

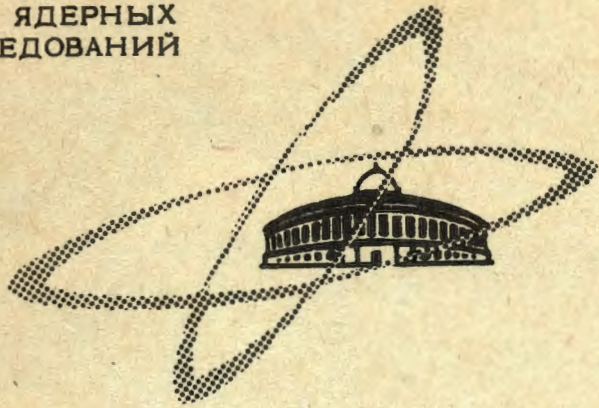
Д-81

30/v-68

ОБЪЕДИНЕННЫЙ
ИНСТИТУТ
ЯДЕРНЫХ
ИССЛЕДОВАНИЙ

Дубна

10 - 3780



Ф. Дуда, О.И.Елизаров, Г.П.Жуков, В.И.Приходько

ПРЕДВАРИТЕЛЬНАЯ ОБРАБОТКА МНОГОМЕРНОЙ
ИНФОРМАЦИИ С РЕГИСТРАТОРОВ
НА МАГНИТНОЙ ЛЕНТЕ

ЛАБОРАТОРИЯ НЕЙТРОННОЙ ФИЗИКИ

1968

10 - 3780

Ф.Дуда, О.И.Елизаров, Г.П.Жуков, В.И.Приходько

ПРЕДВАРИТЕЛЬНАЯ ОБРАБОТКА МНОГОМЕРНОЙ
ИНФОРМАЦИИ С РЕГИСТРАТОРОВ
НА МАГНИТНОЙ ЛЕНТЕ

7284/2 чр.



Накопление и обработка многомерной информации в случае большого числа каналов (10^6 и больше) представляет собой сложную задачу, требующую для своего решения большого количества оборудования и длительного времени. В большинстве случаев для решения этой задачи в той или иной степени используются ЭВМ. При этом в качестве критерия при оценке различных систем накопления и обработки данных используются следующие характеристики:

1) физическая целесообразность системы (т.е. удовлетворяет ли данная система условиям эксперимента с точки зрения использования всей полезной физической информации, получаемой в опыте, и с точки зрения полного анализа данных);

2) универсальность системы (т.е. возможность ее использования для различных экспериментов);

3) количество, объем и сложность оборудования;

4) время, необходимое для представления информации к виду, удобному для наблюдения, дальнейшей обработки и хранения в определенной (по возможности сжатой) форме;

5) очевидные требования: простота, удобство, надежность и т.д.

Накопление информации может осуществляться двумя способами:

1) регистрируется вся поступающая информация;

2) производится выборочная регистрация.

В последнем случае могут быть использованы различные формы ассоциативного запоминания (автономные или с ЭВМ) или система цифровых (аналоговых) "окон". Однако эти способы не удовлетворяют первым двум

требованиям, т.к. при ассоциативном запоминании встречаются серьезные затруднения при изучении тонкой структуры спектров (что типично для спектрометрических измерений, проводимых в ЛНФ), в случае же использования цифровых "окон" необходимо предварительно знать спектр исследуемого излучения, что не всегда возможно. Проблема накопления многомерной информации в измерительном центре ЛНФ решена путем использования накопителей на магнитной ленте /1-4/, позволяющих регистрировать всю поступающую информацию.

Сортировка накопленной информации в настоящее время производится путем ее прогона через устройство отбора, с заранее установленными границами "окон" и последующей записью в МОЗУ (4096). Кроме основного недостатка - малого объема памяти для хранения рассортированной информации, данная система обладает еще рядом недостатков:

- 1) нельзя проводить обработку в процессе набора информации;
- 2) установка границ "окон", режима анализа и дополнительной информации на коммутационном поле производится вручную (сложно и ненадежно).

Необходимо создание нового комплекса устройств для предварительной обработки многомерной информации, который был бы свободен от перечисленных выше недостатков и удовлетворял требованиям (1+5).

