

4848

29/VI-70

3-171

СООБЩЕНИЯ  
ОБЪЕДИНЕННОГО  
ИНСТИТУТА  
ЯДЕРНЫХ  
ИССЛЕДОВАНИЙ

Дубна

13 - 5044



ЛАБОРАТОРИЯ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОЙ ТЕХНИКИ  
И АВТОМАТИЗАЦИИ

З. Зайдлер, И. Звольски, З.В. Лысенко,  
А.В. Ревенко, Н. Станчева, С. Станчев,  
В.И. Фоминых, М.И. Фоминых,  
В.М. Цупко-Ситников

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ  
ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЭВМ "МИНСК-2"  
В ЗАДАЧАХ СПЕКТРОМЕТРИИ  
ПУТЕМ СОВМЕЩЕНИЯ АНАЛИЗАТОРНЫХ РЕЖИМОВ  
И РЕЖИМОВ ОБРАБОТКИ ИНФОРМАЦИИ  
С ПРИМЕНЕНИЕМ ДИСПЛЕЯ

1970

13 - 5044

З. Зайдлер, И. Звольски, З.В. Лысенко,  
А.В. Ревенко, Н. Станчева, С. Станчев,  
В.И. Фоминых, М.И. Фоминых,  
В.М. Цупко-Ситников

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ  
ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЭВМ "МИНСК-2"  
В ЗАДАЧАХ СПЕКТРОМЕТРИИ  
ПУТЕМ СОВМЕЩЕНИЯ АНАЛИЗАТОРНЫХ РЕЖИМОВ  
И РЕЖИМОВ ОБРАБОТКИ ИНФОРМАЦИИ  
С ПРИМЕНЕНИЕМ ДИСПЛЕЯ

8388/2 38

СОБЛЮДАТЕЛЬ ПИСЬМЕН  
ОТДЕЛ ИССЛЕДОВАНИЙ  
БИБЛИОТЕКА

## В в е д е н и е

В работах /1-3,5-7,14/ были описаны экспериментальные установки на базе ЭВМ "Минск-2" и методы машинной обработки накопленной спектрометрической информации.

Касаясь возможностей применения ЭВМ "Минск-2", необходимо отметить анализаторные режимы и прежде всего систему двухмерного анализа гамма-гамма-совпадений с полупроводниковыми детекторами и отбором полезной информации методом цифровых окон в процессе эксперимента /5,6/. Ряд физических исследований /8-12/, выполненных на установке, описанной в /5,6/, показал высокую эффективность подобных систем. Следует ожидать, что ее применение окажется эффективным при изучении свойств ядер моноизотопов после их предварительного разделения на масс-сепараторах, особенно в случае исследования короткоживущих изотопов по программе ЯСНАПП /16,17/. С помощью ЭВМ ведется регистрация информации с фотопластинок, получаемых на бета-спектрографах /15/, передача информации из анализаторов типа "Тензор" с амплитудно-цифровыми преобразователями (АЦП) на 4096 каналов и др.

Другая область использования ЭВМ "Минск-2" относится к обработке спектрометрической информации. Применяемый в настоящее время метод обработки основан на использовании дисплея - осциллографа со световым карандашом (ОСК). Это обеспечивает возможность оперативной связи экспериментатора как с устройством визуального представления информации - осциллографом, так и с ЭВМ - через световой карандаш и соот-

ветствующие символы, задающие начало определенным программам обработки. Подобная организация оставляет за экспериментатором право принятия окончательного решения с учетом его опыта. В ряде опубликованных работ /1,2,3,6,13/ подчеркивается высокая скорость, эффективность и простота процесса обработки данным методом больших массивов спектротрической информации.

Как и следовало ожидать, одновременное развитие двух этих направлений применения ЭВМ в технике ядерной спектроскопии быстро привело к противоречию, выразившемуся в практически круглосуточной загруженности ЭВМ при все возрастающих потребностях в машинном времени (среднесуточная загрузка ЭВМ "Минск-2" на 1969 г. составляет 22 часа).

