

СООБЩЕНИЯ  
ОБЪЕДИНЕННОГО  
ИНСТИТУТА  
ЯДЕРНЫХ  
ИССЛЕДОВАНИЙ  
ДУБНА



С 848  
А-828

74-82

12/4-74

P10 - 7723

Р.Арльт, С.В.Медведь, А.Н.Синаев, Б.Хан, Х.Хаупт

1836 / 2-74

ПРОВЕДЕНИЕ ДВУХМЕРНОГО АНАЛИЗА  
С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ЦИФРОВЫХ  
ДИСКРИМИНАТОРОВ И ЭВМ НР-2116С

**1974**

ЛАБОРАТОРИЯ ЯДЕРНЫХ ПРОБЛЕМ

P10 - 7723

Р.Арлыт, С.В.Медведь, А.Н.Синаев, Б.Хан, Х.Хаупт

ПРОВЕДЕНИЕ ДВУХМЕРНОГО АНАЛИЗА  
С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ЦИФРОВЫХ  
ДИСКРИМИНАТОРОВ И ЭВМ НР-2116С

Объединенный институт  
ядерных исследований  
БИБЛИОТЕКА

Арльт Р., Медведь С.В., Синаев А.Н., Хан Б.,  
Хаупт Х.

P10 - 7723

Проведение двухмерного анализа с использованием цифровых  
дискриминаторов и ЭВМ HP 2116C

Описана методика проведения двухмерного анализа с помощью системы, которая содержит 16 цифровых дискриминаторов, анализатор АИ-4096, используемый в качестве промежуточной памяти, и малую ЭВМ HP 2116C. Накопление отобранной и рассортированной информации производится на магнитном диске. Система может регистрировать до 16 спектров, содержащих по 4096 каналов. Она позволяет также наблюдать за ходом накопления информации в любом спектре.

Приведена блок-схема основной программы работы системы.

Сообщение Объединенного института ядерных исследований  
Дубна, 1974

Arlt R., Medved S.V., Sinaev A.N.,  
Hahn B., Haupt H.

P10 - 7723

Two Dimensional Analysis with Digital  
Discriminators and the HP 2116C Computers

The two-dimensional analysis using a system consisting of 16 digital discriminators, the AI-4096 analyzer, being a buffer memory, and a small HP 2116C computer is described.

The selected and sorted data are stored on the magnetic disc. The system can record up to 16 spectra, each containing 4096 channels. It allows displaying the process of data storage in any spectra. The flow-chart of the main program is presented.

Communications of the Joint Institute for Nuclear Research.  
Dubna, 1974

При двухмерном и многомерном анализе, как правило, производится предварительный отбор полезной информации, что позволяет существенно уменьшить необходимое число каналов накопительного устройства, в которых производится накопление событий с одинаковыми параметрами. Одним из методов предварительного отбора является выделение интересующих экспериментатора участков спектра с помощью цифровых дискриминаторов. В Лаборатории ядерных проблем разработана установка, содержащая 16 цифровых дискриминаторов /УЦД/1/. Установка соединена с многоканальным анализатором АИ-4096, в котором производится сортировка и накопление отобранной информации. С помощью этой системы были произведены исследования ряда спектров короткоживущих изотопов.

Усложнение проводимых экспериментов потребовало увеличения объема памяти, в котором накапливается информация. С этой целью система с цифровыми дискриминаторами была соединена с ЭВМ HP-2116C, входящей в состав лабораторного центра накопления и обработки информации /2/. В новой системе накопление отобранной и рассортированной информации производится на магнитном диске. Эта система позволяет также наблюдать за ходом накопления информации в любом спектре и автоматизировать контроль за правильностью установки на цифровых дискриминаторах границ выбранных областей спектров. Функции анализатора АИ-4096 в новой системе сводятся к промежуточному запоминанию информации, т.е. к записи в последовательные ячейки накопительного устройства поступающих кодов и передаче накопленного массива информации в ЭВМ HP-2116C.

