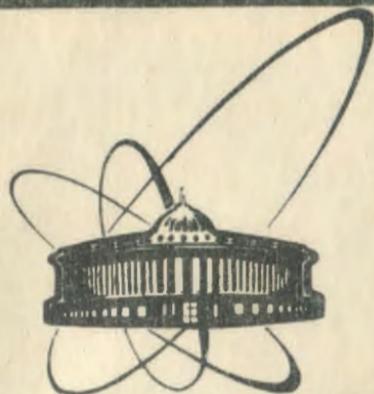


90-430

СЕРИЯ КНИЖЕК
БИБЛИОТЕКА



**СООБЩЕНИЯ
ОБЪЕДИНЕННОГО
ИНСТИТУТА
ЯДЕРНЫХ
ИССЛЕДОВАНИЙ
ДУБНА**

P13-90-430

**В.А.Антюхов, А.Георгиев, Н.И.Журавлев,
А.В.Зернов**

**МНОГОКАНАЛЬНЫЙ АНАЛИЗАТОР ИМПУЛЬСОВ
В СТАНДАРТЕ КАМАК
С МИКРОПРОГРАММНЫМ УПРАВЛЕНИЕМ**

1990

Описываемый в работе многоканальный анализатор МАК-4 является результатом проводимых в ЛЯП работ по созданию аппаратуры для автоматизации спектрометрических измерений. Ранее нами были разработаны несколько типов анализаторов¹⁻⁴, которые благодаря своей простоте, дешевизне и хорошим возможностям получили распространение в физических центрах как СССР, так и других стран-участниц ОИЯИ [Болгарии, Чехословакии].

Особенностью нового анализатора является возможность его работы как в инкрементном, так и в счетном режимах, причем может производиться одновременная работа с двумя одинаковыми или различными устройствами кодирования. Применение микропрограммного управления позволяет оперативно устанавливать параметры анализатора, необходимые для конкретной задачи, путем изменения или добавления микропрограмм.

В процессе накопления данных в анализаторе связь между отдельными блоками осуществляется через дополнительные межблочные шины без использования магистрали КАМАК, что обеспечивает высокую скорость регистрации данных, поступающих от устройств кодирования. ЭВМ используется для управления работой анализатора, визуализации накопленных в нем спектров и их обработки. В базовый комплект анализатора входят три блока [рис. 1]:

- устройство кодирования, в качестве которого могут использоваться АЦП КА007^{/5/}, КА011^{/6/} в амплитудном анализе и счетчик КС023^{/7/} в счетном режиме;
- блок управления анализатором КЛ034^{/8/};
- память КЛ035^{/8/}.

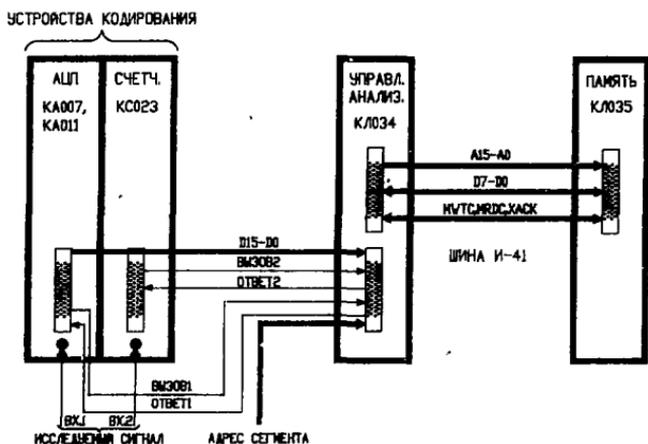


Рис. 1. Базовый комплект анализатора МАК-4.

Для отсчета экспозиций используется таймер КС024^{/9/}. Подключение к ЭВМ производится через соответствующий тип контроллера. В состав анализатора могут входить и другие необходимые блоки, например, управление многомерными измерениями КЛ021^{/10/}, цифровые окна КЛ022^{/11/} и др.

Ниже приводится описание блоков, входящих в основной комплект анализатора.

