

ИНСТИТУТ ЯДЕРНОЙ ФИЗИКИ
СО АН СССР

26

В.Я.Сазанский, А.А.Шейнгейзхт

**РЕГИСТРАТОР ОДНОКРАТНЫХ
ИМПУЛЬСНЫХ СИГНАЛОВ АФИ - 16**

ПРЕПРИНТ ИЯФ 79 - 37

Новосибирск

В.Я.Сазанский, А.А.Шейнгейхт

РЕГИСТРАТОР ОДНОКРАТНЫХ
ИМПУЛЬСНЫХ СИГНАЛОВ АФИ-16

А Н Н О Т А Ц И Я

Описывается устройство для регистрации наносекундных импульсных сигналов. В основу работы прибора положен принцип запоминания сигнала в 16 точках, равномерно расставленных во времени, с последующим измерением встроенным АЦП и передачей данных в ЭВМ. Прибор выполнен в стандарте КАМАК.

Анализатор формы импульсов АФИ-16 предназначен для регистрации однократных импульсных сигналов наносекундного диапазона с последующей передачей результатов измерения в ЭВМ. Длительность импульсов лежит в пределах 10-90 н.сек., частотный спектр исследуемого сигнала 150-200 МГц.

В основу работы АФИ-16 положен принцип запоминания сигнала в нескольких точках, расположенных равномерно на временной оси. Запоминание сигнала происходит в аналоговых запоминающих устройствах (АЗУ).

Принципиальная схема АЗУ приведена на рис.1. Основным узлом схемы является диодный линейный пропускатель (ДЛП), нагруженный на емкость C_0 . Управление ДЛП осуществляется двумя последовательно включенными ррп и прп транзисторами (КТ 316, КТ 363). В нормальном состоянии напряжение на емкости C_0 следит за входным напряжением. С приходом строб-импульса T_{CO} открываются транзисторы T_1, T_2 , которые формируют два противофазных напряжения, закрывающих пропускатель. Напряжение на емкости C_0 сохраняется равным напряжению сигнала в момент прихода импульса T_{CO} . Через эмиттерный повторитель и ключ (T_5) это напряжение поступает на буферную емкость C_B (3000 п.ф.), которая обеспечивает хранение сигнала на время, необходимое для измерения всех 16 АЗУ при помощи АЦП.

На рис.2 показано положение строб-импульсов T_{CO} во всех 16 АЗУ. Интервал времени между импульсами T_{C1} и T_{C2} обеспечивает заряд емкости C_B до напряжения сигнала U_{CO} с заданной точностью (1%).

Рассмотрим основные параметры АЗУ. Следует отметить, что положение нулевой линии (т.е. напряжения на выходе АЗУ при $U_{bx} = 0$) в данной схеме не зависит от медленных дрейфов ДЛП и транзисторов, стоящих перед C_B . Основной вклад в сдвиг нулевой линии вносят набросы заряда на емкости C_0 и C_B при коммутации. Смещение нулевой линии, вызванное коммутационными помехами коммутатора К1 (микросхема 590КН-1 см.рис.4) и транзистора T_5 составляет величину 100-150 мВ. Величина напряжения U_H , вызванная набросами заряда на емкость C_0 при включении ДЛП имеет вид:

