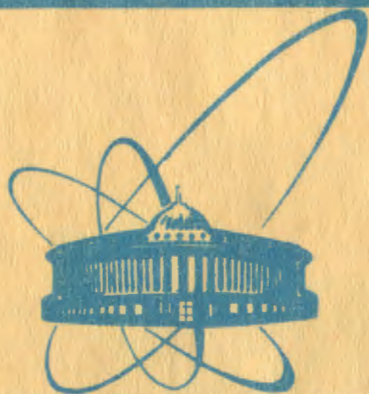


сообщения  
объединенного  
института  
ядерных  
исследований  
дубна



5511 / 2-81

9/41-81

13-81-587

З.Гузик, А.Форыцки

НОВЫЙ ПРИНЦИП  
МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНОГО  
ИСПОЛЬЗОВАНИЯ КРЕЙТА КАМАК  
В ЭКСПЕРИМЕНТЕ "КРИСТАЛЛ"

1981

## ВВЕДЕНИЕ

В экспериментах, проводимых на ускорителях высоких энергий, большую долю в мертвое время установки вносит система считывания и передачи данных в ЭВМ. При строгой регламентации пучкового времени проблема минимизации мертвого времени установок приобретает важное значение. В проводимом на ускорителе Института физики высоких энергий эксперименте "Кристалл" /1/ передача одного слова данных из комплекса, созданного на основе универсального драйвера ветви /УДВ/<sup>2/</sup>, в ЭВМ ЕС-1040 составляет в среднем 4 мкс. Сокращение времени съема данных с регистрирующей системы КАМАК легче всего достигнуть путем буферизации данных посредством быстрых каналов прямого доступа с последующей передачей данных в большую ЭВМ вне цикла ускорителя.

В целях качественного улучшения процесса сбора информации в эксперименте создана специализированная микропрограммируемая ЭВМ XL-100М, которая размещается в системном крейте КАМАК. Кроме существенного сокращения мертвого времени установки эта ЭВМ обеспечивает возможность быстрого отбора полезной информации, гибкого, полностью автоматизированного управления и калибровки эксперимента, а также выполнение сложных задач онлайн обработки, например, поиска треков.

Для выполнения поставленных задач система должна обеспечивать максимальные скорости обмена данными /особенно в направлении КАМАК - память/ в блочных режимах передачи, что наиболее эффективно достигается таким использованием шин магистральной, при котором становится возможным одновременное выполнение циклов КАМАК и циклов доступа к памяти. Такая организация съема данных в установке "Кристалл" в три раза сокращает время считывания одного слова, и в таком же соотношении сокращается мертвое время установки.

В настоящее время существует несколько способов построения системного крейта /2-5/, однако ни один из них не удовлетворяет предъявляемым нами требованиям. В таблице приведены некоторые основные характеристики системного крейта, позволяющие сравнить существующие системы /6/ с предложенной.

Ниже будет описан новый принцип многофункционального использования крейта КАМАК в качестве системного крейта XL.

Таблица

Система	Время цикла мкс	Доступ к па- мяти	Доступ к мо- дулям КАМАК	Возможность перекрытия циклов
УДВ <sup>/2/</sup>	1,2	нет	нет	нет
Kinetic <sup>/3/</sup>	6,52	нет	да	нет
GEC-Elliott <sup>/4/</sup>	2,4	нет	да	нет
СОРРЕХ <sup>/5/</sup>	2,0	да	да	нет
XL	1,15	да	да	да

Описываемое решение носит универсальный характер и может, заменяя дорогую мини-ЭВМ общего назначения, найти применение в экспериментах физики высоких энергий, а также в других системах управления.

#### ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

В системном крейте XL могут быть размещены блоки двух видов - удовлетворяющие системе XL и соответствующие стандарту КАМАК / EUR 4100<sup>/7/</sup> и EUR 6500<sup>/8/</sup>. Между этими двумя видами модулей обеспечивается двусторонний обмен информацией. Источниками команд /программ/ могут являться контроллеры как типа XL, так и стандарта 6500<sup>/8/</sup>. Такими контроллерами могут быть: процессор XL-100M, контроллеры КПД/ XL-102/, интерфейсы внешних ЭВМ /в эксперименте "Кристалл" - интерфейс ЕС-1040/, автономные контроллеры, вспомогательные контроллеры. Определение приоритета доступа источников программы /ИП/ к магистрали системного крейта /СК/ осуществляется по принципу "цепочки" согласно стандарту EUR 6500. ИП, управляющие магистралью, должны быть снабжены вспомогательной магистралью /АСВ/<sup>8/</sup> для определения приоритета доступа, передачи запросов на обслуживание и адресации по шинам N стандартных модулей КАМАК.