Преобразователи амплитуда-код КА007, КА011 имеют следующие параметры:

	КА007	КА011
Число уровней квантования	4К [8К]	4К
Частота генератора серии	100 МГц	200 МГц
Цифровой сдвиг N начального канала	-	$N=M \times 256$, где $M=0 \div 15$
Амплитуда входного сигнала	$0 \div +5$ В	$0 \div [4+0,25M]$ В
Нижний порог входного сигнала	20 мВ $\div 2$ В	
Длительность фронта входного сигнала		$\geq 0,5$ мкс
Входное сопротивление		2 ком
Запуск преобразования		внутренний или по внешнему сигналу
Дифференциальная нелинейность		$\pm 1\%$
Интегральная нелинейность		0,05%
Температурная нестабильность коэффициента преобразования		0,1 канал/ $^{\circ}$ С

Блок управления анализатором КЛО34 [рис.2] предназначен для организации записи в память данных, поступающих с устройства кодирования в соответствии с предварительно установленным режимом

работы анализатора, а также для обмена данными между памятью и магистралью КАМАК.

Блок имеет микропрограммное управление, которое обеспечивается процессором, выполненным на основе БИС серии K1804.

Связь с устройствами кодирования производится по специальной шине, с памятью - по магистрали типа И-41 [Multibus I], обмен внутри блока - по внутренней байтовой шине.

Обмен с устройствами кодирования и магистралью КАМАК осуществляется 16-разрядными словами, а с магистралью И-41 - байтами.

Микропрограммы хранятся в ППЗУ микрокоманд емкостью 512·40 бит, выполненном на микросхемах КР556РТ5, причем при работе используется только половина ППЗУ, а вторая является резервной и может подключаться вместо первой переключением перемычки, установленной на плате. С помощью микропрограмм обеспечиваются инкрементный и счетный режимы накопления данных, поступающих с устройства кодирования, а также обмен с магистралями КАМАК и И-41.

Микропрограммы запускаются при поступлении в регистр флагов сигналов запроса, которые обрабатываются согласно с их приоритетами.

В ходе выполнения микропрограммы могут выполняться условные переходы в соответствии с сигналами, поступающими в регистр условий. Эти сигналы имеют следующее назначение:

СОМ - поступление в регистр флагов сигнала запроса;