На рис. 1 представлена блок-схема обрабатывающего комплекса, предназначенного для предварительной обработки многомерной информации. Накопление экспериментальных данных осуществляется тремя регистраторами на магнитной ленте (РМЛ-1,2,3). С каждого из них информация может быть перенесена на РМЛ-4 (перенос ленты либо перезапись), который используется в основном для поканальной сортировки событий в многомерном спектре.

Параметры, по которым производится отбор информации, границы обрабатываемого участка и вид анализа задаются определенной командой в долговременном запоминающем устройстве (ДЗУ). Команды в ДЗУ заносятся либо вручную, либо формируются в ЭВМ по точкам и командам, отмеченным световым карандашом на экране осциллографа. Исходными данными для формирования команд и дополнительной информации являются одномерные интегральные спектры по одному или нескольким

параметрам, полученные при кратковременных предварительных прогонах информации через устройство отбора (УО).

Покапальная сортировка событий, удовлетворяющих определенному критерию отбора, осуществляется либо автономным МОЗУ, либо ЭВМ, работающей в анализаторном режиме. В первом случае после каждого прогона ленты командное устройство (КУ) посылает в машину определенный код, при этом в ЭВМ вырабатывается управляющий код, который через устройства управления (УУ_{1,2,3}) переключает в соответствующие режимы МОЗУ, РМЛ-4 и ДЗУ. Далее рассортированная информация записывается на НМЛ ЭВМ, а в ДЗУ заносится новая группа команд, и процесс повторяется снова. Аналогичные действия выполняются и в случае, когда сортировка производится непосредственно на ЭВМ. Таким образом, в состав оборудования обрабатывающего комплекса входят следующие устройства:

1. Лентопротяжный механизм с шириной ленты - 1 дюйм, числом дорожек - 20 и скоростями ленты при воспроизведении - 1,2 и 3 м/сек. Длина ленты-1000 м, плотность записи-10 имп/мм.

2. Два долговременных запоминающих устройства на восемь 38-разрядных слов с временем считывания - 1 мксек.

3. МОЗУ от ЭВМ "Минск-2" с устройством управления^{/5/}.

4. Устройство отбора, осуществляющее одновременное сравнение двух 13-разрядных кодов исследуемого события с кодами верхней и нижней границ, записанными в ДЗУ; время сравнения - 2 мксек.

5. Устройство занесения (УЗ) кодов границ и дополнительной информации в ДЗУ. Набор кодов осуществляется с помощью телефонного номеронабирателя с визуальным контролем.

6. Устройства управления и логическое устройство (ЛУ), осуществляющие формирование временной диаграммы и обеспечивающие выполнение всех режимов анализа, запрограммированных в командах ДЗУ.

7. ЭВМ БЭСМ-4, дополненная устройством быстрого ввода цифровой информации, осциллографом со световым карандашом, операцией покапальной сортировки информации и возможностью вывода информации на внешний регистр^{/6-8/}.

Состав используемого оборудования, входящего в обрабатывающий комплекс, может изменяться в зависимости от требований и специфики эксперимента. В тех случаях, когда не требуется машинная обработка информации, а количество параметров и сечений невелико, сортировка может производиться с помощью автономного МОЗУ с последующим выводом данных на внешние устройства. Если же число параметров более двух, а число сечений больше 10, то поканальную сортировку целесообразно производить одним из двух описанных выше способов, причём в некоторых случаях могут быть одновременно использованы как автономное МОЗУ, так и ЭВМ. При поканальной сортировке многомерной информации предусмотрены следующие режимы^{х/}:

1. Трёхпараметровый анализ. В этом режиме коды двух параметров подаются на схемы отбора (CO_1 и CO_2), где определяется, удовлетворяют ли данные коды условиям отбора (т.е. проверяется условие $N_{нп} \leq N_1 \leq N_{вп}$, где N_1 – код соответствующего параметра, $N_{нп}$ и $N_{вп}$ – коды нижнего и верхнего порогов соответственно), а код третьего параметра поступает на выходной регистр УО и является адресом, по которому добавляется "1" в определенную ячейку памяти. По любому из параметров, поступающих на схемы отбора, может быть получен как интегральный спектр внутри сечения, заданного границами $N_{нп}$ и $N_{вп}$, так и для каждого канала внутри заданных границ.

2. Двухпараметровый анализ (режим "окно x окно"). В этом случае оба параметра подаются на схемы отбора и по любому из них может быть получен поканальный спектр в сечении, заданном границами на CO .

