

сообщения  
Объединенного  
Института  
Ядерных  
Исследований  
Дубна

Р  
+

943 / 2-81

23/11-81

13-80-733

Ю.К.Акимов, Динь Ши Хьен, Нгуен Нгок Лам

УСТРОЙСТВО ОБРАБОТКИ  
АНАЛОГОВЫХ СИГНАЛОВ  
В МНОГОКАНАЛЬНОМ СПЕКТРОМЕТРЕ

1980

Тенденцией современного физического эксперимента на ускорителях частиц является увеличение числа каналов, подключаемых к тем или иным типам детекторов ядерных излучений. При этом все возрастает необходимость получения энергетической информации одновременно со многих каналов, число которых может исчисляться сотнями и более. Многоканальность аналоговых устройств предъявляет к ним, прежде всего, такие естественные требования, как достаточная простота и относительно невысокая стоимость при наличии приемлемых характеристик. В этом плане один из путей создания многоканальных спектрометров состоит в использовании поканального запоминания аналоговых сигналов и поочередной передаче их из группы каналов в общий амплитудно-цифровой преобразователь /АЦП/<sup>1/</sup>. Этому обычно благоприятствует то обстоятельство, что доля сработавших каналов оказывается небольшой, порядка 10%, как в нашем случае. Блок-схема одной такой группы многоканального спектрометра приведена на рис.1. Аналоговые сигналы после усиления при наличии сигнала СТРОБ проходят через линейные входы и запоминаются пик-детекторами. СТРОБ включает также логику коммутатора для поочередной передачи информации из пик-детекторов в АЦП через соответствующий открывающий аналоговый ключ. Применение быстрых АЦП и коммутаторов упрощает требования к аналоговой памяти, и при группировке каналов до 32 быстродействие всей системы в целом остается достаточно высоким. Рассматриваемая система рассчитана на АЦП<sup>2/</sup> с временем преобразования

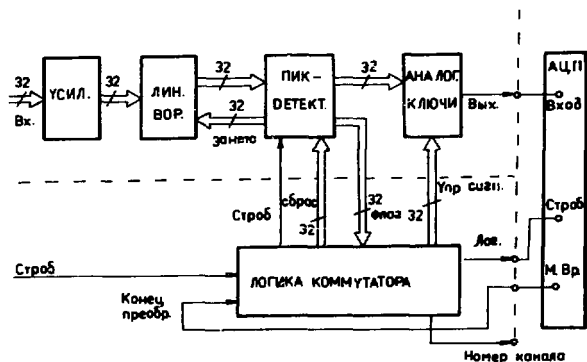


Рис. 1

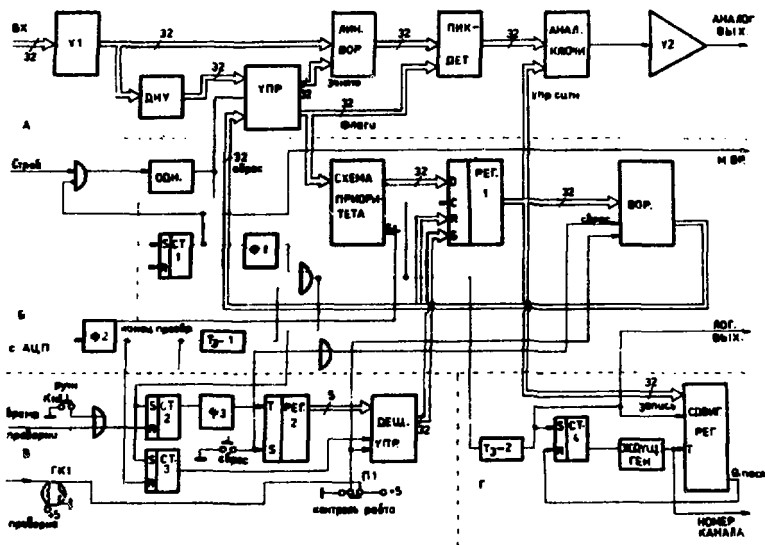


Рис. 2

$T = 0,2 + 0,01N$ , где  $N$  - номер канала АЦП, т.е.  $T \leq 5$  мкс при формировании 9-разрядного цифрового слова.