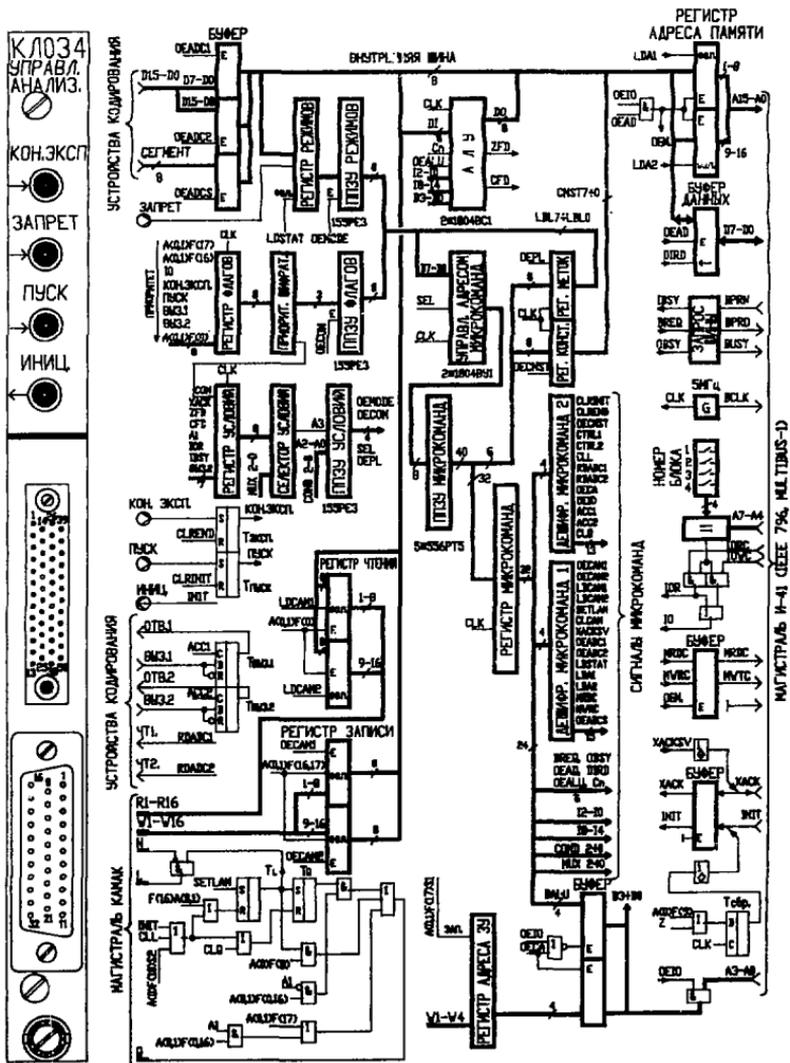


Рис. 2. Передняя панель и блок-схема управления анализатором КЛО34.

XACK	- подтверждение выполнения заданной операции обмена на шине И-41;
ZFD	- признак нулевого значения на выходе АЛУ;
CFD	- сигнал переноса из АЛУ;
A1	- сигнал на шине А1 магистрали КАМАК;
IOR	- сигнал запроса с шины И-41 на чтение данных из блока;
IBSY	- подтверждение захвата шины И-41 блоком;
Вызов 2	- сигнал запроса из устройства кодирования 2.

Выбор сигнала условия производится с помощью сигналов микрокоманд MUX 2÷0, подаваемых на вход селектора условий. Сигнал с его выхода, а также сигналы COND 2÷0, поступая на адресные шины АЗ÷А0 ППЗУ условий, определяют один из выходных сигналов: OEMODE, OECOM, OEPL, SEL. Первые три разрешают подачу данных из ППЗУ режимов, ППЗУ флагов или регистра меток в схему управления адресом микрокоманд, формируя таким образом абсолютный адрес ППЗУ микрокоманд, по которому будет выполнен переход. Наличие сигнала SEL означает, что адресом очередной микрокоманды будет увеличенное на 1 содержимое счетчика, находящегося в схеме управления адресом микрокоманд.

Метки, а также константы, используемые микропрограммой в ходе ее выполнения, заносятся в регистры меток и констант из ППЗУ микрокоманд, а из них соответственно на входы схемы управления адресом микрокоманд и АЛУ.

Входящее в состав процессора АЛУ, выполненное на двух микросхемах 1804BC1, содержит 16 8-разрядных регистров общего назначения с адресами 0÷15. Они доступны для записи и чтения через магистрали КАМАК и И-41, а также из микропрограмм.

При использовании магистрали И-41 линии А3÷А0 предназначаются для адресации регистров АЛУ, а линии А7÷А4 - для определения номера данного блока.

Часть регистров АЛУ [0÷5] предназначена для хранения режимов работы анализатора, начального сегмента и числа сегментов памяти, отводимой под запись спектров и т.п.; эти регистры загружаются от ЭВМ при инициализации блока. Другие регистры используются в ходе выполнения микропрограмм в качестве адресного счетчика памяти [в счетном режиме], статусного регистра и т.д.

При обмене между магистралью КАМАК и регистром АЛУ его адрес подается командой А(1)F(17) по шинам W1÷W4 на адресные входы АЛУ В3÷В0 через регистр адреса ЗУ и его буфер. Затем данные из выбранного регистра АЛУ с помощью соответствующей микропрограммы заносятся в младший байт регистра чтения по сигналу LDCAM1 и могут быть считаны командой А(1)F(0) по шинам R1-R8. При операции записи данные командой А(1)F(16) с шин W1-W8 заносятся микропрограммой в адресованный регистр АЛУ через младший байт регистра записи с помощью сигнала OECAM1.

Блок может обращаться к памяти, содержащей до 64К байт и разделенной на 256 сегментов по 256 байт в каждом.

В инкрементном режиме накопления число каналов, отводимых под спектр, установлено равным 4096, а емкость канала составляет 32 бита.

В счетном режиме накопления осуществляется запись поступающих из устройства кодирования 16-разрядных данных в последовательные ячейки памяти и их суммирование с предыдущим содержимым ячеек.