3. Режим контроля. Данный режим аналогичен режиму "окно x окно", с той лишь разницей, что границы задаются на склонах пика таким образом, чтобы проконтролировать правильность работы схемы отбора (т.е. проверить стабильность границ и правильность работы сумматоров).

^{х/} Режим и вид анализа задан определенными группами кодов в команде ДЗУ (разряды 36,37,38 в ДЗУ₁ и 27,36,37,38 в ДЗУ₂).

В каждом из трех описанных выше режимов возможна любая комбинация параметров.

Функциональная схема логики изображена на рис. 2. Рассмотрим возможные режимы работы.

Трехпараметровый анализ. В таблице 1 приведены характеристические коды, записанные в ДЗУ₁ и ДЗУ₂ (36,37 и 38 разряды), для каждой комбинации параметров А, В и С в режиме трехпараметрового анализа.

Таблица 1

Вид анализа	ДЗУ ₁			ДЗУ ₂			CO ₁	CO ₂
	A _I	B _I	C _I	A ₂	B ₂	C ₂		
ABC	1	0	0	0	1	0	B	C
ACB	1	0	0	0	0	1	B	C
BAC	0	1	0	1	0	0	A	C
BCA	0	1	0	0	0	1	A	C
CAB	0	0	1	1	0	0	A	B
CBA	0	0	1	0	1	0	A	B

Запись ABC означает, что код параметра А поступает на выходной регистр; кодом разности $N_1(C) - N_{нп}(C)$ осуществляется распределение спектров параметра А, соответствующих определенному каналу в сечении по параметру С, по группам памяти; по параметру В производится лишь проверка выполнения условия $N_{нп}(B) \leq N_1(B) \leq N_{вл}(B)$. Аналогично расшифровываются и другие комбинации. Таким образом, на ДЗУ₁ признак "1" имеет тот параметр, который поступает на выходной регистр для последующей поканальной сортировки, на ДЗУ₂ признак "1" у свободного параметра, по которому проверяется только соответствие кода границам выбранного сечения, третий параметр признака не имеет.

В тех случаях, когда распределение по группам памяти задается в самом слове ДЗУ₁, ни одному из параметров на ДЗУ₂ признак не присваивается.

Поясним работу логического устройства в одном из режимов, на-

пример, ABC (рис. 2). В соответствии с таблицей в этом случае признак "1" имеют A_1 и B_2 . В 27 разряде ДЗУ₂ записан "0", следовательно, вентили блокировки ($B_{\text{бл}}$) будут открыты единичным потенциалом после инвертора (ИН) и на группу вентилях BA_{1-18} подается разрешающий потенциал. Код параметра В поступает через вентили BB_{1-18} на первую схему отбора (CO_1), а код параметра С - на CO_2 .

Если коды $N_1(B)$ и $N_1(C)$ удовлетворяют условиям отбора, то в блоке совпадения формируется импульс переноса кода параметра А на 14-разрядный выходной регистр ($P_{\text{вых}}$). Старшими разрядами $P_{\text{вых}}$ осуществляется управление группами памяти. Число управляющих разрядов может изменяться в зависимости от числа каналов в спектре параметра, код которого поступает на $P_{\text{вых}}$.

На управляющие разряды поступает код разности $N_1(C) - N_{\text{ИП}}(C)$ из CO_2 через группы вентилях $V'_y 1-7$ и $V''_y 1-7$. Вентили групп V'_y и V''_y управляются потенциалами от ИЛИ'у и ИЛИ"у соответственно. В рассматриваемом режиме ($A_1=1$ и $B_2=1$) открыты вентили V''_y . В зависимости от числа каналов в спектре параметра А ("1" в одном из разрядов с 27 по 33 на ДЗУ₁) открывается соответствующий клапан в группе V_d . Управляющий потенциал с V_d подается на вентили группы $V_{\text{И}} 1 - V_{\text{И}} 7$, и разность кодов с CO_2 заносится в определенные разряды $P_{\text{вых}}$. Например, при длине спектра А, равной 1024 каналам ("1" в 30 разряде ДЗУ₁), открыт клапан $V_d 4$, и код разности поступает в старшие 4 разряда $P_{\text{вых}}$. Таким образом, при двухэтажном распределении памяти возможна сортировка спектра А для 16 каналов параметра С (2 МОЗУ 4096). Если A_2 , B_2 и C_2 равны нулю, то номер группы и номер МОЗУ определяется кодом, записанным в 27+35 разрядах ДЗУ₁. В этом случае на группы вентилях V'_y и V''_y управляющий потенциал не поступает, а открываются вентили $V_{\text{И}} 1 - V_{\text{И}} 7$ потенциалом с инвертора ИН. При этом можно получить как спектры для каждого канала в сечении по одному из параметров ($V_{\text{И}} \text{ или } C$), так и интегральные спектры в нескольких сечениях.

