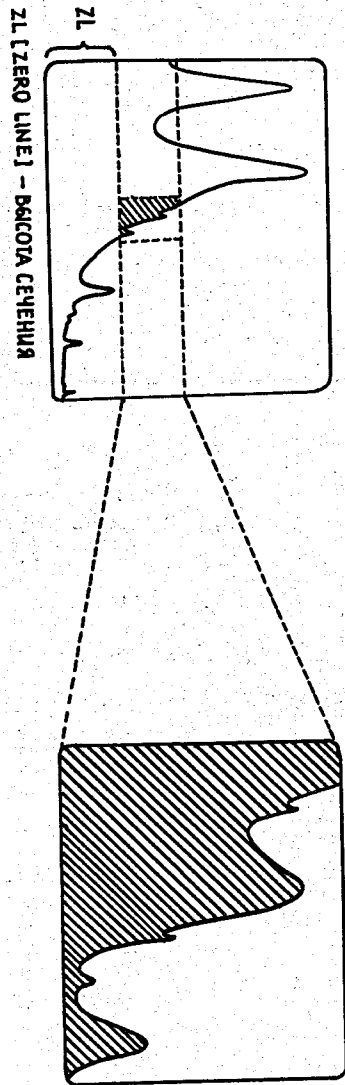


Рис. 3. Повышение наглядности изображения при использовании приказов "DD", "ZL" и "MY".

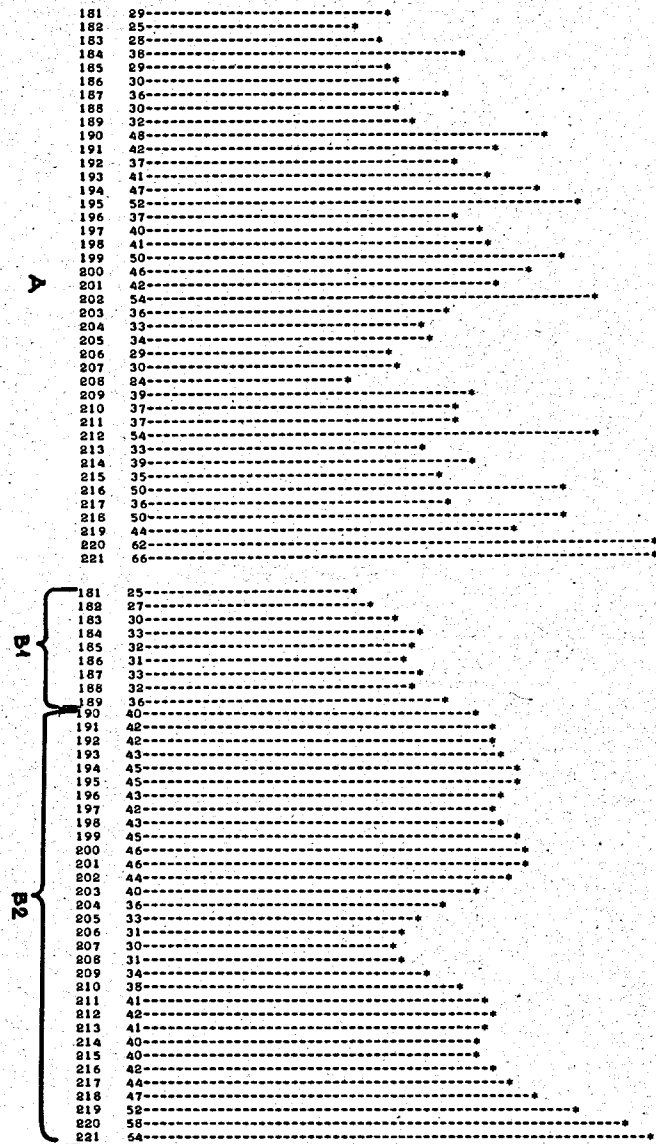


Рис. 4. А) Часть спектра перед сглаживанием; В1) сглаживание произведено один раз, В2) сглаживание произведено два раза.

OA 3 370 0
 OB 3 460 0

AX 386
 BX 468
 TP 3

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
380							1	1	0	0
390	1	2	1	2	3	3	2	5	4	19
400	63	145	191	227	106	34	29	16	31	26
410	25	25	14	19	18	17	11	12	10	12
420	9	7	7	2	4	7	6	5	8	4
430	4	2	5	1	7	1	2	2	3	3
440	0	0	3	1	0	2	1	1	0	0
450	0	0	1	3	0	0	0	0	0	0
460	0	0	0	0	0	0	0	0	1	

AX 396
 BX 423
 OG 2 0

	3	2*	5-*	4-*	19-----*	63-----*	145-----*	191-----*	227-----*	106-----*	34-----*	29-----*	16-----*	31-----*	26-----*	25-----*	25-----*	14-----*	19-----*	18-----*	17-----*	11-----*	12-----*	10-----*	12-----*	9-----*	7-----*	7-----*	2-----*		
396		2*																													
397			5-*																												
398				4-*																											
399					19-----*																										
400						63-----*																									
401							145-----*																								
402								191-----*																							
403									227-----*																						
404										106-----*																					
405											34-----*																				
406												29-----*																			
407													16-----*																		
408														31-----*																	
409															26-----*																
410																25-----*															
411																	25-----*														
412																		14-----*													
413																			19-----*												
414																				18-----*											
415																					17-----*										
416																						11-----*									
417																							12-----*								
418																							10-----*								
419																								12-----*							
420																									9-----*						
421																										7-----*					
422																											7-----*				
423																												2-----*			

OS 3 396 423 1086

Рис. 5. Результат приказов "TP", "OG" и "OS".