Каждая ячейка содержит 4 байта. Перед началом работы число каналов, отводимых под накопление, может быть установлено от ЭВМ в пределах $64 \div 4K$. По внешнему сигналу "Пуск" возможен запуск повторных циклов накопления после заполнения заданного числа каналов.

В обоих режимах накопления по сигналу "Вызов" от устройства кодирования 1 или 2 в регистр режимов по сигналу LDSTAT заносится из АЛУ код режима работы для данного устройства. Затем подается сигнал "Чтение" в устройство кодирования 1 или 2, по которому из него на шины D15-D0 поступает слово данных. Через буфер с помощью сигналов OEADC1 и OEADC2 эти данные по байтам заносятся в АЛУ и выдается в соответствующее устройство кодирования сигнал "Ответ".

В инкрементном режиме занесенный в АЛУ код умножается на 4 для получения абсолютного адреса первого байта четырехбайтового содержимого выбранного канала. Полученный 16-разрядный адрес по байтам загружается сигналами LDA1 и LDA2 в регистр адреса памяти.

По этому адресу с шин D7-D0 из памяти в АЛУ считывается первый байт данных, к его содержимому добавляется 1 и результат заносится обратно. При отсутствии в АЛУ сигнала переноса CF0 выполнение микропрограммы заканчивается и блок переходит к обслуживанию следующего запроса на входе регистра флагов.

При наличии сигнала переноса адрес байта памяти увеличивается в АЛУ на 1, затем считывается второй байт данных и повторяется операция добавления 1 к его содержимому. При наличии сигнала переноса и после этой операции проводится считывание третьего байта данных и т.д. Следовательно, в зависимости от содержимого канала выполняется от 1 до 4 таких операций.

В счетном режиме из регистров АЛУ, выполняющих роль адресного счетчика, в регистр адреса памяти по байтам загружается 16-разрядный адрес первого байта четырехбайтового содержимого выбранного канала. Содержимое первого байта считывается из памяти и заносится в АЛУ, где оно суммируется со значением младшего байта, поступившего из устройства кодирования слова данных, и результат заносится обратно в память. Далее в регистр адреса памяти добавляется 1, считывается второй байт из памяти и его содержимое суммируется со значением старшего байта слова данных с учетом сигнала переноса после предыдущего суммирования.

При отсутствии сигнала переноса после второго суммирования в счетчик адреса памяти добавляется число 3, чтобы получить адрес первого байта следующего канала, и выполнение микропрограммы на этом заканчивается. При наличии сигнала переноса в счетчик адреса памяти добавляется 1, из памяти считывается третий байт данных, к его содержимому добавляется 1, результат заносится обратно в память и т.д.

Обмен данными между магистралью КАМАК и памятью анализатора инициируется ЭВМ и осуществляется в режиме ULS.

Перед началом обмена по команде A(0)F(17) в младший байт регистра записи заносится адрес первого сегмента памяти, участвующего в обмене, а в старший - число таких сегментов. Данные из регистра записи микропрограммой по байтам подаются в соответствующие регистры АЛУ. Далее в регистр адреса памяти по байтам заносится адрес первого байта выбранного сегмента и его содержимое по шинам D7-D0 подается в младший байт регистра чтения. После этого в регистр адреса памяти поступает увеличенный на 1

адрес байта памяти, причем состояние адресного счетчика в АЛУ не меняется. Затем содержимое выбранного байта памяти подается старший байт регистра чтения, а в магистраль КАМАК поступает сигнал L.

При операции вывода в магистраль данные из регистра чтения командой A(0)F(0) подаются на шины R1÷R16 и снимается сигнал L. Затем адрес байта в АЛУ увеличивается на 2, следующие два байта из памяти поочередно заносятся в регистр чтения, подается сигнал L и т.д.

При операции записи с магистрали командой A(0)F(16) данные по шин W1÷W16 заносятся в регистр записи и снимается сигнал L. Затем данные из регистра записи микропрограммой по байтам через шины D7÷D0 передаются в первую и вторую ячейки памяти выбранного сегмента. После этого адрес в регистре АЛУ увеличивается на 2, подается сигнал L и т.д.

В промежутках между передачей слов через магистраль КАМАК возможен прием данных из устройств кодирования.

