

ФИЗИКО-ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ

*Б. В. ДВУКНИН, А. А. ЗИЧАГИН, А. П. МИРОНОВ,
В. С. ПЕСТЕРЕНКО*

**Логика организации амплитудных
и временных окон в экспериментах
по исследованию n - γ совпадений**

УДК 539.1.075

Б. В. Девкин, А. А. Лычагин, А. Н. Миронов, В. С. Нестеренко.

Логика организации амплитудных и временных окон в экспериментах по исследованию $n-\gamma$ совпадений.

ФЭИ-1557. Общ.кол.: ФЭИ, 1984. — 11 с.

Описывается логика организации амплитудных и временных окон в спектрометре для измерения спектров нейтронов и γ квантов из реакции $(n, n'\gamma)$. Особенностью системы является задание амплитудных окон цифровым способом. Приводятся принципиальные схемы электронных устройств, описание их работы и спектры, полученные с их помощью.



Вопрос о характере протекания ядерных реакций имеет большое значение для выбора моделей при описании свойств ядер. Исследования n - γ корреляций даёт возможность разделения полных спектров неупруго рассеянных нейтронов на составляющие, образующиеся в реакциях типа $A(n, n'\gamma)B$ и $A(n, 2n\gamma)B$, облегчает анализ различных моделей и позволяет оценивать их применимость при описании спектра.

Ранее были разработаны и описаны [1] методика и спектрометр, дающие возможность выделить спектры $(n, n'\gamma)$ и $(n, 2n\gamma)$ из полного спектра неупруго рассеянных нейтронов. Проведённый на этой установке эксперимент показал, что принципиальная основа методики верна, но требует значительных доработок, необходимость которых вызвана нестабильностью работы ряда элементов общей блок-схемы, а также громоздкостью и сложностью воплощения логической структуры в стандартных электронных устройствах. Отмеченные недостатки привели, в конечном счёте, к нестабильности и сложной форме временных и амплитудных окон. Поэтому встал вопрос о разработке новой логики организации обслуживания эксперимента и, в частности, логики выделения амплитудных и временных окон.

Формирование амплитудных окон

В соответствии с логикой организации эксперимента необходимо выделять n - γ совпадения в пределах одного периода импульсов "стоп" и регистрировать раздельно спектры нейтронов, совпадающих с γ -квантами, принадлежащими фотопику и с фоновыми γ -квантами. Для этого в амплитудном спектре формируются два окна и фиксируются совпадения нейтронов с γ -квантами, принадлежащими этим окнам. При последующей обработке, для получения чистого эффекта, производится в айное вычитание этих двух нейтронных спектров. Отсюда следует, что к стабильности амплитудных окон и их идентичности предъявляются весьма жёсткие требования. В системе, описанной в [1], где выделение амплитудных окон производилось с помощью двух дискриминационных дискриминаторов и двух схем совпадений, эти требования не были удовлетворены. Кроме того, обнаружилась зависимость форм окон от интенсивности потока входных сигналов, что также нежелательно.

Современные требования удовлетворяет цифровой способ формирования амплитудных окон, описанный в настоящей работе. Стабильность и идентичность окон при этом способе определяется измене-

чительно стабильностью и линейностью амплитудно-цифрового преобразования АЦП. Для реализации предложенного способа необходимо, чтобы запись в память кода время-цифрового преобразователя (ВЦП) производилась после окончания амплитудного преобразования, причём, в зависимости от его результатов, регистрация производится в соответствующий участок памяти.

Используемые в системе АЦП и ВЦП, кроме связи с магистралью КАМАК, имеют следующие дополнительные выходы:

- выход МВ (мёртвое время); на этом выходе сохраняется уровень лог. "0" с момента поступления на вход события до окончания считывания кода в магистраль крейта;
- выход $NA(0)F(2)$; на этом выходе сохраняется уровень лог. "0" в течение цикла считывания;
- выход $\overline{L}AM$, снимаемый с элемента, открывающего выходной клапан L . Благодаря тому, что этот элемент имеет открытый коллекторный выход, существует возможность блокирования заявки L внешним устройством путём удержания выхода $\overline{L}AM$ в состоянии с низким уровнем;
- выход адресного кода, осуществляемый через дополнительный разъём. После окончания преобразования код на этом разъёме устанавливается независимо от наличия или отсутствия обращения к данному АЦП. Выходной код АЦП имеет 12 дв. разрядов, выходной код ВЦП - 9 дв. разрядов.