В установку с цифровыми дискриминаторами внесены дополнения, расширяющие ее возможности. Она теперь может принимать коды от амплитудно-цифровых преобразователей различных типов, содержащих до 13 разрядов. Установка дополнена тремя шинами для приема внешних признаков, которые вырабатываются аппаратурой экспериментатора. Внешние признаки могут включаться в состав кода, передаваемого из устройства, что дает дополнительные возможности для сортировки информации. Общее число разрядов в выходном коде увеличено с 12 до 16. Возможное распределение разрядов видно из следующей таблицы:

Разряды	Номера разрядов	Назначение
$\ell$	с 1 по 8 ÷ 13	Код амплитудно-цифрового преобразователя
$m$	с 8 ÷ 13 по 16	Код номера цифрового дискриминатора
$n$	с 8 ÷ 13 по 16	Код внешнего признака /при наличии остатка от $m$ /.

Здесь  $\ell$  означает длину регистрируемого спектра, а  $2^{m+n}$  - число одновременно регистрируемых спектров. Очевидно, что всегда должно быть  $\ell + m + n \leq 16$ . Например, если регистрируемые спектры содержат по 4096 каналов /  $\ell = 12$ / и используются все 16 цифровых дискриминаторов, /  $m = 4$ /, то места для записи внешних признаков, не остается, а при регистрации спектров по 8192 канала можно использовать не более 8 цифровых дискриминаторов. Если же регистрируются спектры, содержащие 512 каналов /  $\ell = 9$ /, то можно использовать все 16 дискриминаторов /  $m = 4$ / и 3 разряда отводить для записи внешних признаков /  $n = 3$ /.

Типовая блок-схема аппаратуры, применяемой в экспериментах по исследованию схем распада радиоактивных изотопов при помощи  $\gamma$ - $\gamma$ -совпадений, приведена на рис. 1. Как и в прежней системе<sup>1/</sup>, на установку с