Более детально логика коммутатора показана на рис. 2. Она состоит из трех частей: устройства поочередного подключения каналов /Б/, схемы определения номера канала /Г/, цепи для выборочного подключения каналов /В/ с целью их проверки. При поступлении СТРОБА одновибратор выдает управляющий сигнал, который разрешает запоминание в пик-детекторах аналоговых сигналов, превышающих пороги дискриминаторов нижнего уровня /ДМУ/. Последнее сделано для того, чтобы отсеять шумы. Сигналы ФЛАГИ, возникающие на выходах сработавших каналов, используются для отбора подключения аналоговых ключей.

Особенностью описываемого коммутатора является отсутствие в нем традиционного сканирования всех каналов при помощи генератора и применение специального приоритетного устройства, позволяющего сканировать только те каналы, в которых хранится полезная информация, т.е. имеются ФЛАГИ; в результате не теряется время на опрос пустых каналов, как и, например, в [3,4], где описаны устройства другого типа. Приоритетное устройство состоит из 32 схем антисовпадений. На один из двух входов каждой такой схемы поступает соответствующий ФЛАГ, а на другой - сигнал запрета с выхода предыдущих схем /см. рис. 3/. Вначале

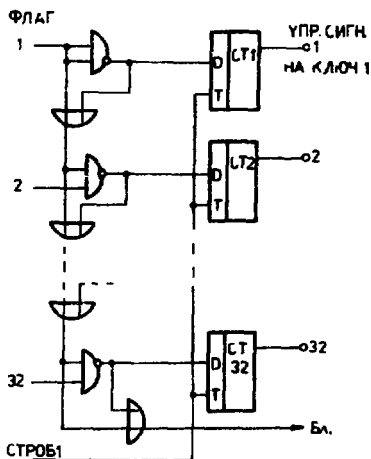


Рис. 3

регистрируется ФЛАГ, возникающий в канале с наименьшим номером, который заносится в регистр 1, и вырабатывается управляющий сигнал, подключающий только этот канал к АЦП. Сигнал "Конец преобразования", формируемый /Ф2/, через схему "Ворота" сбрасывает исследованный канал, снимает его ФЛАГ и в Рег.1 сразу открывает путь для ФЛАГА следующего канала независимо от того, находится ли он в соседнем канале или расположен дальше. Сигналом "Конец преобразования" через задержку ТЗ-1 осуществляется эта запись и подключается новый канал к АЦП. Цикл преобразования продолжается до тех пор, пока не останется ни одного ФЛАГА в группе. Тогда в схему приоритета снимается бло-

кировка /Бл./ для СТРОБА, и система готова принимать новую информацию. На аналоговом выходе прибора возникает серия сигналов, время между концом предыдущего и началом последующего сигнала составляет 0,5 мкс /ТЗ-1/.

Основным элементом схемы выработки номера канала является сдвигающий регистр, в котором при помощи СТРОБА проводится запись выходного состояния Рег.1 в соответствующий разряд регистра, и затем ждущим генератором осуществляется сдвиг, который останавливается при появлении на выходе  $Q_{\text{посл.}}$  записанного состояния. Число импульсов на выходе ждущего генератора определяет номер исследуемого канала. Это число вместе с цифровым словом из АЦП в конце времени Т посылается в буферную память, после чего вырабатывается сигнал "Конец преобразования".

Режим проверки выбирается либо ручным переключателем П1, либо командой из ЭВМ через реле-геркон /ГК-1/. В данном режиме СТРОБОМ запускаются триггеры СТ-3, СТ-2. Последний через формирователь ФЗ записывает единицу в пятиразрядный регистр 2, состояние которого с помощью дешифратора позволяет включить первый канал. Переключение на следующий канал производится либо кнопкой КН-1, либо командой "Время проверки" из ЭВМ. При этом сбрасывается триггер СТ-2, и с приходом нового СТРОБА в содержании Рег.2 прибавляется единица, а на выходе дешифратора возникает уровень, включающий следующий канал. Триггер СТ-3 вырабатывает импульс управления, заканчивающийся в конце преобразования.