$$U_H = U_{\phi}(a_2 - a_1) - U_{bx} \cdot (a_2 + a_1)$$

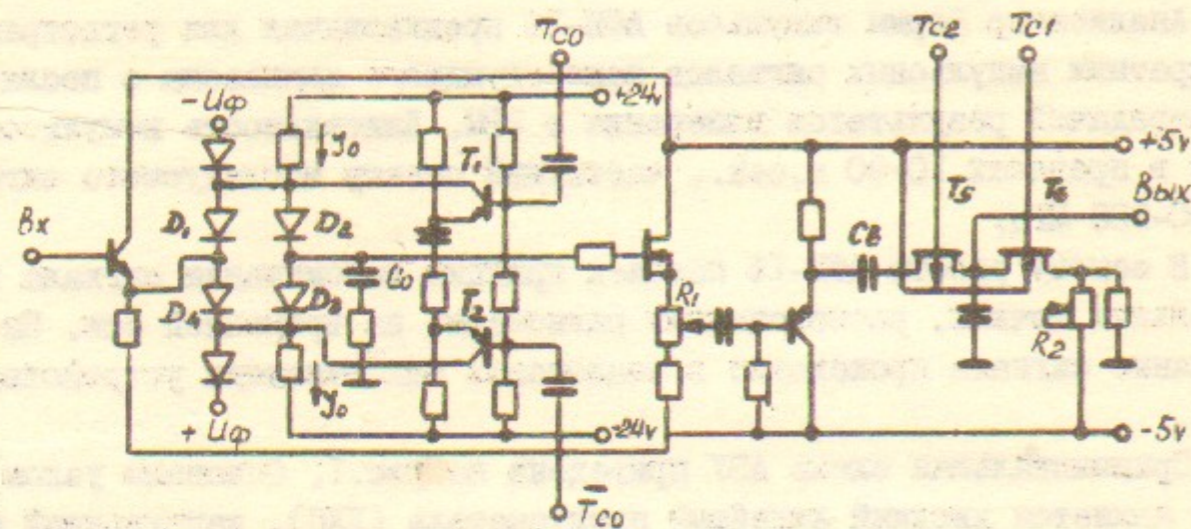


Рис. 1

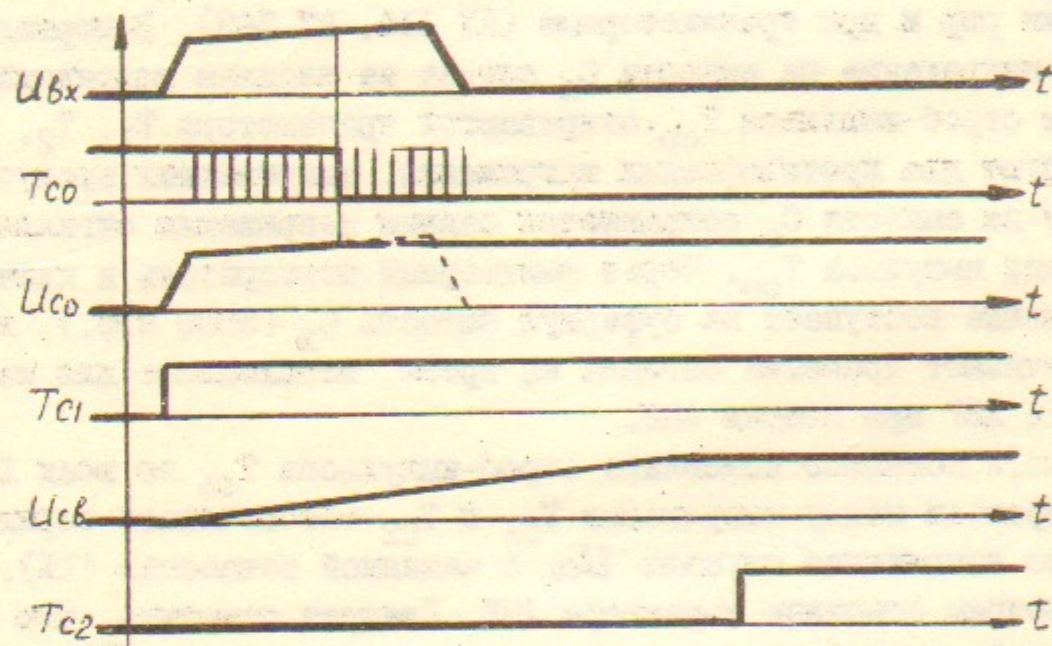


Рис. 2

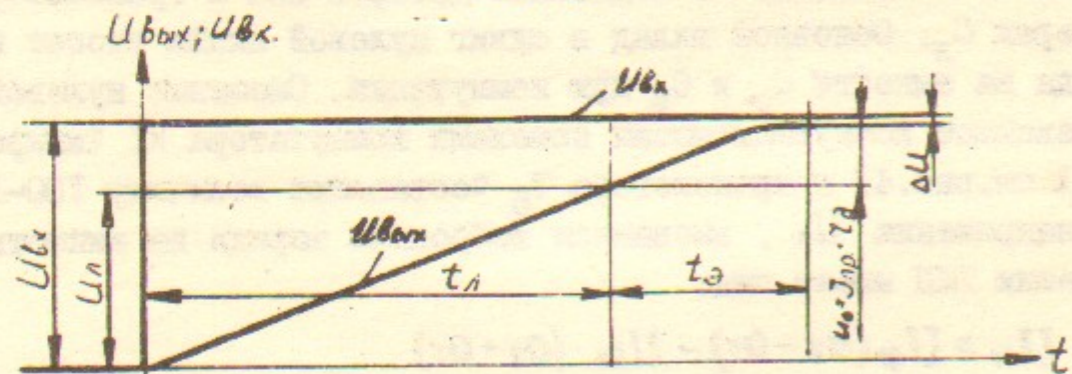


Рис. 3

где U_{ϕ} - напряжение запертия ДЛШ

$$a_1 = \frac{C_{g1} + C_{m1}}{C_0}; \quad a_2 = \frac{C_{g2} + C_{m2}}{C_0}$$

C_g и C_m - соответственно емкость диода и монтажная емкость. В этой формуле первый член определяет величину смещения нулевой линии и при полной симметрии схемы обращается в нуль. Второй член формулы фактически определяет изменение коэффициента передачи K

$$K = K_0 [1 - (a_1 + a_2)]$$

где K_0 - коэффициент передачи эмиттерных повторителей (см. рис. 1). В формулах не учтена величина зависимости C от напряжения. При $C_g + C_m = 1 + 1,5$ п.ф. и емкости $C_0 = 16$ пф эквивалентный коэффициент передачи из-за набросов заряда на емкость C_0 снижается на 16-20%. Для выравнивания коэффициента передачи K и положения нулевой линии всех АЗУ в схему введены резисторы R_1 и R_2 .