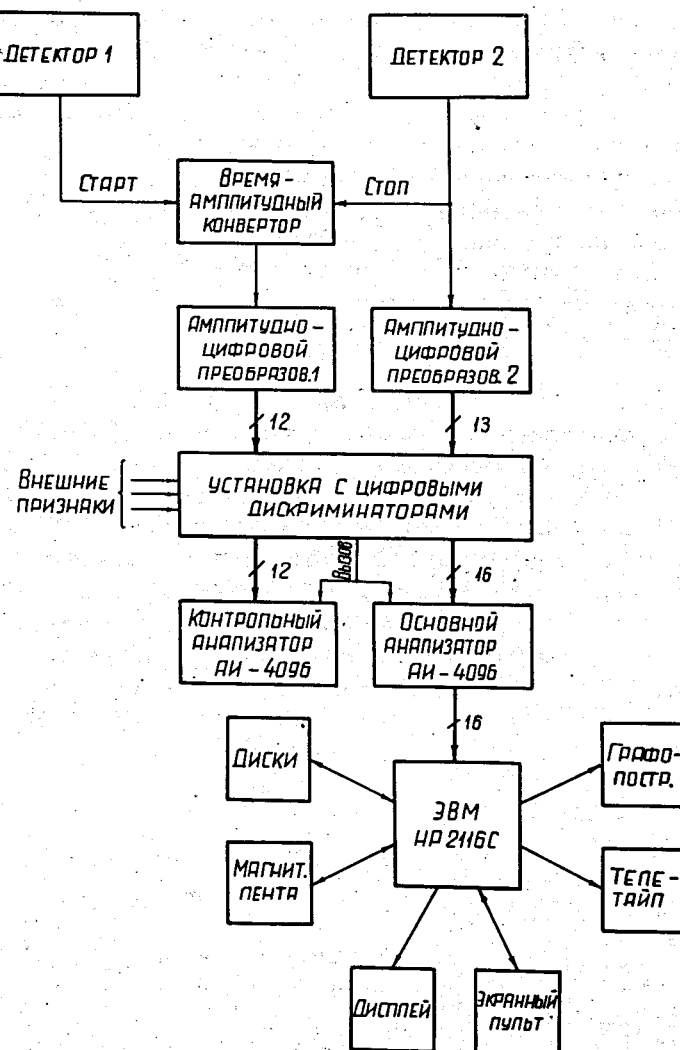


Рис. 1. Блок-схема аппаратуры, применяемой в экспериментах по исследованию схем распада радиоактивных изотопов при помощи  $\gamma$ - $\gamma$ -совпадений.

цифровыми дискриминаторами, содержащую 16 дискриминаторов верхнего и нижнего уровня, поступают импульсы от двух амплитудно-цифровых преобразователей. Выходной код, содержащий информацию с амплитудно-цифрового преобразователя 2, а также данные о номере цифрового дискриминатора и внешних признаках, записывается в основной анализатор АИ-4096 в случае, если код с амплитудно-цифрового преобразователя 1 находится внутри границ, установленных на одном из цифровых дискриминаторов. Контрольный анализатор регистрирует спектр с амплитудно-цифрового преобразователя 1 в границах, установленных на цифровых дискриминаторах. После заполнения памяти основного анализатора АИ-4096 накопленный массив информации автоматически передается на ЭВМ НР-2116С.

Работа ЭВМ НР-2116С при проведении двухмерного анализа производится по программе МСА. Она написана на Ассемблере и работает в основной системе /BSC /. Блок-схема программы МСА приведена на рис. 3. После пуска программы экспериментатор должен задать начальные параметры эксперимента: длину спектра - 512, 1024, 2048 и 4096 каналов и количество спектров - до 128. При этом, как указывалось выше, необходимо иметь в виду, что общий объем занимаемой памяти не может превышать  $2^{16}$  слов. Возможен прием спектров, содержащих 8192 канала, но при обработке они должны делиться пополам.

Регистрируемые спектры накапливаются на диске. На каждую дорожку диска записывается 4096 слов, начиная с нулевого сектора, следовательно, на одной дорожке может храниться от 0,5 до 8 спектров в зависимости от их длины.

В оперативной памяти ЭВМ выделяются три буфера А, В и С по 4096 слов каждый /рис. 2/. Буфер А используется для приема информации от анализатора АИ-4096. Буферы В и С используются для сортировки принятой информации, а в свободное от приема и сортировки информации время - для изображения одного из