Схема логического устройства формирования цифровых окон представлена на рис. 1,2. Входы устройства соединяются с выходами NAF , МВ и адресный код АЦП; с выходами NAF , МВ и $\overline{L}AM$ - ВЦП; с шинами В, Z, S1, S2 магистрали КАМАК. Выходы соединяются с шинами A4, R10, R11, R12 магистрали. Кроме того, с устройства временной селекции сигналов поступает импульс управления для АЦП, а обратно подается сигнал MB_{Σ} (суммарное мёртвое время), служащий для блокировки устройства временной селекции на всё время обработки и регистрации.

Устройство временной селекции фиксирует совпадение в пределах периода импульсов с n и f -детекторов и вырабатывает сигнал управления АЦП, работающего в режиме совпадений. Сигнал управления возбуждает триггер на элементах S18, S19, в результате чего выходной триггер элемента S21 удерживается в открытом состоянии, блокируя L элемент.

Адресный код АЦП поступает на схему анализа адресного кода (рис.1). Коды начала первого и второго окна устанавливаются с помощью кнопочных переключателей 1 и 2 в пределах от 0 до $2^{12} - 1$. Размер окна устанавливается с помощью переключателя 3 в пределах от 1 до 2^9 каналов.

Двенадцатиразрядные двоичные сумматоры $S M 1$, $S M 2$ производят вычитание входного кода из кодов, соответствующих началу цифровых окон. Сумматоры $S M 3$, $S M 4$ производят вычитание разностей из кода, соответствующего размеру окна. Сигналы переноса со всех четырёх сумматоров поступают на дешифратор $D C$, на выходе $Y 1$ которого вырабатывается низкий уровень, в случае попадания анализируемого события в первое окно. Если событие "попало" во второе окно, то низкий уровень вырабатывается на выходе $Y 2$.

Во время цикла считывания АЦП сигналом $N A F$ взводится разряд $R 12$ магистрали КАМАК, чем обеспечивается запись амплитудного спектра в область памяти с адресами от 2^{11} до $2^{12} - 1$. По сигналу $S 1$ триггеры $T 1$, $T 2$, $T 3$ устанавливаются в определённые состояния в зависимости от значений сигналов $Y 1$, $Y 2$. Тумблер $B 2$ обеспечивает регистрацию либо всего амплитудного спектра целиком, либо усечённого: внутри окон и вне окон, в зависимости от положения тумблера $B 1$.

По окончании считывания АЦП триггер на элементах $Z 18$, $Z 19$ устанавливается в первоначальное состояние и блокировка сигнала L ВЦП снимается. Во время цикла считывания ВЦП сигналом $N A F$ взводится один из разрядов $R 10$, $R 11$, либо оба эти разряда, в зависимости от состояния триггеров $T 2$, $T 3$. При этом в области памяти с адресами от 2^9 до $2^{10} - 1$ регистрируется временной спектр нейтронов, не совпавших с γ -квантами, принадлежащими одному из окон. В область с адресами от 2^{10} до $2^{10} + 2^9 - 1$ регистрируется спектр нейтронов, совпавших с γ -квантами, принадлежащими первому окну. В область от $2^{10} + 2^9$ до $2^{11} - 1$ регистрируется спектр нейтронов, совпавших с γ -квантами во втором окне. Область памяти от 0 до $2^9 - 1$ используется для регистрации контрольного спектра.

Устройство формирования цифровых окон выполнено на микросхемах серии $I 55$.

Формирование временного окна.

Времяпролётный спектр нейтронов имеет выраженный пик "прямого пролезания", счёт в каналах которого может на порядок и более превышать счёт в других каналах. В то же время отдельные ци-

формация сосредоточена, в основном, в каналах с $K=1$ отчасти небольшим счётом. Большая интенсивность в прямом направлении обуславливается событиями и приводит к переполнению в каналах, принадлежащих прямому пику. С другой стороны, информация о положении и ширине пика "прямого пролезания" существенна для калибровки всего временного тракта. Учитывая эти обстоятельства, оптимальным вариантом является выделение временного окна, включающего в себя пик "прямого пролезания" и ослабление (подавление) интенсивности входных событий, принадлежащих этому сигналу, в K раз, причём K - постоянно для всех каналов, принадлежащих окну.