Обязательным модулем системного крейта является блок управления /БУ/, устанавливаемый в 25-й станции СК. Этот блок кроме стандартных функций, предусмотренных в документе EUR6500, обеспечивает выполнение специальных функций, свойственных системе XL, а также генерацию полных циклов КАМАК для СК и ветвей системы /см. рис. 2/. Этот блок не является источником программы.

Кроме блока управления в системный крейт помещаются следующие функциональные блоки XL :

-Источники программы. При доступе к магистрали ИП может генерировать один из трех возможных циклов работы: цикл КАМАК в пределах СК, цикл памяти и цикл параллельной ветви КАМАК<sup>1/9</sup>. Во время работы ИП устанавливает всю необходимую информацию /команды, адреса и данные/ на соответствующих шинах магистрали и инициирует цикл, после выполнения которого освобождает магистраль.

-Блоки памяти. Доступ к ячейкам памяти осуществляется по общим шинам магистрали. Адресуемый объем памяти можно разбить физически /по блокам/ или логически /по страницам/. Выбор требуемой страницы производится по шинам L. Емкость одной страницы составляет 64 К слов по 24 разряда, физически реализуемых в одном или нескольких блоках.

-Драйверы ветви /ДВ/. Возможно подключение до 7 драйверов ветви, которые согласно стандарту EUR 4600<sup>1/9</sup> могут управлять 7 крейтами, снабженными контроллерами типа А. Основной задачей ДВ является передача сигналов магистрали СК на шины ветви / цикл ветви организуется в БУ/.

-Каналы прямого доступа к памяти /КПД/. Они являются программируемыми ИП, выполняющими блочную передачу данных между блоками КАМАК и память в трех режимах: режиме сканирования адресов, режиме повторения и стоповом режиме. Благодаря соответствующему присвоению шин магистрали цикл памяти и цикл КАМАК могут происходить одновременно на основе одних данных. В системе может работать несколько блоков КПД.

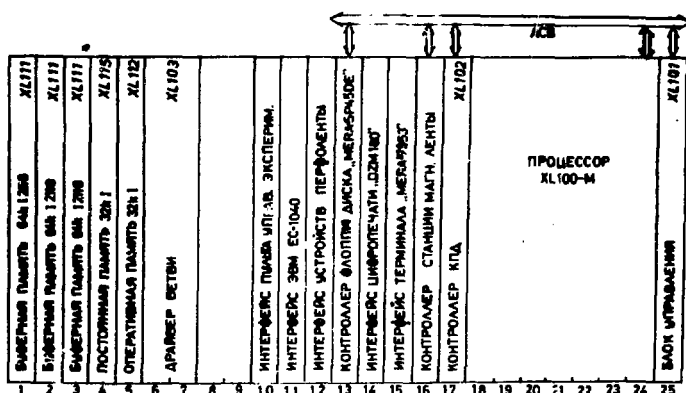


Рис. 1. Размещение блоков в системном крейте установки "Кристалл".

На рис.1 показано размещение блоков системного крейта XL, предлагаемого для новой конфигурации электроники установки "Кристалл".

### УПРАВЛЯЮЩИЕ СИГНАЛЫ

Управление системой XL осуществляется посредством пяти нестандартных сигналов, под которые отведены резервные шины  $P_1 - P_5$  магистрали КАМАК /рис.2/.