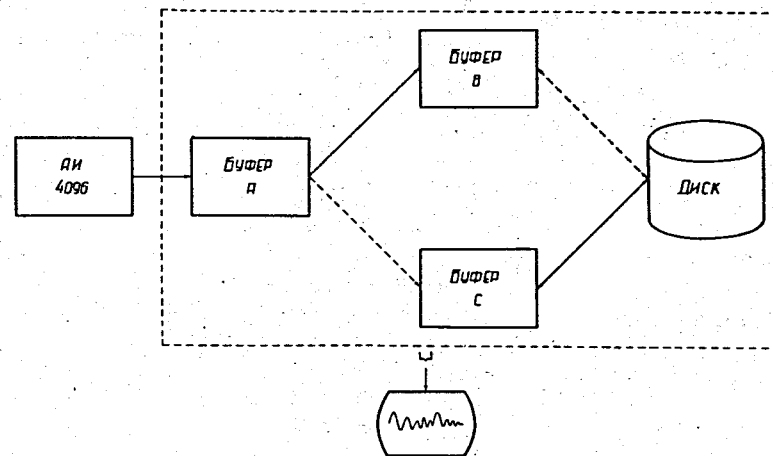
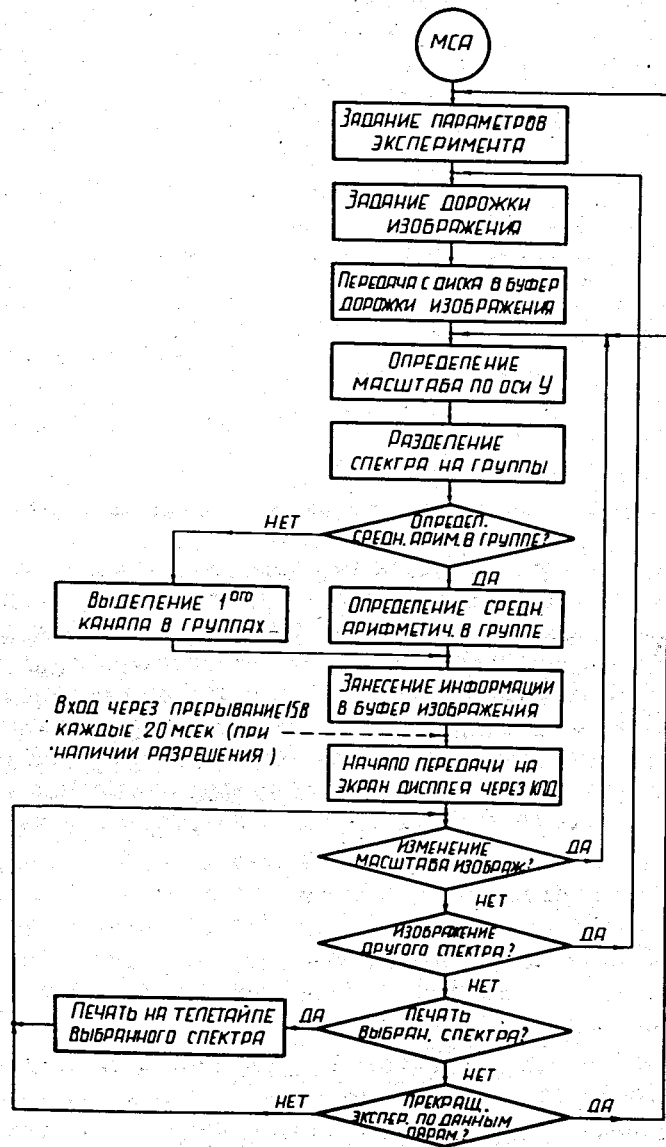


Рис. 2. Распределение оперативной памяти ЭВМ

спектров на дисплее. Содержание дорожки диска, на которой записан спектр, выбранный экспериментатором для изображения, выводится в буфер В /или С /. Масштаб изображения по вертикали в программе установлен, исходя из того, чтобы на экране дисплея размещалось максимально возможное число, равное  $2^k$ . Однако имеется возможность увеличения масштаба с помощью переключателей 3 ÷ 11 разрядов тумблерного регистра. Установка соответствующих переключателей в положение "1" означает увеличение масштаба в  $\Sigma 2^{k-3}$  раз, где k - номер разряда, которому соответствует переключатель, находящийся в положении "1". Следовательно, коэффициент максимального увеличения масштаба, получаемый при переводе в положение "1" всех указанных переключателей, равен 511.

Поскольку на экране дисплея по горизонтали размещается не более 256 точек, а число каналов в выбранном для наблюдения спектре может быть существенно больше, то программа разделяет этот спектр на равные группы, содержащие по r каналов, причем общее число групп не должно превышать 256. По желанию экспериментатора на экране дисплея можно изображать либо первый канал