Наибольший спрос с точки зрения потребления машинного времени имеют два режима: из анализаторных – режим двухмерного анализа с цифровыми окнами, из режимов обработки – предварительная обработка с использованием дисплея ранее накопленной информации и подготовка исходных данных к последующей окончательной математической обработке этой информации на больших ЭВМ.

Если для обычного одномерного анализаторного режима использование ЭВМ практически не дает преимуществ по сравнению с многоканальными анализаторами, то в отношении двухмерного анализа совпадений положение иное. Небольшие переделки в ЭВМ в сочетании с программной организацией ее работы позволяют создать эффективный режим двухмерного анализа с установкой световым карандашом цифровых окон по одномерному спектру одного из каналов. Именно применение ЭВМ обеспечивает гибкость системы двухмерного анализа в установке цифровых окон, организации накопления и представления информации в процессе эксперимента /6/. В этом отношении существующие многоканальные анализаторы даже при наличии достаточного объема памяти существенно уступают ЭВМ и нуждаются в больших переделках и добавлениях.

С другой стороны, большой объем информации в виде спектров требует значительного машинного времени для обработки. Наличие дисплея позволяет организовать обработку спектров в два этапа:

- 1) предварительная обработка простых спектров или участков с хорошо разделенными пиками при получении информации об основных пара-

метрах спектров и разметка сложных участков с неразделенными пиками для последующей передачи подготовленных данных на большую ЭВМ,

2) математическая обработка на большой ЭВМ сложных участков спектров по специальным программам с получением достаточно полного объема необходимых параметров. Для первого этапа - обработки простых спектров и разметки сложных - использование больших ЭВМ нерационально, так как на этом этапе, во-первых, велика роль оператора, исследующего и размечающего спектр, и, во-вторых, ЭВМ выполняет относительно несложные вычисления. Второй этап требует большого объема вычислений и, следовательно, ЭВМ высокого класса.

Как показал анализ, ЭВМ "Минск-2", несмотря на ее относительно невысокое быстродействие, при работе в некоторых режимах используется в среднем не более чем на 10% от общего времени, занимаемого данным режимом. Это обусловлено

- в режиме двухмерного анализа - ограниченной интенсивностью совпадений (200+2000, событ./сек),

- в режиме передачи информации - однократным использованием ЭВМ,

- в режимах печати, перфорации и вывода информации на плоттер или графикопостроитель - малой скоростью работы выходных устройств,

- в режиме обработки с использованием дисплея - несоизмеримостью в быстродействии и реакции ЭВМ и человека и необходимостью затрат времени на обдумывание экспериментатором конкретных вопросов перед принятием того или иного решения.

Ниже описывается режим совмещения, выполненный на ЭВМ "Минск-2", позволяющий повысить эффективность ее использования в решении комплекса задач, связанных со спектрометрией.

#### Описание совмещенного режима

Путем небольших добавлений в схему ЭВМ (рис. 1) оказалось возможным использовать время между регистрацией событий в режиме одномерного или двухмерного анализа для работы ЭВМ по другим программам. При этом время между регистрацией событий отводится на изоб-

ражение обрабатываемого участка спектра. Операция "вывод на осциллограф" /2/ принята в качестве фоновой, выполнение ее прекращается с поступлением сигнала готовности либо от систем одномерного или двухмерного анализа, либо от светового карандаша (СК) при необходимости выполнения какой-либо подпрограммы, после чего происходит возврат к операции "вывод на осциллограф".

Приоритет отдается анализаторному режиму. В дальнейшем работа системы будет рассматриваться на примере двухмерного анализа, как более сложного из анализаторных режимов. На рис. 2 представлена блок-схема включения ЭВМ в режиме совмещения. Параллельно с двухмерным анализом ведется подготовка исходных данных для последующей автоматической обработки накопленной ранее информации. Программы составлены с учетом возможности обработки на ЭВМ "Минск-2" и "БЭСМ-4". На следующем этапе предусматривается доработка программ для обработки информации на ЭВМ "БЭСМ-6" и включение измерительного комплекса отдела ядерной спектроскопии Лаборатории ядерных проблем ОИЯИ в общенститутскую систему обработки информации.