EUR	КАМАК	ВЕТЬ	ПАМЯТЬ	EUR	КАМАК	ВЕТЬ	ПАМЯТЬ
P1	0	0	0	8	BUSV	BF57	
P2	HLD	HLD	RPL	F6	F16	BF6	
P3	CRO	CRO	WRQ	F7	F7	BF7	
P4	X	BR		F4	F4	BF4	
P5	X			F2	F2	BF2	
I	X			F1	F1	BF1	
C				A4	A4	BA4	
P6	S1	TA		A2	A2	BA2	
P7	S2	TB		A1	A1	BA1	
S1				Z	Z	BZ	
S2				O	O	BO	
L1				N4			
L23				N23			
L22				N22			
L21				N21			
L20				N20			
L19				N19			
L18				N18			
L17				N17			
L16				N16			
L15		BD7		N15		B(7)	
L14		BD6		N14		B(6)	
L13		BD5		N13		B(5)	
L12		BD4		N12		B(4)	
L11		BD3		N11		B(3)	
L10		BD2		N10		B(2)	
L9		BD1		N9		B(1)	
L8				N8		B(0)	
L7				N7		B(7)	
L6				N6		B(6)	
L5				N5		B(5)	
L4				N4		B(4)	
L3				N3		B(3)	
L2				N2		B(2)	
L1				N1		B(1)	
GND	N2	B2		EN1	N1	B1	
EN2	N8			EN4	N4	B4	
EN3				Z196	N16		
GND				ACL			
GND				FREE			
GND				RQ			
GND				R1			
AL2	INR2			ALL	INR 1		
AL4	4			AL3	3		
AL6	6			AL5	5		
AL8	8			AL7	7		
AL10	10			AL9	9		
AL12	12			AL11	11		
AL14	14			AL13	13		
AL16	16			AL15	15		
AL18	18			AL17	17		
AL20	20			AL19	19		
AL22	22			AL21	21		
AL24	24			AL23	23		
				GND			

Рис.2. Назначение управляющих шин магистрали.

А. BR( $P_1$ ). Присутствие единицы /0 В/ на этой шине свидетельствует о выполнении цикла "ветвь" магистрали.

Б. HLD /RPL( $P_2$ ). Для циклов КАМАК и "ветвь" сигнал HLD выполняет роль, предусмотренную стандартом /9/, то есть приостанавливает выполнение цикла до момента исчезновения сигнала /рис.3/.

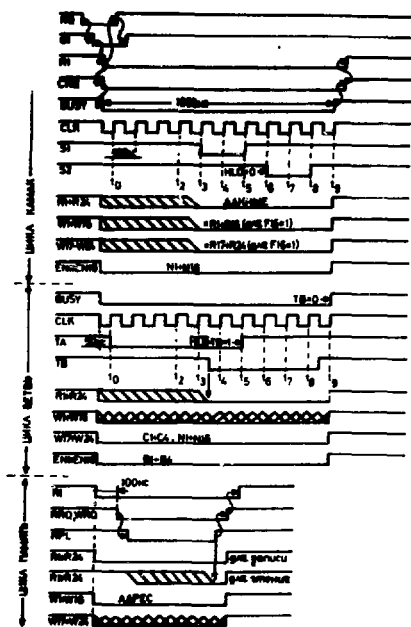


Рис.3. Временные диаграммы циклов КАМАК, "ветвь", "память".

Для циклов доступа к памяти сигнал  $RFL$  является ответом адресуемой ячейки памяти на исполненный цикл. Исчезновение сигнала свидетельствует об установлении данных на магистрали крейта для циклов чтения или о завершении операции для цикла записи.

В.  $CRQ(P_3)$  - инициализация цикла КАМАК /BR =0/ или цикла "ветвь" /BR =1/. Одновременно с сигналом CRQ на шинах магистрали должны появиться команда BCNAF и данные. CRQ снимается не раньше, чем закончится сигнал BUSY.

Г.  $RRQ(P_4)$  - инициализация цикла "память" в режиме чтения. Адресованный блок памяти отвечает выставлением сигнала  $RFL$ , который снимается при установлении данных на шинах R. Данные присутствуют на шинах R до завершения сигнала RRQ. Адрес должен выставляться на шинах за 50 нс до появления сигнала RRQ.

Д.  $WRQ(P_5)$  - инициализация цикла "память" в режиме записи. Адресованный блок памяти отвечает выставлением сигнала  $RFL$ , который снимается после завершения записи. Адрес и данные должны опережать сигнал WRQ не менее чем на 50 нс. Если сигнал WRQ генерируется во время присутствия RRQ, выполняется цикл "чтение - модификация - запись" по одному адресу.