Перенос кода из $P_{\text{вых}}$ в память осуществляется задержанным импульсом занесения кода на $P_{\text{вых}}$. Этот импульс проходит через клапан $V_y 3$, если МОЗУ (или ЭВМ) не занято регистрацией предыдущего

импульса. В случае, если МОЗУ занято, открыт клапан V_{y2} , и импульс опроса взводит триггер T_{opr} , который управляет клапаном V_{y4} . Импульс конца работы МОЗУ осуществляет перенос кода из $R_{вых}$ в память. Этим же импульсом с некоторой задержкой сбрасывается T_{opr} . Система готова к обработке исследуемого события с другой командой, записанной в ДЗУ. Этот цикл повторяется для каждой команды.

Если коды параметров В и С не удовлетворяют условиям отбора, то система переходит к рассмотрению следующей команды.

Двухпараметровый анализ. Признаком данного режима является наличие "1" в 27 разряде ДЗУ₂. Возможные виды анализа и их признаки приведены в таблице II.

Таблица II.

Вид анализа	ДЗУ ₁			ДЗУ ₂			СО ₁	СО ₂
	A ₁	B ₁	C ₁	A ₂	B ₂	C ₂		
AB	0	0	1	1	0	0	A	B
BA	0	0	1	0	1	0	A	B
AC	0	1	0	1	0	0	A	C
CA	0	1	0	0	0	1	A	C
BC	1	0	0	0	1	0	B	C
CB	1	0	0	0	0	1	B	C

В этой записи на первом месте стоит параметр, по которому ведется поканальная сортировка, а по второму параметру осуществляется распределение спектров по группам МОЗУ.

Рассмотрим работу системы в данном режиме для одной из комбинаций параметров, например, BC. В соответствии с таблицей $A_1=1$ и $B_2=1$. Поскольку в 27 разряде записана "1", клапаны V_A, V_B и V_C открыты, а $V_{блA}, V_{блB}$ и $V_{блC}$ — закрыты. Следовательно, на $R_{вых}$ не поступает код ни одного из параметров. Код параметра В подается на СО₁, а код С — на СО₂. Разность кодов $N_1(B) - N_{нп}(B)$ с СО₁ через открытую группу клапанов $V'_1 - 12$ (т.к. $A_1=1, B_2=1$) идет на $R_{вых}$, а разность $N_1(C) - N_{нп}(C)$ управляет группами МОЗУ через открытые клапаны $V'_1 - 7$.

Нормально в режиме "окно х окно" в результате сортировки получают участки спектров одного из параметров (в данном случае В) для каждого канала в сечении по другому параметру (С). Однако в случае необходимости можно получить интегральные спектры В внутри сечения по С, при этом в 28 разряде ДЗУ₂ должен быть записан признак "1", а в разрядах 27+35 ДЗУ₁ номер группы МОЗУ, в которую этот спектр нужно записать.

Логика работы всей системы в целом остается такой же, как и при трехпараметровом анализе.

Коротко рассмотрим основные устройства, входящие в обрабатывающий комплекс, изображенный на рис. 1.

Долговременное запоминающее устройство представляет собой память на восемь 38-разрядных слов (рис.3). Каждое слово содержит информацию, необходимую для работы устройства отбора. В разрядах 1 + 13 и 14 + 26 ДЗУ₁ записаны коды нижней и верхней границ сечения по параметру, код которого подается на СО₁. В тех же разрядах ДЗУ₂ записаны коды границ для другого параметра (ДЗУ₂ связано с СО₂). Логическое распределение остальных разрядов ДЗУ отмечено выше.