Для режима совмещения оперативная память машины (8192 слова по 37 разрядов в каждом) распределяется следующим образом. На обработку отводятся первые 1536 слов, на анализ - 6656 слов. Из 6656 слов 512 занимает так называемая шкала и интегральный спектр совпадений. Причем в первом этаже этих ячеек располагается шкала, определяющая в дальнейшем размещение спектров совпадений в памяти ЭВМ. Шкала формируется с помощью СК по одиночному спектру, набранному предварительно в течение короткого времени, или вводится с перфоленты после выбора соответствующих участков спектра по известной калибровочной кривой АЦП. Во втором этаже этих 512 ячеек помещается интегральный спектр совпадений с подсветкой выбранных участков.

В остальной части памяти (6104 слова) ЭВМ размещаются спектры совпадений. Возможны различные соотношения числа спектров совпадений и их длин. Так, например, при 4-этажном разбиении машинного слова можно иметь:

или 48 спектров по 512 каналов,

или 24 спектра по 1024 канала,

или 12 спектров по 2048 каналов

и т.д. Все необходимые программы и считываемый с накопителя на магнитной ленте (НМЛ) участок спектра, подлежащий обработке, располагаются в части, отведенной для обработки. Работа начинается пуском ЭВМ по программе вывода на осциллограф считанного участка спектра. При поступлении в блок совмещенного режима сигнала готовности АЦП от устройства связи ЭВМ с внешними системами анализа изображение прерывается и программным путем происходит переход на анализаторный режим. После регистрации события с помощью программ обеспечивается возврат на изображение. Программа составлена таким образом, что через заданное число событий производится переход на автоматическое обновление шкалы, после чего происходит вывод на осциллограф обрабатываемого участка спектра. В случае поступления сигнала от СК ЭВМ выполняет операции по программам в соответствии с указанными символами (сдвиги влево, вправо, начало и конец участка, "запоминание" данных, запись на НМЛ подготовленных данных, вызов следующего участка спектра для обработки и т.д.), по окончании каждой операции производится возвращение к изображению на осциллографе.

Печать участка спектра, перфорация или вывод на графикопостроитель (плоттер) происходит в режиме прерывания по команде от СК с использованием соответствующих программ, позволяющих на время вывода исключить команду - 67 /2/ для освобождения выходного регистра. На рис. 3 приведена блок-схема программы работы ЭВМ в режиме совмещения. Как видно, в этом режиме теряется возможность наблюдения процесса накопления. Однако, как показывает опыт, при двумерном анализе на экран осциллографа приходится чаще всего выводить участок со шкалой для ее обновления в случае искажений (при длительных измерениях имеется вероятность появления выбросов от АЦП при записи интегрального спектра вследствие резких скачков напряжения питания; выбросы в шкале приводят к искажению всей информации). С этой целью в режиме совмещения введена операция автоматического обновления шкалы, и необходимость наблюдения практически отпадает.

При желании, однако, всегда можно перейти от совмещенного режима к анализаторному с возможностью просмотра всей накопленной информации.

Следует отметить, что подпрограммы для обработки со световым карандашом при совмещенном режиме включают в себя операции, по длительности не превышающие 5000 мксек.

На рис. 4 приведены временные диаграммы работы ЭВМ в совмещенном режиме.

На рис. 5 показан обрабатываемый участок спектра с символами. При этом в случае (а) интенсивность регистрируемых событий равна 0, в случае (б) - 1000 событий/сек. Эксплуатация системы в совмещенном режиме показала ее высокую эффективность и надежность.