На передней панели блока имеются 4 разъема МК-50 следующего назначения:

"Конец экспозиции" - выключение режимов накопления;

"Запрет" - запрет режимов накопления на время действия сигнала;

"Пуск" - пуск очередного цикла накопления;

"Инициализация" - установка внешних устройств в начальное состояние. [Этот сигнал подается в уровнях TTL, а остальные - в уровнях НИМ].

Связь блока с устройствами кодирования данных производится

через разъем РП15-32 на передней панели со следующим распределением контактов:

1÷16 - входы данных;	21 - выход сигнала "Чтение 1";
17 - вход сигнала "Вызов 1";	22 - выход сигнала "Чтение 2";
18 - выход сигнала "Ответ 1";	23-30 - входы номера сегмента;
19 - вход сигнала "Вызов 2";	32 - корпус.
20 - выход сигнала "Ответ 2";	

Связь блока с шиной И-41 производится через разъем РПММ1-50 на передней панели со следующим распределением контактов:

1÷8 - данные;	39 - выход сигнала MWTC;
17÷32 - адрес;	40 - вход сигнала IORC;
33 - выход сигнала BCLK;	41 - вход сигнала IOWC;
34 - вход сигнала INIT;	42 - вход сигнала XACK;
35 - вход сигнала BPRN;	43 - выход сигнала BHEN;
36 - выход сигнала BPRO;	44 - выход сигнала INTO;
37 - сигнал BUSY;	50 - корпус.
38 - выход сигнала MRDC;	

Сигнал Z устанавливает в исходное состояние все триггеры блока.

Блок выполняет следующие команды с магистрали:

NA(0)F(0)	- чтение данных из памяти	Q=1
NA(1)F(0)	- чтение содержимого выбранного регистра АЛУ	Q=1
NA(0)F(8)	- проверка наличия сигнала L	Q=L
NA(0)F(9)	- установка блока в исходное состояние	Q=0
NA(0)F(10)	- сброс триггера L	Q=0
NA(0)F(16)	- запись в память	Q=1
NA(1)F(16)	- запись в выбранный регистр АЛУ	Q=1

NA(0)F(17) - запись в регистры АЛУ номера начального сегмента и числа отводимых сегментов в памяти, участвующих в обмене данными Q=1

NA(1)F(17) - запись адреса регистра АЛУ Q=1.

Сигналы микрокоманд имеют следующее назначение:

CLRINIT - сброс триггера $T_{\text{пуск}}$
CLREND - сброс триггера $T_{\text{экспоз.}}$
OECNST - разрешение подачи данных из регистра констант во внутреннюю шину

CTRL1 }
CTRL2 } - резерв

CTL - сброс триггера T_L

RDADC1 }
RDADC2 } - разрешение подачи кодов соответственно из устройств кодирования 1, 2 на вход блока

OECA - разрешение подачи данных из регистра адреса ЗУ через буфер на входы АЛУ

OEO - разрешение подачи кода из регистра адреса памяти на шину И-41

ACC1 }
ACC2 } - подача сигналов "Ответ 1,2" в устройства кодирования

CLQ - сброс триггера T_Q

OECAM1 }
OECAM2 } - разрешение подачи данных из регистра записи на внутреннюю шину блока

LDCAM1 }
LDCAM2 } - занесение данных с магистрали КАМАК в регистр чтения

SETLAM - установка в состояние 1 триггера T_L

- CLCAM - сброс в "0" регистра, хранящего последнюю выполненную блоком функцию КАМАК. [На рисунке этот регистр не показан]
- XACKSV - подача в шину И-41 подтверждения выполнения операции, заданной из шины
- OEADC1 } - разрешение поступления кода из устройств кодирования
- OEADC2 } 1, 2 через буфер на внутреннюю шину
- LDSTAT - запись кода в регистр режимов
- LDA1 } - занесение адреса байта из АЛУ в регистр адреса
- LDA2 } памяти
- MRDC - запрос цикла чтения по шине И-41
- MWTC - запрос цикла записи по шине И-41
- OEADCS - разрешение подачи номера сегмента через буфер на внутреннюю шину блока
- BREQ - запрос шины И-41
- OBSY - подача в шину И-41 сигнала "BUSY"
- OEAD - разрешение подачи в шину И-41 данных из регистра адреса памяти
- DIRD - определение направления передачи через буфер данных
- OEALU - разрешение подачи данных из АЛУ на внутреннюю шину блока
- Sp - сигнал переноса на входе АЛУ
- I2+I0 - определение источника операндов АЛУ
- I5, I4 - определение кода операции АЛУ
- I8÷I6 - определение в АЛУ приемника результата операции
- COND 2+0 - формирование адреса следующей микрокоманды при условном переходе

MUX 2+0 - определение сигнала на входе регистра условий, по которому выполняется условный переход в микропрограмме.