Вход через прерывание 15В при приеме сигнала. Вызов от анали-затора АИ-4096

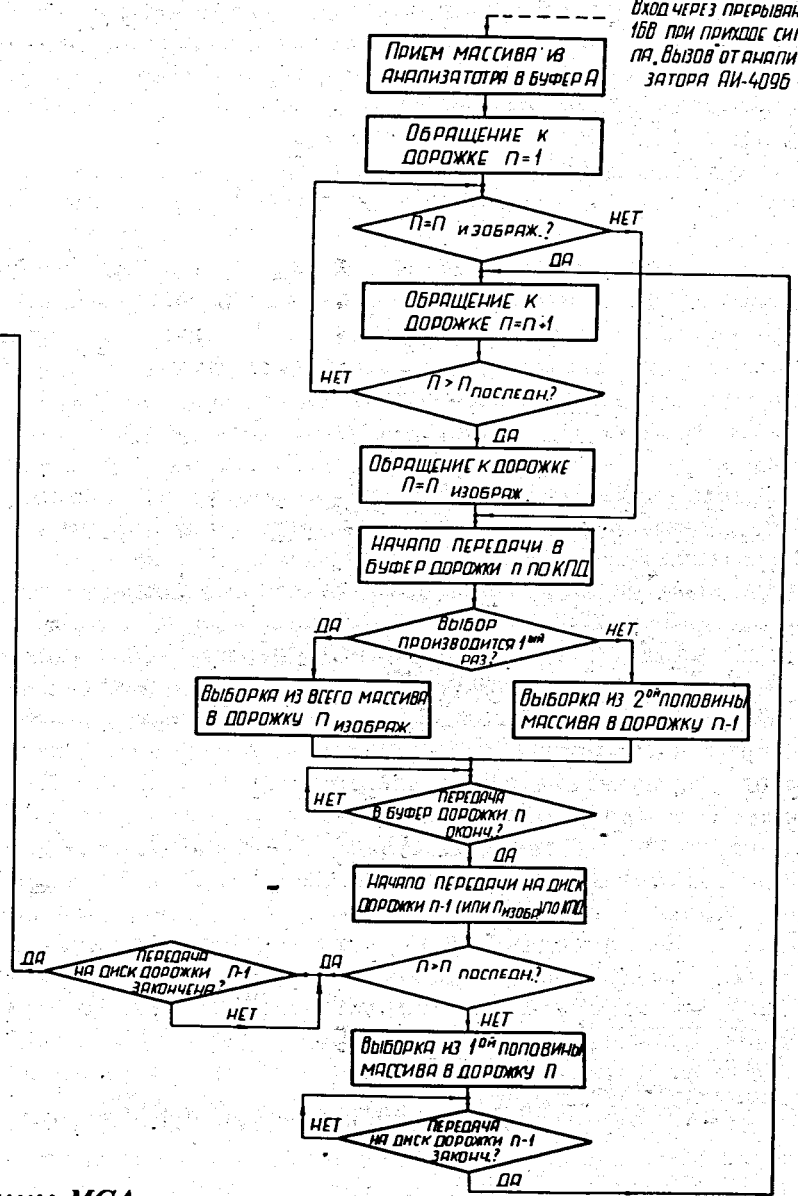


Рис. 3. Блок-схема программы МСА.

из каждой группы /тогда остальные  $p-1$  каналов в группе будут пропущены/, либо среднее арифметическое из содержимого всех каналов группы. Выбор режима производится переключателем 12-го разряда тумблерного регистра.

Образованный таким способом для изображения на дисплее массив информации заносится в первые 256 каналов буфера С /если выбранный для наблюдения спектр находится в буфере В, или наоборот/. После занесения начинается цикл передачи по каналу прямого доступа содержимого этих каналов буфера С на экран дисплея, а программа переходит к проверке состояния тумблерного регистра. С помощью соответствующих переключателей регистра экспериментатор может изменить масштаб изображения /о чем говорилось выше/, вызвать с диска для изображения другой спектр, вывести на телетайп или экранный пульт спектр, находящийся в буфере В или же изменить параметры эксперимента.

Каждые 20 мсек осуществляется прерывание программы проверки состояния тумблерного регистра и повторяется цикл передачи содержимого первых 256 каналов буфера С на экран дисплея по каналу прямого доступа, что обеспечивает постоянную картину для наблюдения.