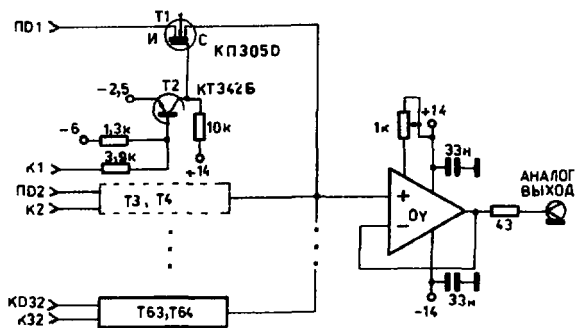


Рис. 4

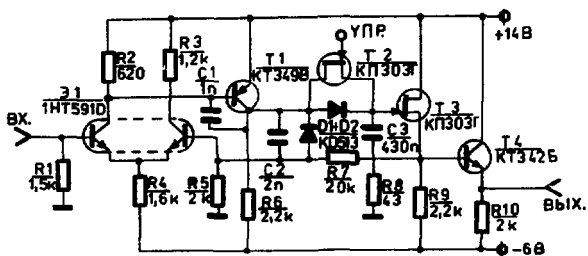


Рис. 5

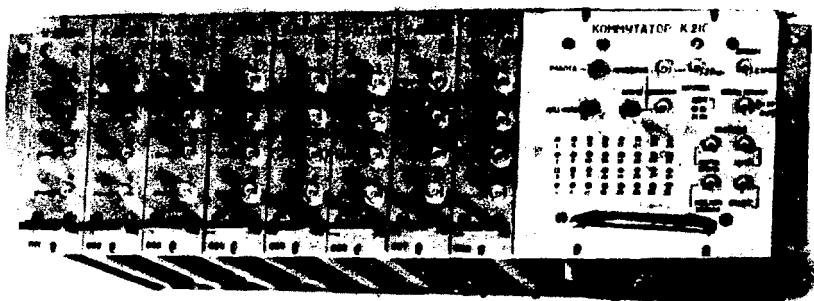


Рис. 6

Для передачи аналогового сигнала используются ключи, выполненные на МОП-транзисторах, которые подсоединяются к операционному усилителю, работающему как повторитель и обеспечивающему низкоомный выход /см. рис.4/.

Аналоговое запоминание в каждом канале осуществляется пик-детектором, схема которого приведена на рис.5. Схема построена на операционном усилителе, состоящем из дифференциальной пары Э-1, транзистора Т-1, повторителя на полевом транзисторе Т3 и цепи Д2, С3. Ключ на полевом транзисторе Т2 осуществляет быстрый разряд запоминающей емкости С3, а диод Д1 стабилизирует систему во время запоминания сигнала. Характеристики пик-детектора следующие: измеряемое выходное напряжение  $0,05 \pm 5$  В, уменьшение напряжения при запоминании -  $10^{-4}$  за 20 мкс, дрейф за сутки - 0,02 В, температурный коэффициент -  $2,5 \cdot 10^{-4}$  /°С, время нарастания - 0,2 мкс, время полного установления напряжения - 1,2 мкс, нелинейность передачи -  $\pm 0,5\%$ . Указанные характеристики являются суммарными для всего устройства и включают в себя также вклад от аналоговых ключей, линейных ворот и усилителей  $/Y_1/$ , выполненных на интегральных схемах <sup>15/</sup>. Пик-детектор обеспечивает одновременно дополнительное усиление сигнала в 10 раз.

Приведенные характеристики вполне подходят для работы с детекторами ядерных частиц, имеющими умеренное разрешение  $\geq 1\%$ .

На рис.6 показан общий вид одной группы системы, состоящей из 32 каналов и включающей в себя усилители. Требуемая мощность для системы составляет  $+6В \times 2,3А$ ,  $-6В \times 0,7А$ ,  $+14В \times 0,7А$ ,  $-14В \times 0,2А$ .

## ЛИТЕРАТУРА

1. Акимов Ю.К., Динь Ши Хьен, Нгуен Нгок Лам. В сб. "Тезисы первого Всесоюзного семинара по автоматизации научных исследований в ядерной физике и смежных областях". (Душанбе, 14-16 октября, 1980 г.) Душанбе, 1980, с.166.
2. Мерзляков С.И., Нгуен Нгок Лам. ОИЯИ, Р13-11818, Дубна, 1978.
3. Вишняков В.В. и др. ОИЯИ, Р10-5804, Дубна, 1971.
4. Куракев В.М. В сб. "Труды международного совещания по методике проволочных камер". ОИЯИ, Д13-9164, Дубна, 1975.
5. Акимов Ю.К. и др. ОИЯИ, Р13-80-506, Дубна, 1980.

Рукопись поступила в издательский отдел  
12 ноября 1980 года.