Запись этой информации в ДЗУ может быть осуществлена либо специальной программой непосредственно из ЭВМ через канал связи, либо вручную с помощью устройства занесения, состоящего из преобразователя десятичного кода в двоичный, и 13-разрядного регистра с необходимой логикой. В последнем случае органом набора является телефонный диск. Ячейки памяти ДЗУ выполнены на туннельных диодах.

Режим занесения. При автоматическом занесении (от ЭВМ) разряды 39,40,41 и 45 машинного слова используются в качестве адреса ДЗУ. Разряды 39 + 41 определяют номер команды, а 45-й разряд - номер ДЗУ. Предполагается, что выход ЭВМ потенциальный. При подаче на ДЗУ очередной команды содержимое этих разрядов дешифрируется, в результате чего открывается один из восьми вентилях набора кода ($V_{нк}$) в ДЗУ₁ или ДЗУ₂. Каждое слово ДЗУ связано с разрядами 1+38 через группы установочных вентилях В_{ус.} (1+38). Эти вентилях опрашиваются импульсом занесения от ЭВМ. Код с выхода В_{ус.}, соответствующий первым 38 разрядам машинного слова, параллельно переносится в выбранное слово ДЗУ.

Аналогично осуществляется запись информации в ДЗУ от устройства занесения. В этом случае выбор номера команды и ДЗУ производится переключателями, а занесение кодов границ производится телефонным диском.

Режим чтения. При поступлении очередного кода из магнитофона на входной регистр местное устройство управления (СУ рис. 2) вырабатывает серию из восьми тактовых импульсов. Эта серия пересчитывается трехразрядным двоичным счётчиком (СЧ), связанным с дешифратором (ДШ-1), выходы которого управляют одной из групп выходных вентилях $V_{\text{вых}}$. Отпирание этих вентилях обеспечивает последовательную передачу всех восьми команд в устройство отбора и логику управления. Информация считывается одновременно с ДЗУ₁ и ДЗУ₂. Длительность одного такта составляет 3 мксек. Это время складывается из времени обработки одной команды в устройстве отбора и времени переноса кода одного из параметров и управляющего кода на выходной регистр. Цикл заканчивается после выполнения всех команд. С приходом следующего события на $P_{\text{вх}}$ цикл повторяется.

Устройство отбора. УО состоит из двух схем отбора, в каждой из которых осуществляется проверка выполнения условия $N_{\text{нп}} \leq N_i \leq N_{\text{вп}}$ для двух из трех параметров, характеризующих исследуемое событие. В случае, если это условие выполняется для обеих СО, на выходе УО формируется сигнал, разрешающий перенос кода третьего параметра на выходной регистр, и, далее, в память для поканальной сортировки.

Схема отбора выполнена на двух 13-разрядных сумматорах. В одном из них проверяется условие $N_i - N_{\text{нп}} \geq 0$, в другом - $N_i - N_{\text{вп}} \leq 0$. Из каждого СМ на схему И выдается признак выполнения данных условий, кроме того, из СМ₁ может быть получена разность кодов $N_i - N_{\text{нп}}$, которая используется в некоторых режимах анализа. Исследуемый код подается на сумматоры из входного регистра через группы вентилях и схем ИЛИ, а коды нижнего и верхнего порогов - из очередной команды ДЗУ, причем N_i подается в прямом коде, а $N_{\text{нп}}$ и $N_{\text{вп}}$ - в дополнительном.

В УО применены накопительные сумматоры параллельного типа со сквозным переносом. Функциональная схема одного из сумматоров

(СМ₁) приведена на рис. 4. Слагаемые А и В подаются на входы СМ в виде потенциалов, которые поддерживаются на входах в течение 3 мксек (время сложения и переноса кода разности на Р_{ВЫХ.}). Управление вентилями переноса осуществляется слагаемыми А и В; выходы триггеров СМ связаны с одной из групп вентилях В'_р 1 ÷ 7, В''_р 1 ÷ 7, В'_р 1 ÷ 12,

В''_р 1 ÷ 12 (рис. 2) и используются лишь при передаче кода разности в соответствующие разряды Р_{ВЫХ.} (в зависимости от режима анализа). СМ выполнен по схеме без переноса из старшего разряда в младший.

При выполнении неравенства $N_1 - N_{нп} \geq 0$ триггер знакового разряда СМ после окончания суммирования будет находиться в состоянии "1".

Работа СМ поясняется временной диаграммой и таблицей (рис. 4).