При четкой организации работы совмещенный режим фактически удваивает полезное время машины. Однако реальный выигрыш определяется не только этой цифрой. Проведение многодневных экспозиций по исследованию спектров совпадений не задерживает обработку информации, полученной ранее и на других приборах, так как процессы идут параллельно. Кроме того, становится возможным давать значительное время на малоэффективные с точки зрения прямого использования ЭВМ, но необходимые и очень трудоемкие при ручном способе операции: построение спектров, печать цифрового материала, перфорация для перевода информации на другие устройства и т.д.

Авторы искренне благодарны В.В. Кузнецову, З. Стахуре и В.Р. Трубникову за полезные обсуждения при разработке и отладке системы.

#### Л и т е р а т у р а

1. В.А. Владимиров, Ф. Дуда, З.В. Лысенко. Препринт ОИЯИ, 11-3620, Дубна, 1967.
2. З.В. Лысенко, И. Томик, В.Р. Трубников. Препринт ОИЯИ, 10-3331, Дубна, 1967.
3. И. Звольски и др. Предварительная обработка амплитудных гамма-спектров на машине "Минск-2" с помощью осциллографа со световым карандашом. Доклад на совещании по структуре ядра и ядерной спектроскопии. Харьков, январь 1967.



4. Универсальная цифровая вычислительная машина "Минск-2". Техническое описание, 1963.
5. Ф. Дуда, О.И. Елизаров, Г.П. Жуков, И. Звольски, З.В. Лысенко, В.И. Приходько, В.Г. Тишин, В.И. Фоминых, М.И. Фоминых, В.М. Цупко-Ситников. Препринт ОИЯИ 10-4236, Дубна, 1968.
6. В.С. Александров, Ф. Дуда, О.И. Елизаров, Г.П. Жуков, Г.И. Забиякин, З. Зайдлер, И. Звольски, Е.Т. Кондрат, З.В. Лысенко, В.И. Приходько, В.Г. Тишин, В.И. Фоминых, М.И. Фоминых, В.М. Цупко-Ситников. Препринт ОИЯИ, 13-4273, Дубна, 1969.
7. В.А. Владимиров, Ф. Дуда, З. Зайдлер, В.И. Приходько, В.И. Талов, В.И. Фоминых, В.М. Цупко-Ситников. Препринт ОИЯИ, 10-4630, Дубна, 1969.
8. Б.С. Желепов, А.Г. Дмитриев, Н.М. Жуковский, Ю.Э. Пенионжкевич, В.И. Фоминых. Тезисы докладов XI совещания по ядерной спектроскопии. Дубна, 1969. Сообщение ОИЯИ, 6-4756, стр. 21, Дубна, 1969.
9. И. Адам, Б. Амов, Ц. Вылов, Ж. Желев, М. Михайлов, Я. Липтак, У.К. Назаров, Э.З. Рындина, В.И. Фоминых. Тезисы докладов XI совещания по ядерной спектроскопии, Дубна, 1969. Сообщение ОИЯИ, 6-4756, стр. 65, Дубна, 1969.
10. Б. Амов, М. Еникова, Ж. Желев, В. Михайлов, Я. Липтак, У. Назаров, И. Пенев, В. Фоминых. Тезисы докладов на XI совещании по ядерной спектроскопии, Дубна, 1969. Сообщение ОИЯИ, 6-4756, стр. 70, Дубна, 1969.
11. К.Я. Громов, Г.И. Исхаков, В.В. Кузнецов, М.Я. Кузнецова, Э.З. Рындина, В.И. Фоминых, М. Михайлов. Тезисы докладов на XI совещании по ядерной спектроскопии, Дубна, 1969. Сообщение ОИЯИ, 6-4756, стр. 82, Дубна, 1969.
12. Р. Брода, В. Валюс, И. Звольски, Й. Молнар, Н. Ненов, Э.З. Рындина, В.И. Фоминых, М.И. Фоминых. Тезисы докладов на XI совещании по ядерной спектроскопии, Дубна, 1969. Сообщение ОИЯИ, 6-4756, стр. 100, Дубна, 1969.
13. Я. Вандлик, Н.Г. Зайцева, З. Матэ, И. Махунка, М. Махунка, Т. Фенеш. Препринт ОИЯИ, 6-4997, Дубна, 1970.