Память КЛ035 [рис. 3] содержит ОЗУ статического типа емкостью 16К байт, выполненное на КМОП микросхемах КР537РУ2 с организацией 4К×1 бит. Память разделена на 4 банка по 4К байт в каждом.

Цикл обращения к схемам памяти составляет 500 нс.

Связь блока с магистралью крейта осуществляется только по питанию. Подача адреса, пересылка данных и установка режима работы производятся от блока управления анализатором КЛ034 через шину типа И-41.

Блок управления анализатором производит обмен с памятью байтами и обеспечивает подключение к нему до 4 памяти, доводя общую память до 64К байт.

В блоке памяти предусмотрена также возможность обмена 16-разрядными словами, что осуществляется при наличии сигнала ВМЕН.

Адрес ячейки памяти содержит 16 бит, которые распределены следующим образом:

- A15, A14 - выбор одного из 4 блоков памяти в соответствии с положением переключателя номера блока П1;
- A13 - выбор одной из двух пар банков [0 и 1 или 2 и 3];
- A12÷A1 - выбор ячейки памяти внутри банка;
- A0 - выбор одного банка из пар при обмене байтами [при обмене словами A0=0, так как адрес всегда должен быть четным].

При операции записи в блок подаются адрес по шинам A15÷A0, данные по шинам D7÷D0 и сигнал записи MWTC, проходящий на входы WE схем памяти.