Схема устройства, реализующего эту функцию, представлена на рис. 3. Устройство работает следующим образом: На вход 1 поступают импульсы "стоп", запускающие одновибратор задержки $S1$, служащий для выбора положения временного окна в пределах периода импульсов "стоп". Этот вибратор $S2$, запускаемый задним фронтом $S1$, служит для задания размера окна в пределах 15-150 нс. Обе регулировки находятся на передней панели устройства. Коэффициент подавления K выбирается при помощи ключного переключателя, также находящегося на передней панели, и может иметь значения $K=1, 2, 4, 8, 16, \infty$.

На вход 2 поступают сигналы временной отметки с нейтронного детектора. Каждый входной сигнал, задержанный на 15 нс с помощью отвода кабеля, своим задним фронтом изменяет состояние двоичного счётчика $CT2$ на 1. В зависимости от кода, поступающего с ключного переключателя, DC дешифрирует следующие состояния счётчика $CT2$: XXXX, XXXI, XXII, XIII, соответствующие значениям $K=1, 2, 4, 8, 16$. При $K=\infty$ на выходе DC постоянно удерживается уровень лог."0".

На выходе $S2$ скну соответствует уровень лог."0". При совпадении двух нулей на входах элемента $S1$, после прихода импульса на вход 2 вводится триггер T , выходные уровни которого закрывают клапан $S3$ и открывают $S4$. На выходе 2 вырабатывается импульс. Если на одном из входов $S1$ присутствует лог."1", то триггер T не вводится и задержанный входной импульс поступает на выход 1. Сигналы на выходах 1 и 2 вырабатываются с постоянной задержкой, поэтому временная информация, содержащаяся на входном сигнале, полностью сохраняется. Спектр сигналов с выхода 1 представляет собой исходный спектр с умноженным в K раз счётом в каналах окна. Спектр с выхода 2 представляет собой разность между исходным спектром и спектром с выхода 1.

Устройство формирования временного окна выполнено на микросхемах серии 500.

Заключение

На рис. 4^а приведена часть амплитудного спектра, соответствующая энергетическому диапазону, в котором находится выделяемый уровень. Для иллюстрации взят уровень $0,45\text{МэВ}$ ядра ^{13}C .

На рис. 4^б приведён амплитудный спектр внутри окон, сформированных с помощью устройства, описанного в настоящей работе. Форма окон показана на рис. 4^в. Рисунки демонстрируют строгую прямоугольность выделенных окон и отсутствие регистрации в областях спектра, на которые наложен запрет. Серия подобных измерений показала стабильность положения и величин окон.

Рис. 5 демонстрирует результат формирования временного окна. При коэффициенте подавления прямого пика $K=10$ загрузка ВЦП уменьшается приблизительно в 10 раз.

Авторы пользуются случаем поблагодарить Л.И. Игнатьеву и Р.М. Сандунову за помощь в оформлении результатов.

Литература

1. B.V.Devkin, A.A.Lychagin, V.S.Nesterenko, M.H.Shadin, A.I.Gonchar, A.K.Mironov, S.E.Suhin, Institute of Physics and Power Engineering, Obninsk, USSR and T.Staricskai, G.Ch.Peto, Institute of experimental Physics, Debrecen, Hungary.
A time of flight spectrometer for gamma correlated neutron spectrum measurements in (n, n', γ) reactions.
Proceedings of the XIth international symposium of the interaction of fast neutrons with nuclei. p.71-73, July 1982.