Программирование для комплекса предварительной обработки многомерной информации. На первом этапе предварительной обработки (поканальная сортировка событий по одному из параметров) набор подпрограмм должен обеспечивать получение изображения и детальное рассмотрение интегральных спектров по каждому параметру для качественной оценки полученной информации. Эти подпрограммы, а также организующая программа и символический язык, позволяющий обращаться к любой подпрограмме с помощью светового карандаша, описаны в работе^{/7/}. Набор подпрограмм^{/7/} необходимо расширить и дополнить подпрограммами, позволяющими формировать и заносить команды в ДЗУ устройства отбора. Каждому режиму и виду анализа будет присвоен определенный символ, обращение к которому обеспечит вызов соответствующей подпрограммы. Кроме того, при работе данного комплекса с ЭВМ необходима небольшая программа - диспетчер, которая определенным образом реагировала бы на сигналы от командного устройства (рис. 1) и формировала управляющие коды для УУ₁₊₃.

После сортировки многомерные спектры могут быть выведены на экран осциллографа в виде раstra, изометрии или топографического изображения.

Дальнейшая обработка многомерных спектров в большинстве случаев сводится к обработке одномерных спектров^{х/}.

^{х/} Методика и подпрограммы предварительной и полной обработки одномерных спектров рассмотрены в работах^{/7,8/}.

Л и т е р а т у р а

1. Г.П.Жуков, Г.И.Забиякин, В.Д.Шибяев. ПТЭ, 6, 66 (1963).
2. В.Г.Тишин, Диссертация, ОИЯИ, 1967.
3. Б.Е.Журавлев, Т.Шетет, В.Д.Шибяев, Препринт ОИЯИ, 10-3120, (1967).
4. Г.П.Жуков, Ш.И.Барилко, Г.И.Забиякин, Ким Гень Чун, Ли Мин Вень, В.Г.Тишин, В.Д.Шибяев, В кн. "Труды шестой конференции по ядерной радиоэлектронике". Том 3, ч. 1., Атомиздат, 1965.
5. Б.Е.Журавлев, Г.И.Забиякин. ПТЭ, 2, 81 (1966).
6. В.А.Владимиров, Ф.Дуда, Г.И.Забиякин и др., Препринт ОИЯИ, 10-3272, Дубна, 1967.
7. З.В.Лысенко, Й.Томик, В.Р.Трубников, Препринт ОИЯИ 10-3331, Дубна, 1967.
8. А.И.Барановский, В.А.Владимиров, Ф.Дуда, Б.Е.Журавлев и др., Препринт ОИЯИ, 10-3406, Дубна, 1967.
9. И.Звольски, В.И.Приходько. Препринт ОИЯИ, 6-3517, Дубна, 1967.

Рукопись поступила в издательский отдел

28 марта 1968 года.