При поступлении от анализатора АИ-4096 сигнала "Вызов", выполнение любой предыдущей программы прерывается и производится прием в буфер А массива в 4096 чисел <sup>2/</sup>. После окончания приема начинается передача содержимого первой дорожки диска /а если она была выбрана для изображения, то - второй дорожки/ в буфер С. Эта передача происходит через канал прямого доступа, что позволяет программе одновременно вести выборку из буфера А тех кодов, которые относятся к спектру, расположенному в буфере В /т.е. добавление 1 в соответствующие каналы спектра/. При первой выборке в буфере В находится содержимое дорожки изображения.

После окончания выборки и передачи содержимого дорожки диска в буфер С начинается обратная передача по каналу прямого доступа содержимого буфера В в соот-

ветствующую дорожку диска. Одновременно начинается выборка кодов из первой половины массива, находящегося в буфере А, в спектр, занесенный теперь в буфер С. После окончания этой выборки и передачи спектра из буфера В в соответствующую дорожку диска начинается передача по каналу прямого доступа содержимого очередной дорожки в освободившийся буфер В и одновременно - выборка кодов из второй половины буфера А в спектр, находящийся в буфере С.

Таким образом, производится процесс выборки кодов, находящихся в буфере А, в спектры, помещаемые поочередно в буферы В и С с дорожек диска. После окончания выборки кодов в спектр, находящийся на последней дорожке, производится занесение в буфер В /или С /содержимого той дорожки, в которой расположен спектр, выбранный для изображения, и возобновляется процесс его изображения. С этого момента ЭВМ готова к принятию следующего массива информации.

Передача в ЭВМ из анализатора массива в 4096 чисел происходит за 0,16 сек. Для общей организации сортировки требуется 0,08 сек. На однократную выборку кода в спектр, помещенный в буфере, и обмен информацией между диском и буфером затрачивается 0,092 сек. Следовательно, если используются все 16 дорожек диска, то общее время передачи и выборки информации составит 1,71 сек, что соответствует скорости обработки, равной 2400 событий в секунду.

Программы математической обработки полученных спектров на ЭВМ НР-2116С приведены в работе <sup>3/</sup>. Для описанной системы было создано также несколько проверочных и вспомогательных программ, которые написаны на Фортране.

Перед началом эксперимента важно проверить правильность положения всех переключателей на цифровых дискриминаторах и работу линий связи между частями системы. Для этого на вход установки с цифровыми дискриминаторами подключается специальный генератор, который на своих 12 выходных шинах выдает двоичный код, последовательно возрастающий на 1, начиная с числа 1 и кончая 4096. Код, получающийся на выходе установки

с цифровыми дискриминаторами, может быть подан как на контрольный, так и на основной анализатор.

В контрольном анализаторе образуется массив информации, определяемый выражением:

$$Y = \begin{cases} X, & \text{если } B_H \leq X \leq B_B \\ 0, & \text{если } X < B_H \text{ или } X > B_B \end{cases}$$

где  $X$  - номер канала,  $Y$  - число, записанное в канал,  $B_H$  и  $B_B$  - соответственно нижняя и верхняя границы, установленные на цифровых дискриминаторах. Изображение, получающееся на экране контрольного анализатора, показано на рис. 4а. После передачи полученного массива в ЭВМ программа TWAC-1 анализирует его и печатает на телетайпе положение установленных на дискриминаторах участков спектра в порядке возрастания номеров каналов, а также указывает имеющиеся ошибки в установке переключателей или возникшие при передаче.

Массив информации, получающийся после работы проверочного генератора, в основном анализаторе определяется выражением

$$Y = \begin{cases} 128 + (n-1) D, & \text{если } B_H \leq X \leq B_B \\ 0, & \text{если } X < B_H \text{ или } X > B_B \end{cases}$$

где  $n$  - номер участка спектра на блоке коммутации установки с цифровыми дискриминаторами;  $D$  - выбранное число каналов в спектре. Остальные обозначения имеют прежние значения. Изображение массива на экране основного анализатора показано на рис. 4б. После передачи этого массива в ЭВМ программа TWAC-2 анализирует его и печатает на телетайпе положение установленных на дискриминаторах участков спектров в порядке расположения спектров на дисках.