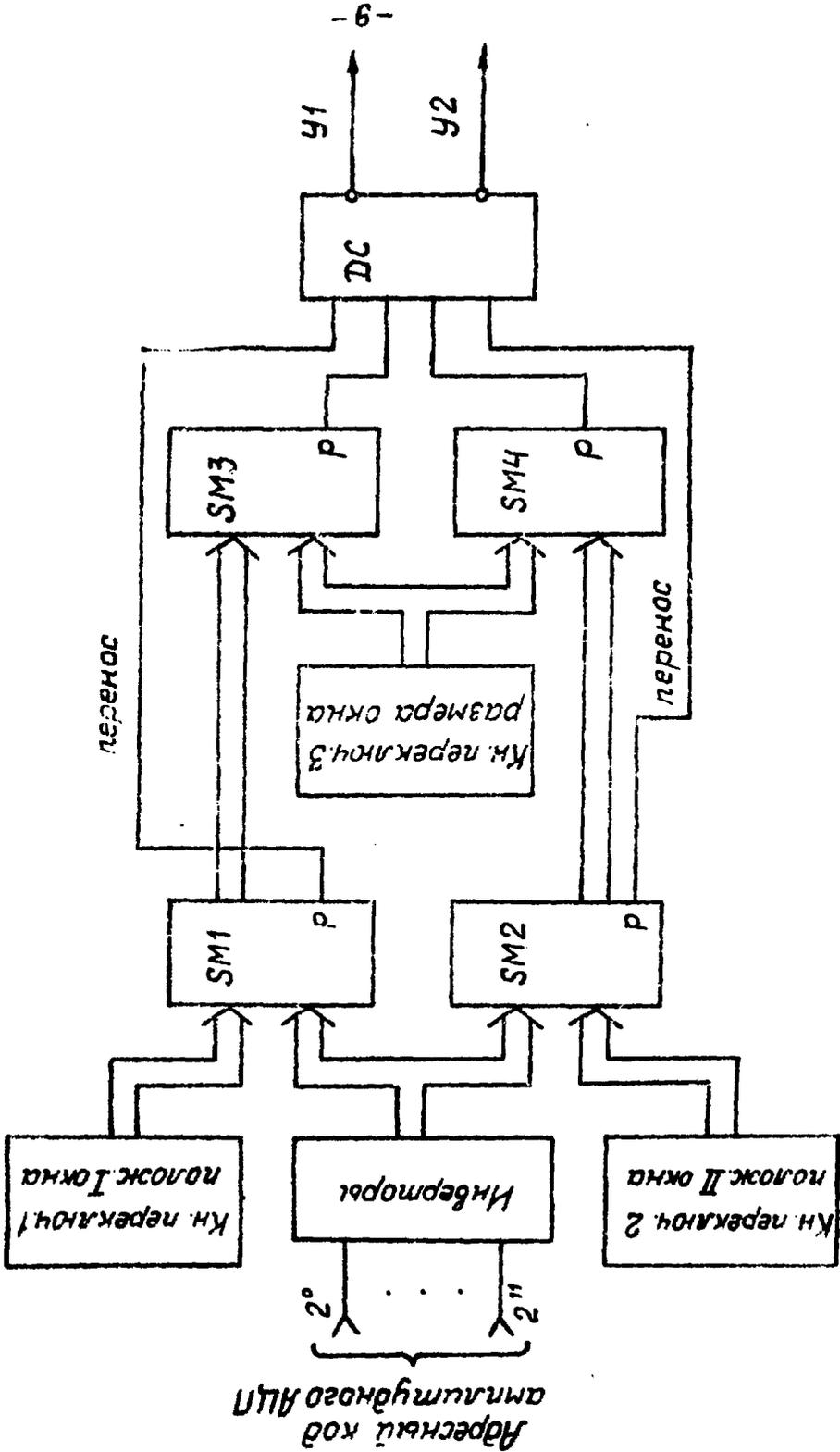


Рис. 1

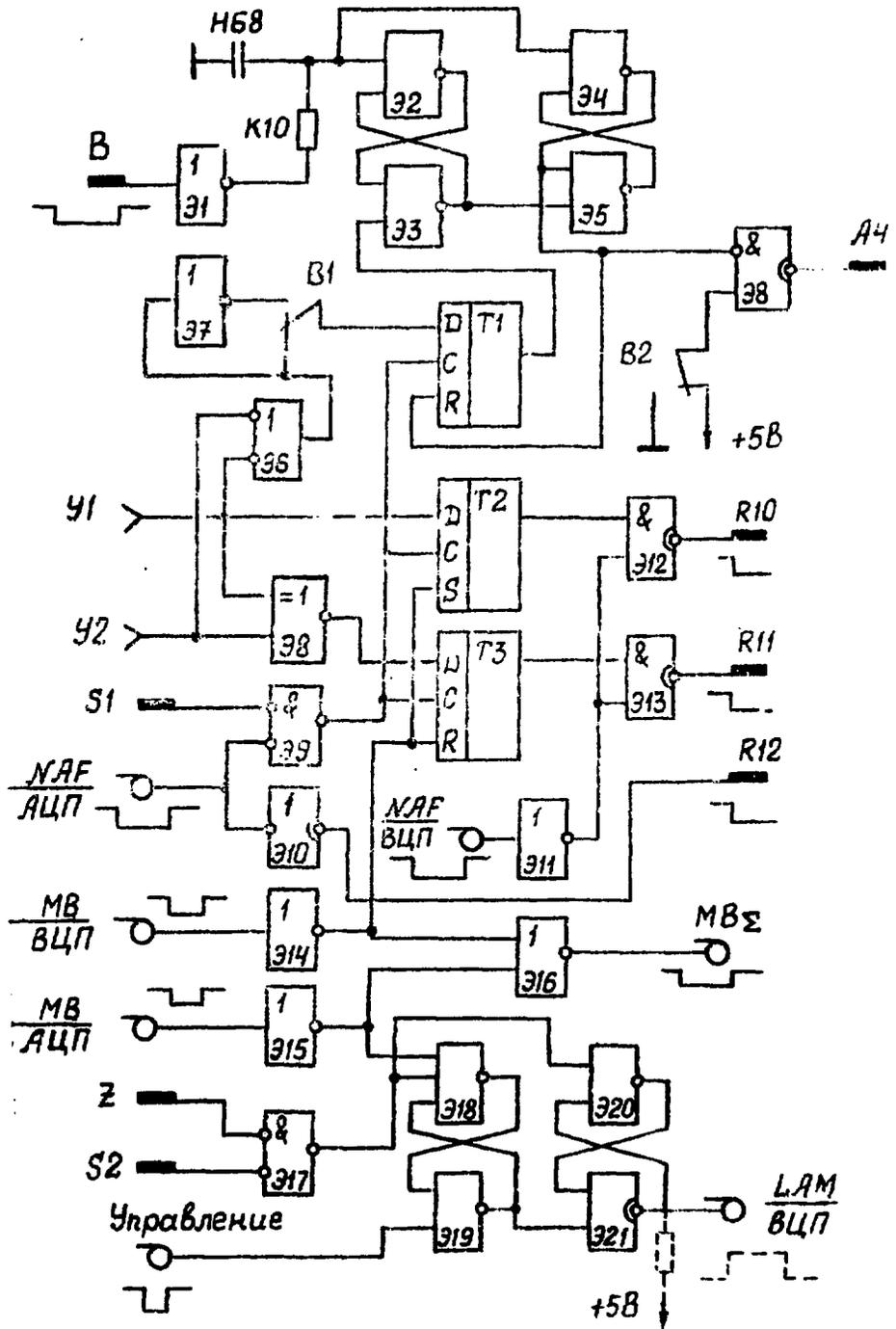


