

е  
+

**ОБЪЕДИНЕННЫЙ  
ИНСТИТУТ  
ЯДЕРНЫХ  
ИССЛЕДОВАНИЙ  
ДУБНА**

608/2-81

9/2-81

13-80-703

С.Г.Басиладзе, Л.Лохоняи

**МНОГОКАНАЛЬНЫЙ ЗАРЯД-ЦИФРОВОЙ  
ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЬ ДЛЯ ГОДОСКОПИЧЕСКИХ  
РЕГИСТРИРУЮЩИХ СИСТЕМ**

*Направлено в ПТЭ*

**1980**

Многоканальные преобразователи заряд-цифра, применяемые для регистрации сигналов со сцинтилляционных спектрометров и многоканальных черенковских спектрометров, в большинстве случаев представляют собой набор индивидуальных преобразователей, связанных лишь общим строб-сигналом <sup>1/</sup>. С точки зрения быстродействия такая параллельная архитектура выгодно отличается от последовательных систем с использованием аналоговой памяти и поочередным подключением одного общего преобразователя ко всем каналам. Однако быстродействие параллельных систем достигается за счет значительных затрат оборудования, проявляющихся как в количестве интегральных схем и повышенной потребляемой мощности, так и в менее плотном размещении регистрирующих каналов. Существенный недостаток структуры с индивидуальными каналами состоит и в том, что она не позволяет вести считывание кодов только со сработавших каналов, что сильно увеличивает время считывания и требуемый объем памяти для хранения данных.

Поскольку при каждом импульсе запуска установки срабатывает сравнительно малое число каналов, можно получить существенную экономию оборудования, если небольшая группа регистраторов будет обслуживать относительно большое количество датчиков. В работе <sup>2/</sup> показано, что система, состоящая из индивидуальных преобразователей аналог-время и общего преобразователя время-код, работающего в мультистопном режиме, может обеспечить высокую эффективность регистрации и дает возможность считывать только значащую информацию. Описываемая в данной работе многоканальная система состоит из 16-канального преобразователя заряд-время /ЗВП/ с коэффициентом преобразования 80 нс/пК, и 10-разрядного время-цифрового преобразователя /ВЦП/, обслуживающего до 4 ЗВП и способного регистрировать до 16 временных интервалов в диапазоне  $0 \div 20$  мкс. При большой множественности /среднем количестве регистрируемых аналоговых сигналов/ ограниченное число регистрирующих каналов и ограниченное быстродействие коммутатора, подключающего индивидуальные каналы к общему преобразователю, могут вызвать ощутимые потери или искажения информации. Расчеты показывают, что такая 64-канальная система может регистрировать в среднем до 6 сигналов с эффективностью 98% <sup>2/</sup>. При большей множественности необходимо уменьшить число ЗВП, обслуживаемых одним ВЦП. К преимуществам описываемой системы можно

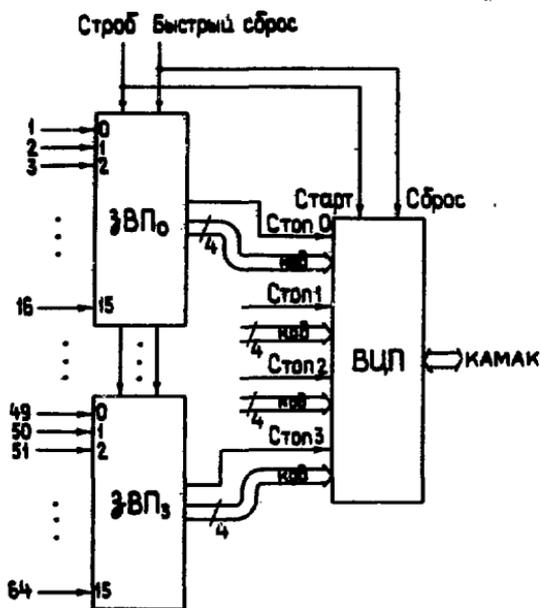


Рис. 1. Общая структурная схема заряд-цифрового преобразователя.

также отнести наличие входа быстрого сброса ЗВП, понижающего мертвое время системы, высокую стабильность и небольшую потребляемую мощность.

Важная особенность системы состоит в том, что блок время-цифрового преобразования можно также использовать и для годоскопических систем с регистрацией наносекундных временных интервалов, например, для дрейфовых камер. Для этого к нему вместо ЗВП должны быть подключены экспандеры /ВВП/, расширяющие диапазон измеряемых интервалов до  $20 \text{ мкс}^{3/}$ .

Работа описываемой системы происходит следующим образом /см.

рис. 1/. Общий строб-сигнал переключает линейную схему пропускания на входах ЗВП из нормально закрытого состояния в открытое. Этот же сигнал является старт-импульсом для ВЦП, запускающим 10-разрядный счетчик тактовой серии частотой 50 МГц.