К вспомогательным программам относятся SETI, ADDSP и DSP1.

Программа SETI помогает правильной установке переключателей в цифровых дискриминаторах для выбора нужных участков спектра. Она переводит десятичный номер канала в номера переключателей  $i$  /в виде чисел

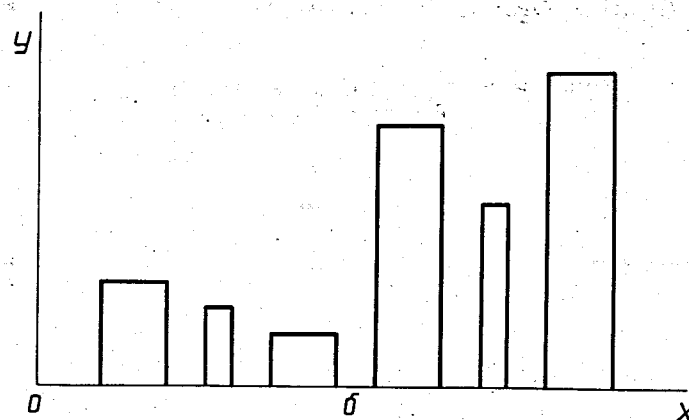
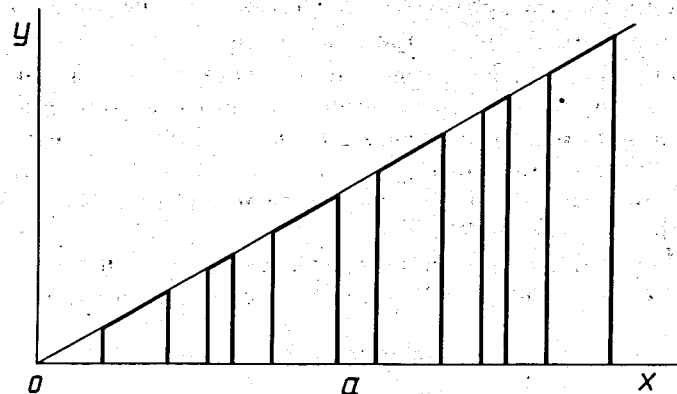


Рис. 4. Изображения, получающиеся на экране анализаторов АИ-4096 при работе проверочного генератора: а/ на контрольном анализаторе; б/ на основном анализаторе.



2<sup>1</sup> /, которые следует установить в положение "1". Результаты печатаются на телетайпе.

Программа ADDSP суммирует поканально два или более спектров и результат записывает обратно на диск.

Программа DCP1 предназначена для вычерчивания спектров на графопостроителе. Она может выбирать спектр с любой заданной дорожки диска и вычерчивать его в линейном или логарифмическом масштабе; имеется возможность изменения масштаба по осям X и Y. После выбора спектра с диска работа этой программы аналогична программе ACP1 /2/.

Авторы выражают благодарность Х.-Г.Ортлеппу за ценные советы и И.А.Панько - за помощь в работе.

#### *Литература*

1. С.В.Медведь, А.Н.Синаев, Х.Хаупт, Г.-Ю.Цахер, Л.П.Челноков. ОИЯИ, 10-6884, Дубна, 1973.
2. О.Н.Казаченко, С.В.Медведь, А.Н.Синаев, Б.Хан, Н.А.Чистов. ОИЯИ, 10-7123, Дубна, 1973.
3. В.Хабенихт, Б.Хан, Г.Элер, П.М.Гопыч, Г.Винель, Л.А.Вылова. ОИЯИ, P10-7614, Дубна, 1973.

Рукопись поступила в издательский отдел  
7 февраля 1974 года.