Рис. 2

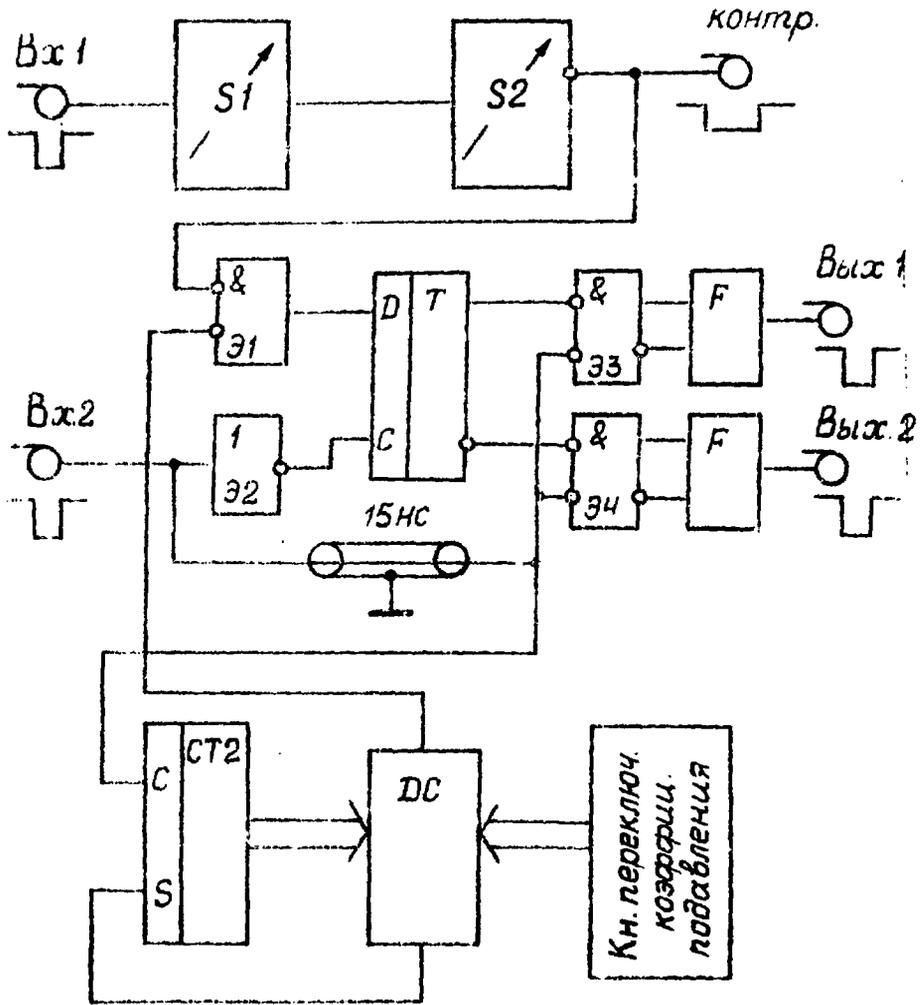


Рис 3

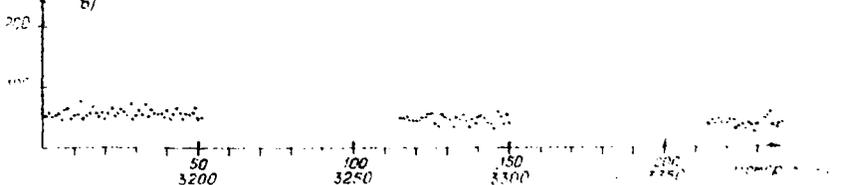