## ЦИКЛЫ РАБОТЫ И НАЗНАЧЕНИЕ ШИН МАГИСТРАЛИ

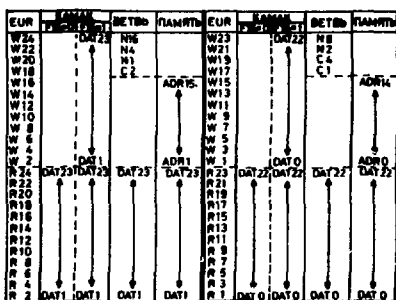
В системном крейте XL после получения доступа к магистрали могут генерироваться три типа циклов, производящих обмен информацией между источниками программы и источниками/приемниками информации. Источник программы устанавливает на соответствующих шинах всю командную и адресную информацию. Данные во всех циклах передаются по 24-разрядным шинам R системного крейта. Единственным исключением является цикл записи КАМАК в пределах CK, где при условии  $F16.BUSY.\overline{BR}$  шины R коммутируются на шинах W системы.

### Цикл КАМАК

Цикл КАМАК предназначен для доступа к стандартным модулям, установленным в системном крейте. Этот цикл выполняется согласно стандарту EUR 6500. Источник программы устанавливает данные, функцию (F) и субадрес (A) на шинах магистрали, а также адрес (N) в закодированном виде на шинах EN вспомогательной магистрали. Одновременно с выставлением команды и данных ИП генерирует сигнал  $CRQ/BR =0/$ , который инициатирует в блоке управления выработку сигналов BUSY, S1, S2 /см.рис.2/. Цикл завершается снятием сигнала CRQ и освобождением магистралей после окончания сигнала BUSY.

## Цикл "ветвь"

Этот цикл служит для расширения доступа к расположенным вне системного крейта модулям КАМАК, осуществляемого посредством 7 ветвей. Каждая ветвь управляется драйвером ветви, расположенным в СК. ДВ должны быть размещены в определенных станциях СК. Во время цикла "ветвь" стробирующие сигналы S1, S2 меняют свое назначение и становятся сигналами ветви ТА, ТВ соответственно. Цикл инициирует ИП сигналом CRQ / BR = 1/. Одновременно ИП выставляет на магистраль данные и команду, в этом случае номер станции и номер крейта передаются по шинам W17 - W24 /рис. 4/. Закодированный номер ветви посылается по шинам EN1 - EN4 /см. рис. 3/ вспомогательной магистрали. В БУ номер ветви декодируется в позиционный код, и посредством индивидуальных шин N /N - нечетное/ выбирается одна из семи шин. В течение 50 нс после появления переднего фронта сигнала CRQ блок управления вырабатывает синхроимпульс ТА. Цикл заканчивается по заднему фронту импульса ТВ - снимается CRQ и освобождаются магистрали. Запрос на обслуживание ветви БД передается в БУ по индивидуальной шине L. По шине N-1 /ДВ имеет двойную ширину/ в ДВ передается команда BG /EUR 4600/, сопровождаемая циклом "ветвь". Шина L-1 отведена под сигнал



"Ошибка" - отсутствие адресованного крейта КАМАК. Расположение драйверов ветви в системном крейте в соответствии с кодом В1 ÷ В4 показано на рис. 1. Цикл "ветвь" сопровождается сигналом BUSY магистрали.

Рис. 4. Назначение шин данных и адресов магистрали.

## Цикл "память"

Этот цикл выполняет доступ к установленным в СК модулям памяти. Основной адресуемой единицей памяти СК является страница емкостью 64 К слов по 24 разряда. Адрес ячейки памяти внутри страницы передается по шинам W1 ÷ W16 /рис. 2/. Выборка данной страницы производится по шинам L /БПП -бит расширения памяти/, при этом БПП страницы должен выставляться на шины L всех физических блоков, реализующих данную страницу. ИП передает адрес страницы по шинам AL19 - AL24 вспомогательной ма-

гистралы в закодированном или позиционном виде, а БУ коммутирует их на шины  $L$ . В случае, когда в конкретной конфигурации используется только одна страница памяти, БПП не применяется. Имеются два цикла памяти - чтение и запись, инициируемые соответственно сигналами  $RRQ$  и  $WRQ$ .

### ПЕРЕКРЫВАЮЩИЕСЯ ЦИКЛЫ ДОСТУПА

Благодаря соответствующему присвоению некоторых шин магистрали возможны режимы перекрытия циклов КАМАК или "ветвь" с циклами доступа к памяти, что существенно при организации обмена данными в каналах прямого доступа.