В течение строб-сигнала происходит заряд конденсатора входным сигналом и режимным током входного каскада. Наличие режимного тока приводит к тому, что даже при нулевом входном сигнале накапливается определенный заряд в конденсаторе /величина этого "пьедестала" зависит от длительности строб-сигнала и составляет, как правило,  $5 \div 10\%$  от полного диапазона/. По окончании строб-сигнала осуществляется линейный разряд конденсатора, в конце которого вырабатывается короткий сигнал / $\sim 10 \text{ нс}$ /, на общем выходе "Стоп" ЗВП и одновременно с ним - 4-разрядное слово, представляющее двоичный код номера данного канала.

Первый стоп-сигнал, поступивший на вход ВЦП, запускает одновибратор, который запрещает регистрацию стоп-сигналов и тем самым создает временной порог для подавления импульсов из несработавших каналов. Последующие стоп-сигналы, несущие отличную от нуля информацию, поступая на вход ВЦП, записывают в его

память текущее содержание синхронного счетчика, наряду с номером сработавшего канала /4-разрядный код номера в блоке ВЦП дополняется еще 2 разрядами, соответствующими номеру ЗВП/. В конце преобразования в память ВЦП будут записаны 16-разрядные слова, количество которых равно числу импульсов, поступивших на входы в момент строб-сигнала. Шесть старших разрядов каждого слова соответствуют номеру сработавшего канала / $0 \div 63$ /, а 10 младших - зарегистрированному заряду в данном канале. Количество максимально регистрируемых сигналов /16/ определяется емкостью памяти ВЦП, считывание которой производится через магистраль КАМАК.

Под действием сигнала быстрого сброса, поступающего с системы отбора событий, прекращается процесс преобразования в блоках ЗВП, и все их схемы возвращаются в исходное состояние за время 1,5 мкс. Погрешность измерения, осуществляемого непосредственно вслед за сигналом быстрого сброса, составляет менее 0,1%.

Блок-схема ЗВП приведена на рис. 2. Строб-сигнал через линейную схему пропускания подключает входы  $0 \div 15$  на интеграторы. Подключенный к входу интегратора компаратор служит для выделения временного интервала. Продифференцированные срезы импульсов с компараторов поступают на шифратор, который на выходе "ИЛИ" вырабатывает общий стоп-сигнал, а на выходах

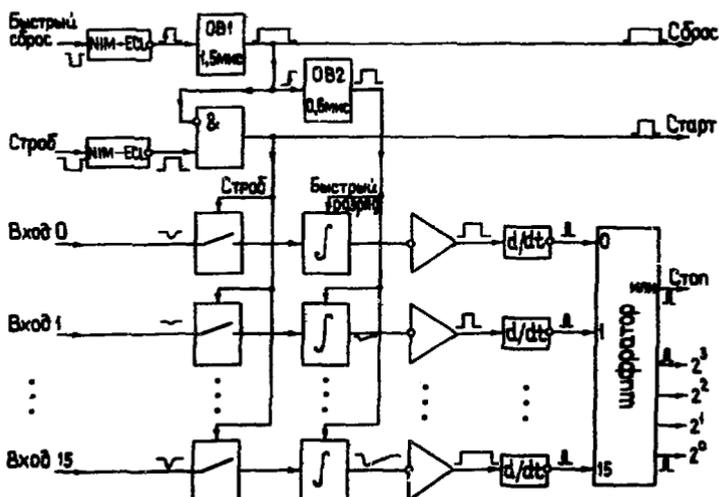


Рис. 2. Блок-схема преобразователя заряд-время.

$2^0 \div 2^3$  - код сработавшего канала. Сигнал быстрого сброса запускает одновибратор 0В1 для блокировки строб-сигнала, а также одновибратор 0В2, выходным сигналом которого производится быстрая разрядка интеграторов. Времени выдержки 0В2 /0,6мкс/ достаточно для полной разрядки конденсаторов, а дополнительное время 0,9 мкс /разность выдержек 0В1 и 0В2/ необходимо для полного восстановления исходного состояния.

На рис. 3 приведена принципиальная схема одного канала ЗВП. Преобразование заряд-временной интервал осуществляется при помощи гибридной интегральной микросхемы М1, подробно описанной в /4/. На входе схемы поддерживается нулевой потенциал дифференциальным усилителем, обеспечивающим также малое входное сопротивление / - 1 Ом/. Диоды D1, D2 защищают схему от импульсных перегрузок, а цепочка R1, C1 служит для улучшения высокочастотного согласования входа. Начальный ток входного каскада задается резистором R2 и регулируется общим для всех каналов потенциометром /до 120 мкА/.