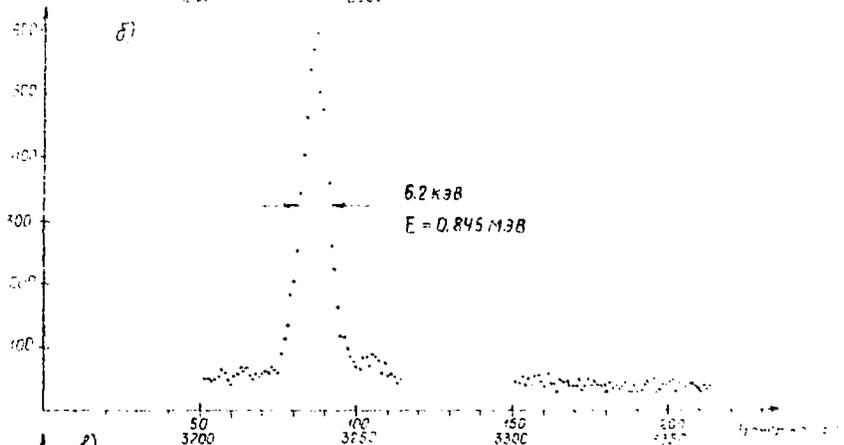
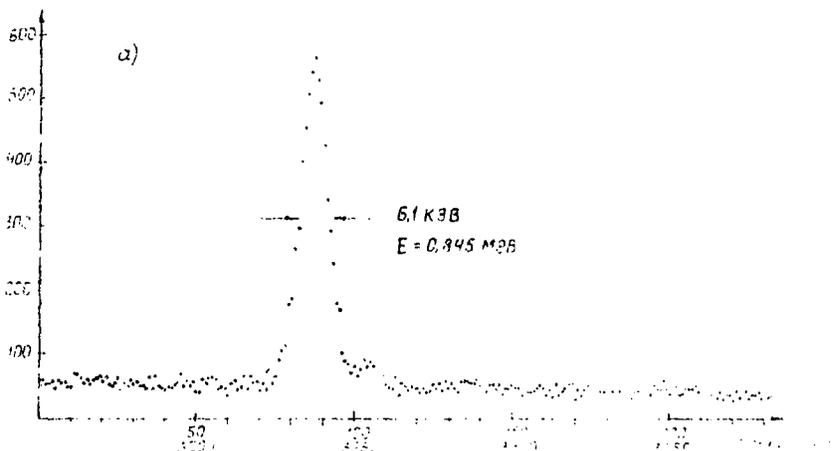