14. Ф. Дуда, З. Зайдлер, Й. Томик, В.Г. Трубников, Ю.В. Тугышкин, М.И. Фоминых, В.М. Цупко-Ситников. Сообщение ОИЯИ, 10-4977, Дубна, 1970.
15. Г.И. Забиякин, В.М. Цупко-Ситников. Материалы семинара по ядерной электронике, г. Варна, НРБ, 1969. Сообщение ОИЯИ 13-4720, стр. 337, Дубна, 1969.
16. Г. Музиоль, В.И. Райко, Х. Тыррофф. Сообщение ОИЯИ, Р6-4487, Дубна, 1969.
17. Г. Музиоль. Препринт ОИЯИ, Б2-6-6825, Дубна, 1969.

Рукопись поступила в издательский отдел

15 апреля 1970 года.

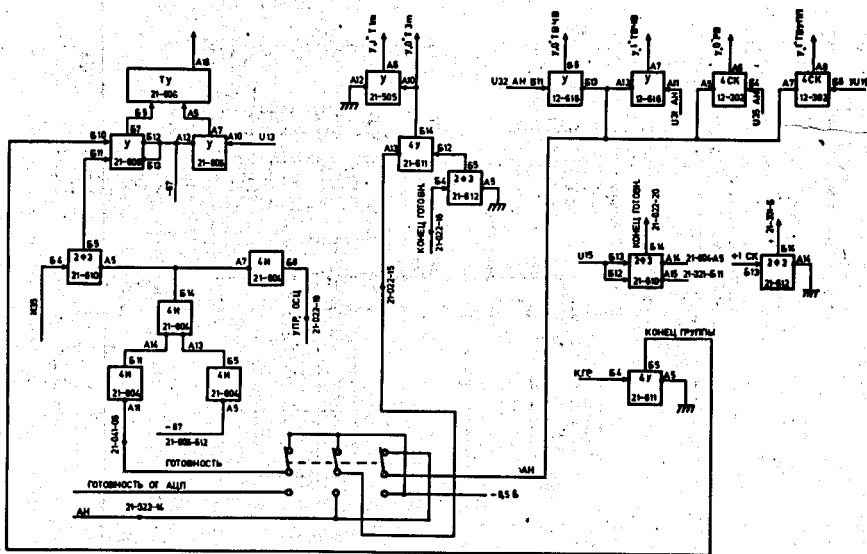


Рис. 1. Принципиальная схема блока совмещения.

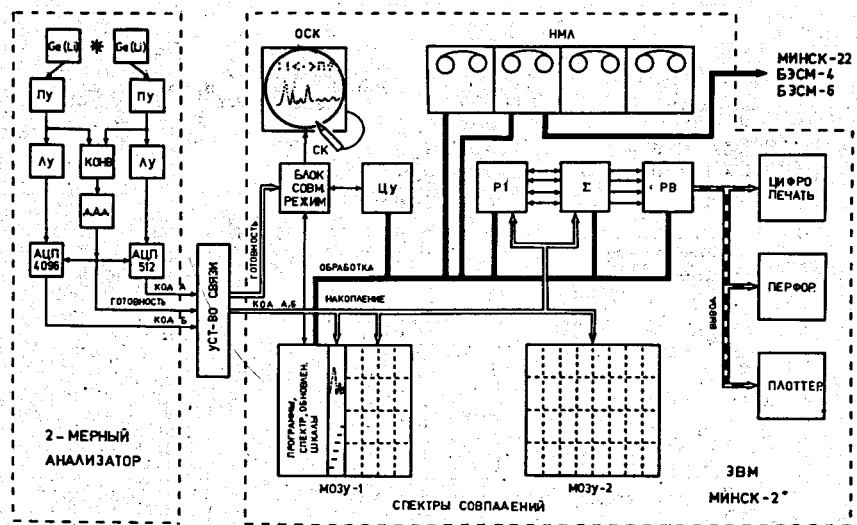


Рис. 2. Блок-схема включения ЭВМ "Минск-2" в режиме совмещения.