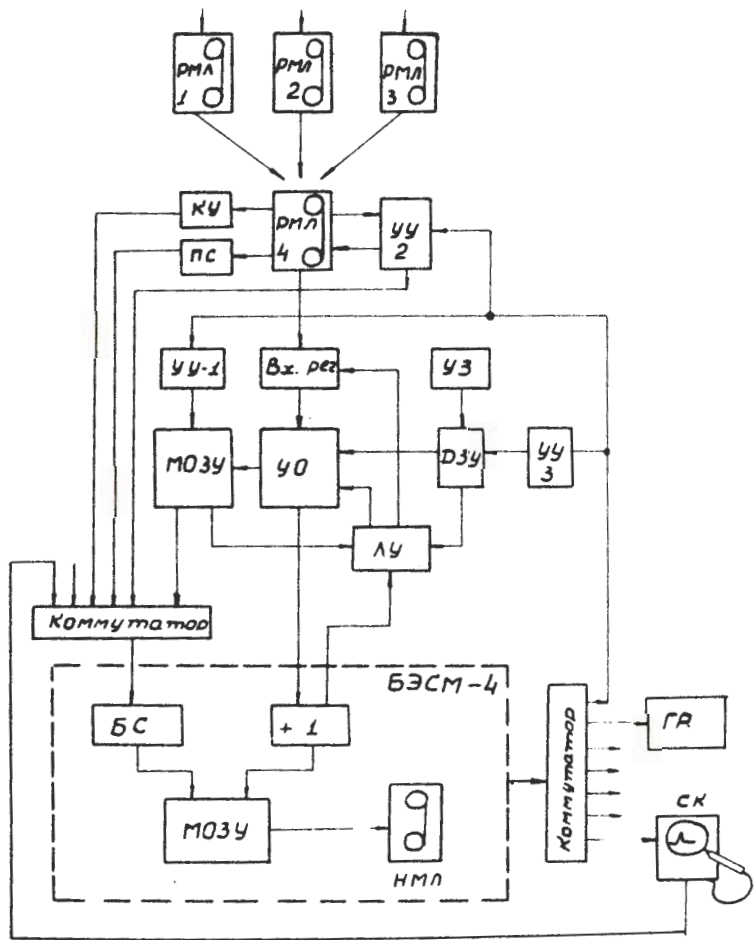


Рис. 1. Блок-схема обрабатывающего комплекса, предназначенного для предварительной обработки многомерной информации.

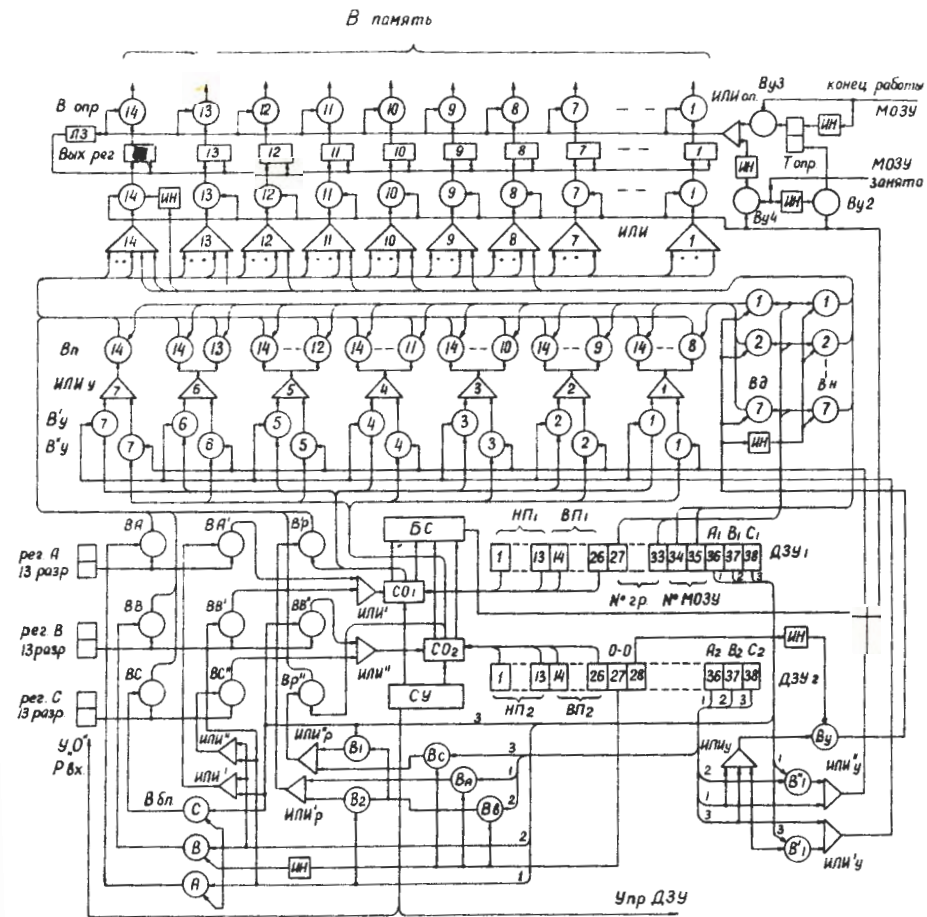


Рис. 2. Блок-схема устройства отбора многомерной информации.