Рис 4

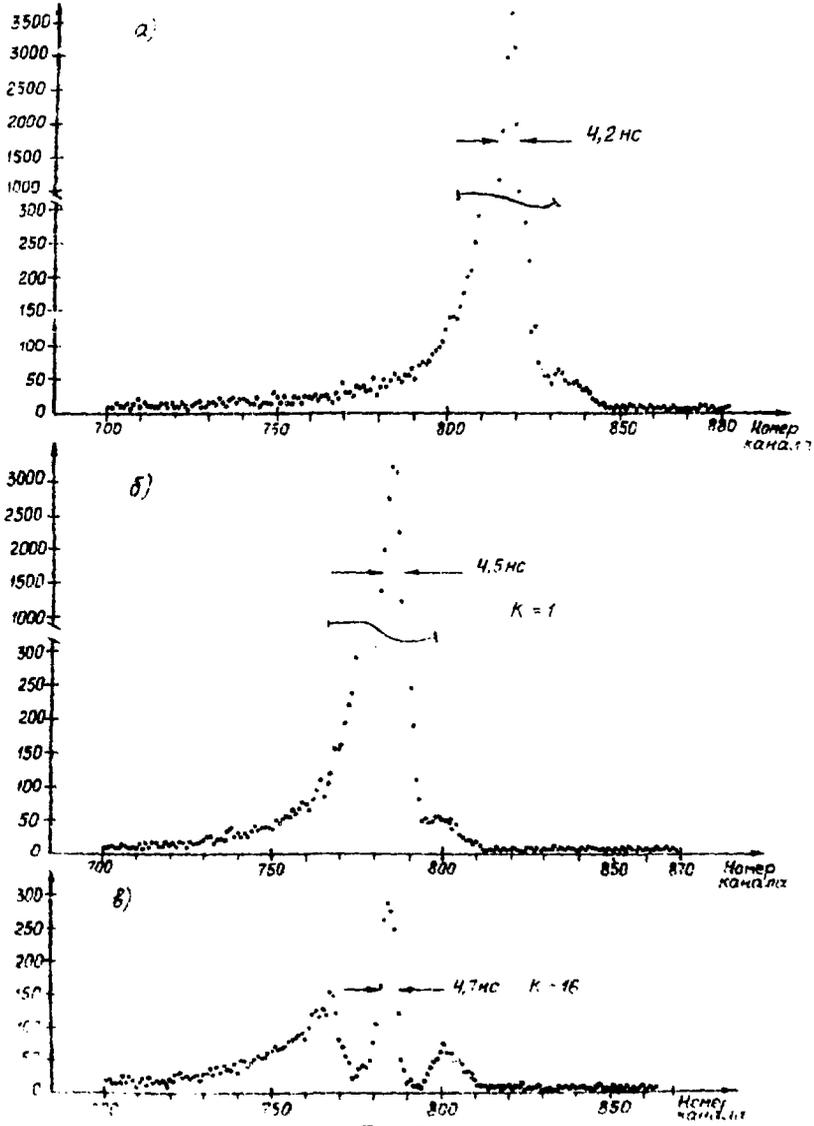


Рис 5

Технический редактор Н.П.Герасимова

Подписано к печати II/У-1984 г. Т-12016 Формат 60x90 1/16
Офсетная печать Усл.п.л. 0,75 Уч.-изд.л. 0,5 Тираж 93 экз.
Цена 8 коп. ФЭИ-1557 Индекс 3624

Отпечатано на роталпринте ФЭИ, г.Обнинск

8 коп.

Индекс 3624

Логика организации амплитудных и временных окон в экспериментах по исследованию $R-\delta$ совпадений.
ФЭИ-1557, 1984, 1-11.