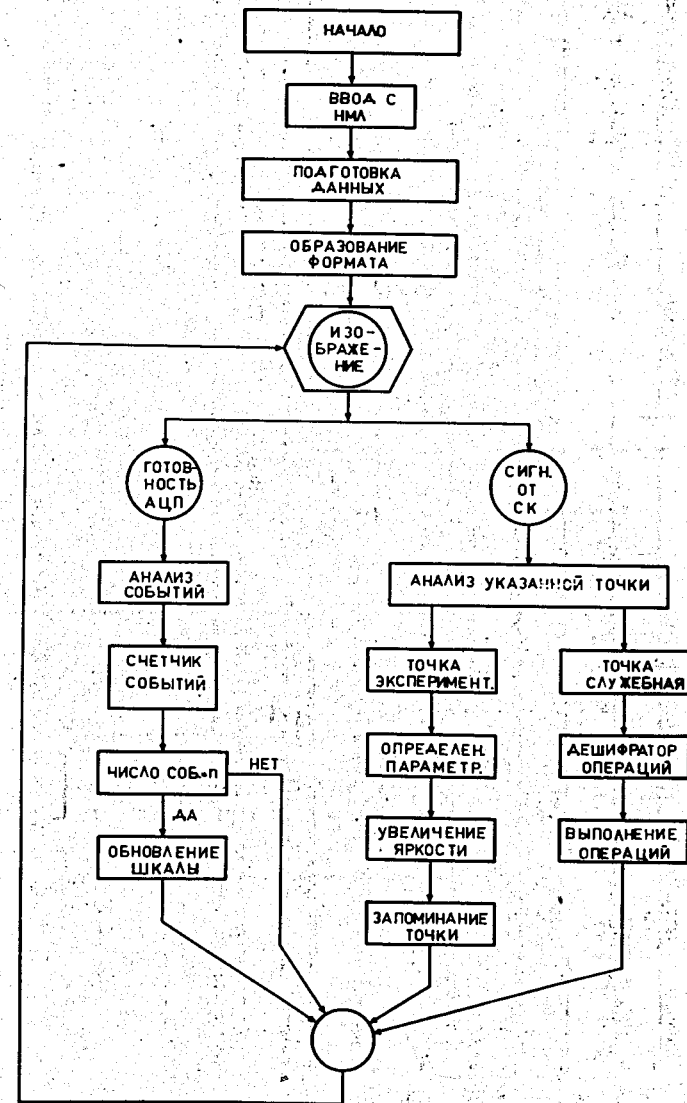


Рис. 3. Блок-схема программы работы ЭВМ в режиме совмещения.