Парафазный строб-сигнал /уровни ЭСЛ/ управляет схемой пропускания, к выходу которой подключены конденсатор C2, источник разрядного тока и компаратор с нелинейной отрицательной обратной связью. В исходном состоянии компаратор работает в линейном режиме, транзистор в цепи обратной связи приоткрыт /через него течет разрядный ток/, на конденсаторе C2 поддерживается тем самым напряжение покоя +6В. При появлении на входе компа-

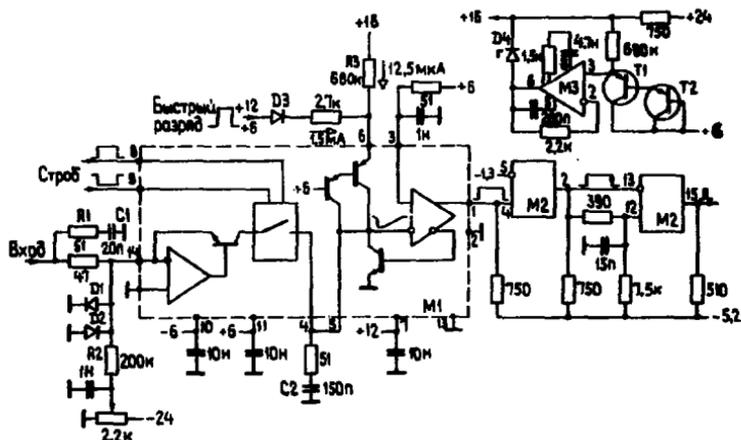


Рис. 3. Принципиальная схема одного канала ЗВП. М1 - гибридная микросхема; М2 - К500ЛП15; М3 - 153УД1; Т<sub>1</sub>, Т<sub>2</sub> - КТ349Б; D1, D2 - КД513А; D3 - КД503Б; D4 - Д818Е.

ратора отрицательного сигнала обратная связь разрывается и на выходе схемы /вывод 1/ получается отрицательный импульс в уровнях ЭСЛ, длительность которого пропорциональна измеряемому заряду. Импульс проходит через повторитель /выход 2 M2/ на вход дифференцирующей схемы, выделяющей конец временного интервала. Длительность сигнала на выходе 15 схемы M2 /10 нс/ определяется интегрирующей цепочкой на ножке 12.

Для уменьшения температурной зависимости разрядного тока, задаваемого резистором R3, разность потенциалов между выводом 6 гибридной схемы и шиной +16В поддерживается постоянной. Это достигается с помощью повторителя M3, добавляющего к напряжению опорного диода D4 напряжение эмиттер-база транзисторов T1, T2, которое компенсирует дрейф входа разрядного тока.

Преобразователь заряд-время выполнен в виде блока КАМАК единичной ширины. Основные его характеристики: входные сигналы - отрицательные с длительностью  $\geq 5$  нс; входное сопротивление - 50 Ом; уровень перекрестных наводок между входами - менее 0,05%; входы "Строб" и "Быстрый сброс" работают от отрицательных сигналов NIM; все выходные сигналы - положительные ЭСЛ; диапазон преобразования - 256 пК/20 мкс; интегральная нелинейность - менее 0,3%; температурный дрейф коэффициента преобразования -  $2 \cdot 10^{-4}$  /°C; температурный дрейф "пьеDESTала" - 0,02 пК/°C; потребляемая мощность - 0,5 Вт/канал.

Время-цифровой преобразователь описан в работе /3/. Он также представляет собой блок КАМАК шириной 1М. Основные характеристики: входы работают от положительных импульсов ЭСЛ; диапазон измеряемых интервалов - 20 мкс; число градаций преобразования -  $2^{10}$ ; мертвое время стоп-входов - 35 нс; считывание данных производится функцией F(2) по любому субадресу A/0/ ÷ A/15/, структура слова: R1 ÷ R10 - преобразованный в двоичный код временной интервал, R11 ÷ R16 - адрес датчика; потребляемая мощность - 12 Вт.

Описанная система позволяет получить плотность размещения в среднем более 12 каналов на станцию КАМАК, причем большинство из этих станций не нуждается в связи с ЭВМ. Уровень потребления мощности составляет всего 0,7 Вт/канал. При настройке следует отрегулировать величины "пьеDESTалов" во всех блоках ЗВП так, чтобы стоп-сигналы с несработавших каналов поступали на вход ВЦП в узком диапазоне времени /100 ÷ 200 нс/. Большой разброс в моментах появления стоп-сигналов требует увеличения временного порога ВЦП, а это, в свою очередь, приводит к уменьшению динамического диапазона регистрируемых сигналов. При калибровке системы следует подавать тест-сигналы одновременно не более чем на 16 входов /число калибруемых каналов ограничено емкостью памяти ВЦП/, причем амплитуды тест-сигналов в разных каналах должны различаться настолько, чтобы исключить наложения стоп-сигналов на входе ВЦП.

В заключение авторы считают своим долгом выразить благодарность П.К.Маньякову за полезные обсуждения, а также В.И.Какуриной за техническую помощь.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Le-Croy Fast-pulse Instrumentation Catalog, USA, 1975.
2. Басиладзе С.Г., Лохоняи Л. ПТЭ, 1979, № 6, с. 72.
3. Басиладзе С.Г., Лохоняи Л. ОИЯИ, 13-80-137, Дубна, 1980.
4. Басиладзе С.Г. и др. ОИЯИ, 13-80-514, Дубна, 1980.

Рукопись поступила в издательский отдел  
31 октября 1980 года.