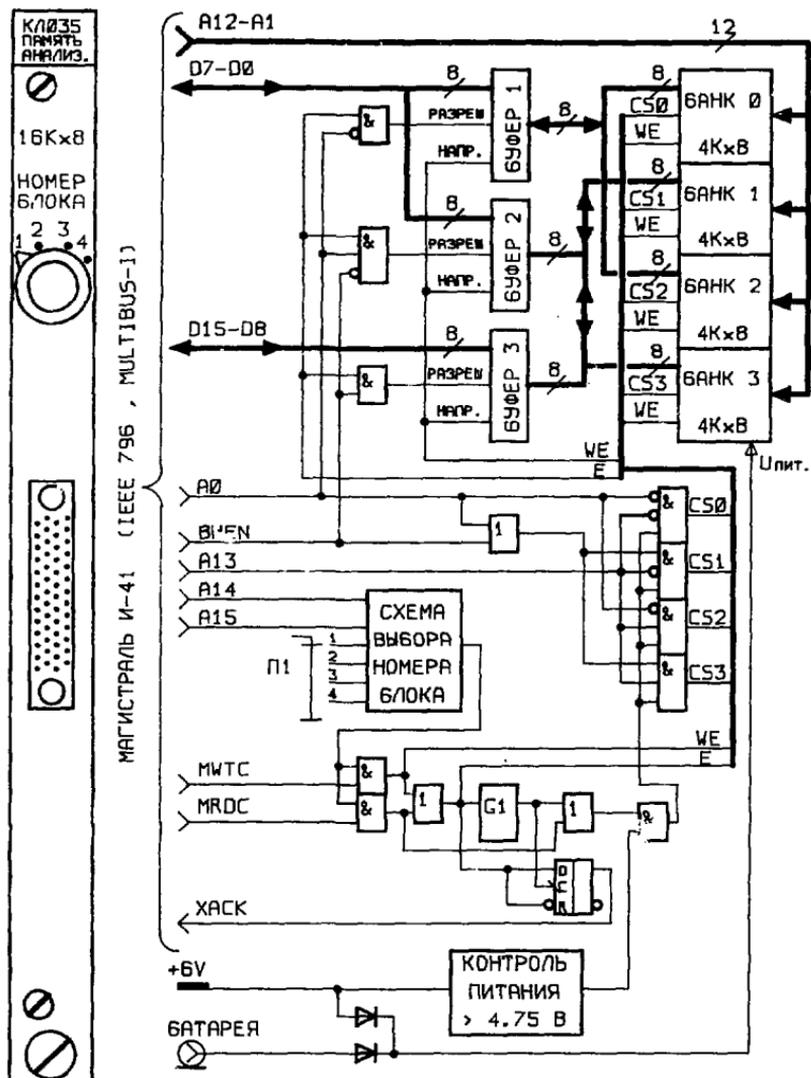


Рис. 3. Передняя панель и блок-схема памяти К1035.

При операции чтения в блок подаются адрес по шинам $A15\div A0$ и сигнал чтения MRDC.

Затем в обеих операциях запускается одновибратор G1, вырабатывающий импульс длительностью 350 нс, который поступает на входы CS выбранной группы схем памяти. По его окончании из блока в шину подается сигнал готовности XACK, который заканчивается после снятия сигнала записи MWTC или чтения MRDC.

При операции чтения считываемые данные появляются на шинах $D7\div D0$.

Обмен данными производится через двунаправленные буферы. Направление обмена определяется наличием или отсутствием сигнала MWTC.

Связь с шиной И-41 осуществляется через разъем РПММ1-50, расположенный на передней панели, который имеет следующее назначение контактов:

1 \div 16 - данные;	42 - выход сигнала XACK;
17 \div 32 - адрес;	43 - вход сигнала VHEN;
38 - вход сигнала MRDC;	50 - корпус.
39 - вход сигнала MWTC;	

В блоке предусмотрено сохранение данных в памяти при снятии напряжения питания $U_{\text{осн.}} = +6$ В с магистрали крейта путем автоматического подключения микросхем ОЗУ к резервному питанию от внешнего источника с напряжением $E = +[2\div 4,5]$ В при $U_{\text{осн.}} < E$, а также благодаря удержанию потенциалов на входах CS и WE на уровне E при $U_{\text{осн.}} < 4,75$ В.

В качестве резервного питания может быть использован источник

напряжения любого типа, который подключается через коаксиальный разъем на задней панели.

Созданный пакет программ для управления работой анализатора от персональной ЭВМ типа IBM PC через контроллер КК009 /12/ обеспечивает:

- установку режимов работы анализатора;
- включение и выключение инкрементного и счетного режимов накопления;
- очистку памяти;
- включение и выключение режима отображения накопленных в памяти анализатора спектров на дисплее ПЭВМ;
- изменение масштаба изображаемого спектра по осям X и Y;
- обмен данными между памятью анализатора и НМД.

Авторы выражают благодарность А.Н.Синаеву за полезные обсуждения технических параметров анализатора.

Литература

1. Антюхов В.А. и др. ОИЯИ, P10-80-312, Дубна, 1980.
2. Антюхов В.А. и др. ОИЯИ, P10-87-688, Дубна, 1987.
3. Журавлев Н.И. и др. ОИЯИ, P10-86-716, Дубна, 1986.
4. Георгиев А. и др. В кн.: XII Международный симпозиум по ядерной электронике. ОИЯИ, Д13-85-793, Дубна, 1985, с.218.
5. Антюхов В.А. и др. ОИЯИ, 10-80-650, Дубна, 1980.
6. Антюхов В.А. и др. ОИЯИ, P10-86-854, Дубна, 1986.

7. Антюхов В.А. и др. ОИЯИ, 10-83-900, Дубна, 1983.
8. Георгиев А. и др. ОИЯИ, Р10-89-878, Дубна, 1989.
9. Антюхов В.А. и др. ОИЯИ, Р10-86-854, Дубна, 1986.
10. Василев Д. и др. ОИЯИ, Р10-84-860, Дубна, 1984.
11. Антюхов В.А. и др. ОИЯИ, Р10-85-922, Дубна, 1985.
12. Георгиев А. и др. ОИЯИ, Р10-88-381, Дубна, 1988.

Рукопись поступила в издательский отдел
14 июня 1990 года.