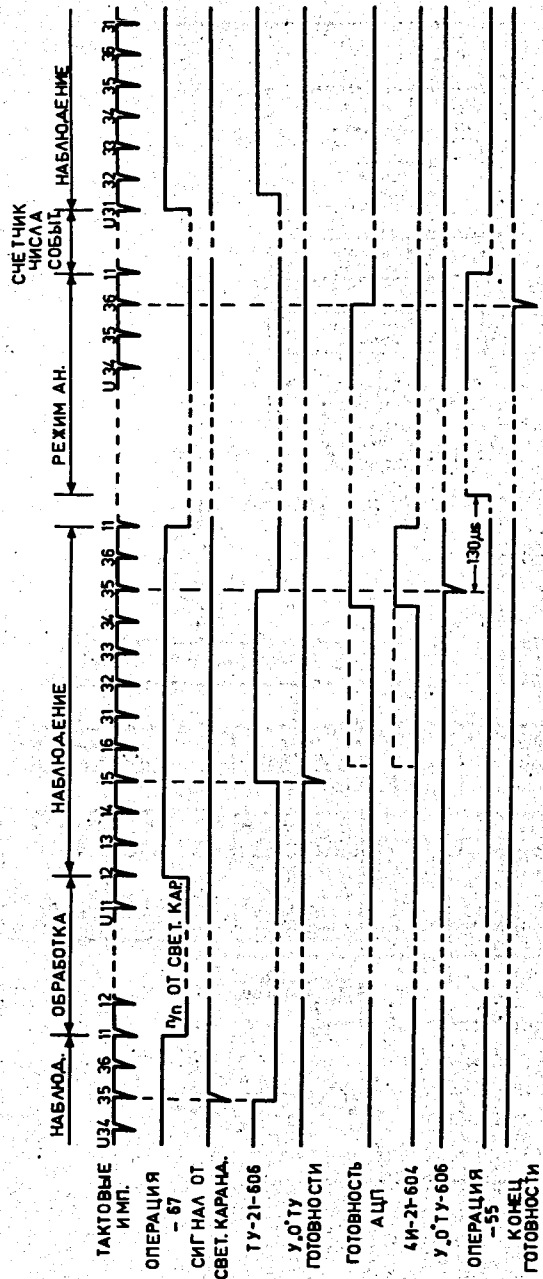
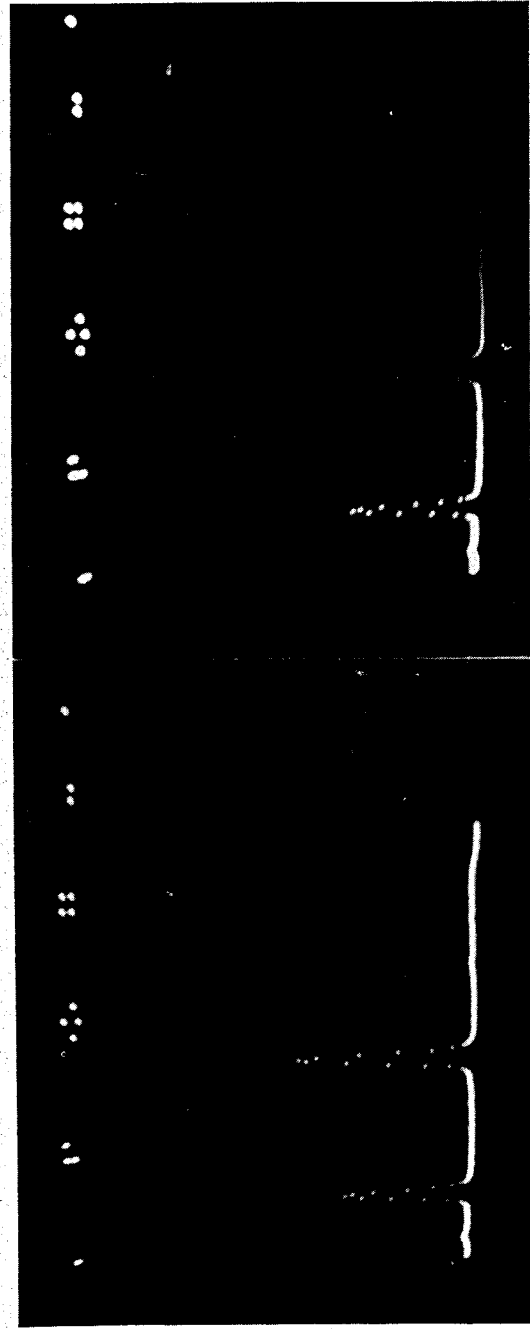


Рис. 4. Временные диаграммы работы ЭВМ в режиме совмещения.



а)

б)

Рис. 5. Обрабатываемый участок спектра: а) при интенсивности совпадений = 0, б) при интенсивности совпадений = 1000 событ./сек.