#### Цикл "ветвь/КАМАК - память"

Во время инициализации цикла "ветвь" на шинах магистрали  $W1 - W16$  устанавливается адрес памяти. Данные на шинах  $R$  устанавливаются в момент прихода сигнала  $TB$ , и в то же время может генерироваться цикл "память"  $WRQ$ . Сигнал  $TA$  задерживается до момента записи в память, то есть до исчезновения сигнала  $RPL$ , после чего цикл "ветвь" завершается. В этом случае цикл "ветвь" удлиняется на величину  $t_{цп} - 300$  нс, и, если время цикла памяти  $t_{цп}$  составляет меньше 300 нс, цикл "ветвь" выполняется без потери времени. Аналогичным образом производится запись в память во время цикла КАМАК, с той разницей, что  $WRQ$  генерируется от переднего фронта  $S_1$ , а  $S_2$  задерживается до момента исчезновения сигнала  $RPL$ .

#### Цикл "память - ветвь"

При выполнении в режиме перекрытия очереди циклов КПД цикл "ветвь" запускается задним фронтом сигнала ответа памяти  $RPL$ , исполняемый цикл "память" завершается при появлении синхроимпульса ветви  $TB$ . Новый цикл "память", относящийся к следующему циклу "ветвь", можно инициировать сразу же, не дожидаясь завершения текущего. Циклы "память - КАМАК" не могут перекрываться, так как шины  $W1 - W16$  используются под адрес памяти.

### ЗАПРОС НА ОБСЛУЖИВАНИЕ

Запросы на обслуживание СК возникают в стандартных модулях КАМАК, драйверах ветви, передаются по индивидуальным шинам  $L$  или подаются извне по разъемам передней панели БУ. В БУ запросы на обслуживание коммутируются приоритетным образом на шины  $AL1 - AL16$  вспомогательной магистрали и формируют 16 прерываний системы  $XL$ , обрабатываемых процессором  $XL-100M$ . В общем случае в систему может быть введен специальный сервисный блок для организации вектора запроса на обслуживание. Шины  $AL17 - AL24$



вспомогательной магистрали отводятся под дополнительные запросы и биты расширения памяти.

Кроме прерываний общего назначения в СК генерируются два дополнительных прерывания - "временной сторож" и "часы реального времени". "Временной сторож"/ВС/ генерирует прерывание в случае, когда в заданном промежутке времени адресуемая память не выдает ответа RPL, или адресуемый крейт ветви не отвечает сигналом ТВ. ВС является общим для СК и помещается в блоке управления. "Часы реального времени" /ЧРВ/ могут быть запрограммированы для выдачи импульса прерывания в широком диапазоне времени.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Основными преимуществами описанного принципа использования крейта КАМАК в качестве системного крейта XL являются:

1. Исключение во всех циклах работы фазы подготовки, что позволяет производить обмен данными с максимально допустимой скоростью.
2. Присвоение некоторых шин магистрали таким образом, что становится возможным выполнение цикла "КАМАК/ветвь" одновременно с циклом "память". Это заметно увеличивает скорость канала прямого доступа.
3. Возможность взаимной связи между ресурсами системы XL и другими физически объединенными системами /вспомогательными, автономными контроллерами/. Эта связь осуществляется через КПД, которые должны обеспечивать возможность их адресации стандартными командами КАМАК.
4. Возможность доступа к памяти емкостью до 4 Мбайт.
5. Исключение дополнительных магистралей для передачи адресов и данных памяти.
6. Возможность доступа к 50 крейтам КАМАК.

Авторы считают своим приятным долгом поблагодарить Э.Н.Цыганова за постоянный интерес и поддержку в работе.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Filatova N.A. et al. FERMI LAB-PUB-81/34-EXP, Batavia, 1981.
2. Нгуен Фул, Смирнов В.А. ОИЯИ, 10-8957, Дубна, 1975.
3. 3960 System Crate Controller CAMAC, Kinetic System Catalog, Lockpart, USA, 1980.
4. GEC-Elliot System Crate Philosophy, A 2951-22, GEC-Elliot Automation Ltd., Leicester, England, 1977.
5. Compatible Extended Use of CAMAC Dataway-Draft, ESONE Committee, London, 1980.
6. Черных Е.В. ОИЯИ, 10-80-812, Дубна, 1980.

7. CAMAC - A Modular Instrumentation System for Data Handling, EUR 4100e, 1972.
8. Multiple Controller in a CAMAC Crate, ESONE Committee, EUR 6500e, 1978.
9. CAMAC Organization of the Multicrate System, ESONE Committee, EUR 4600e, 1972.

Рукопись поступила в издательский отдел  
8 сентября 1981 года.