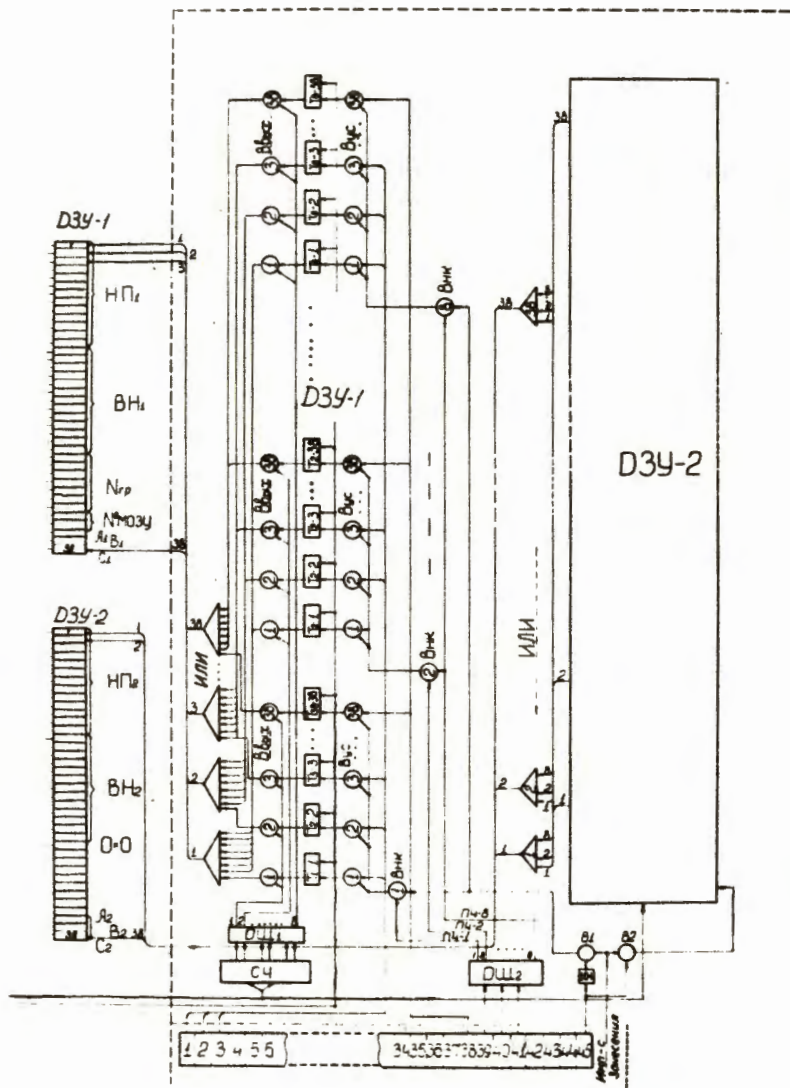


Рис. 3 Блок-схема долговременного запоминающего устройства.

Исход. значение	пер. (ИЛИ)	Вход1 (ИЛИ)	пер. (ИЛИ)	Вход2 (ИЛИ)
А	В	С	Д	Е
0	0	0	0	0
1	0	0	1	0
0	1	0	0	1
1	1	0	1	1
0	0	1	0	0
1	0	1	0	1
0	1	1	0	1
1	1	1	0	1



Время действия одного сигнала СМ

Таблица работы СМ

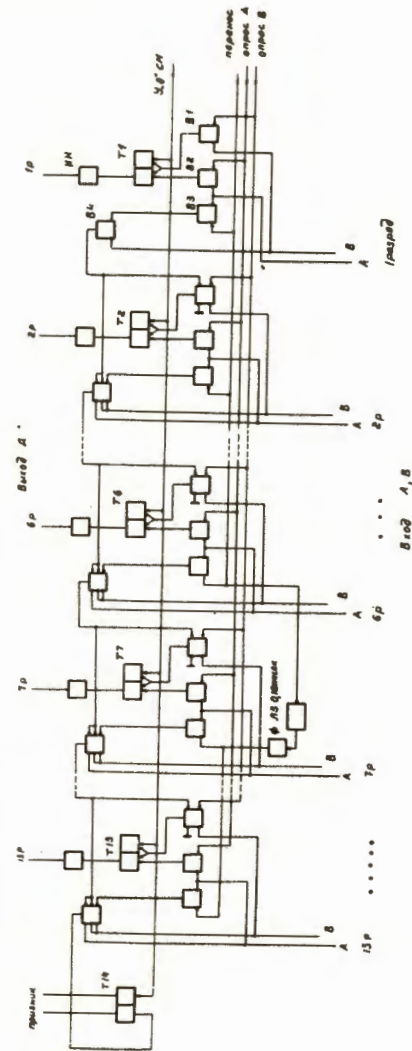


Рис. 4. Функциональная схема сумматора схемы отбора.