Оценим время установления напряжения на емкости C_0 при подаче на вход ДЛШ функции включения с амплитудой U_{bx} (рис. 3). Реальную вольт-амперную характеристику диода представим с помощью кусочно-линейной аппроксимации: U_c - напряжение отсечки; R_g - динамическое сопротивление диода. Очевидно, что в первый момент времени весь ток I_0 течет в емкость C_0 - при этом идет ее линейный заряд $U_{c0} = \frac{I_0 \cdot t}{C_0}$. Так будет происходить до тех пор пока напряжение на емкости не достигнет величины $U_{bx} - I_0 R_g = U_{bx} - U_0$ (рис. 3). С этого момента открыты все четыре диода и начинается экспоненциальный заряд емкости с постоянной времени $\tau = R_g \cdot C_0$. Если задаться величиной абсолютной погрешности по напряжению ΔU , с которой ДЛШ должен обрабатывать сигнал, то время экспоненциального заряда t_2 определится:

$$t_2 = -\tau \cdot \ln \frac{\Delta U}{I_0 \cdot R_g}$$

Полное время установления $t = \frac{U_{bx} - U_0}{I_0} \cdot C_0 + t_2$

При воздействии на вход реального сигнала эквивалентная схема ДЛШ может быть представлена RC - цепью, если $|U_{bx} - U_0| \leq U_0$, т.е. когда все четыре диода открыты. Такое условие выполняется, когда скорость нарастания входного сигнала меньше I_0/C_0 или когда амплитуда входного сигнала меньше U_0 (при любой скорости на-

растания). Реальная постоянная времени всего АЗУ определяется с учетом внутреннего сопротивления источника сигнала и равна 0,8-0,5 н.сек.

Блок-схема прибора представлена на рис.4. Входной сигнал поступает на схему синхронизации СС и через линию задержки на входы 16 АЗУ. С выхода каждого АЗУ напряжение соответствующее мгновенному значению сигнала в заданных (по времени) точках поступает на коммутатор K_1 и далее на АЦП. Цифровой код сигнала записывается в ЗУ и через интерфейс КАМАК передается в ЭВМ.

Рассмотрим подробнее работу схемы. Схема синхронизации вырабатывает импульс, который поступает на вход регулируемой линии задержки РЛЗ. На выходе РЛЗ генерируется 16 быстрых импульсов, которые определяют момент запоминания сигнала в каждом АЗУ. (Рис.2). РЛЗ выполнена на 16 последовательно включенных инвертора микросхем 100 ЛЛ 01. Изменение временного расстояния между импульсами (т.е. шага дискретизации) производится за счет изменения тока выходных эмиттерных повторителей микросхем. Минимальный шаг дискретизации Δt определяется согласно теореме Котельникова $\Delta t = \frac{1}{2f_0}$. При высшей частоте в спектре сигнала 200 МГц $\Delta t = 2,5 \cdot 10^{-9}$ сек. В схеме заложено пять градаций шагов дискретизации 2, 3, 4, 5, 6 н.сек. Переключение шага дискретизации производится от ЭВМ через регистр управления (РУ) по команде $F_{17}(A_0)$ (таблица 1).

Кроме управления быстрыми ключами АЗУ, схема синхронизации выдает импульс T_{C1} , который совместно с импульсом T_{C2} управляет работой медленных ключей АЗУ. Временной интервал между ними задается мультивибратором М. Одновременно с импульсом T_{C2} запускается генератор Г и взводится триггер ТЗС, который блокирует прохождение последующих запусков. Импульсы генератора стартуют АЦП и поступают на вход счетчика СА, который устанавливает адреса коммутатора K_1 . Таким образом осуществляется процесс поочередного подключения каждого АЗУ ко входу АЦП и измерение соответствующего аналогового сигнала. С приходом стартового импульса на АЦП включается интегратор (микросхема 553УД1). См.рис.5. На выходе АЦП генерируется пилообразное напряжение $-3 + +3$ В. Нуль орган, образованный компаратором сигнала, компаратором нуля и схемой "исключающее ИЛИ" определяет знак числа и интервал времени пропорциональный измере-

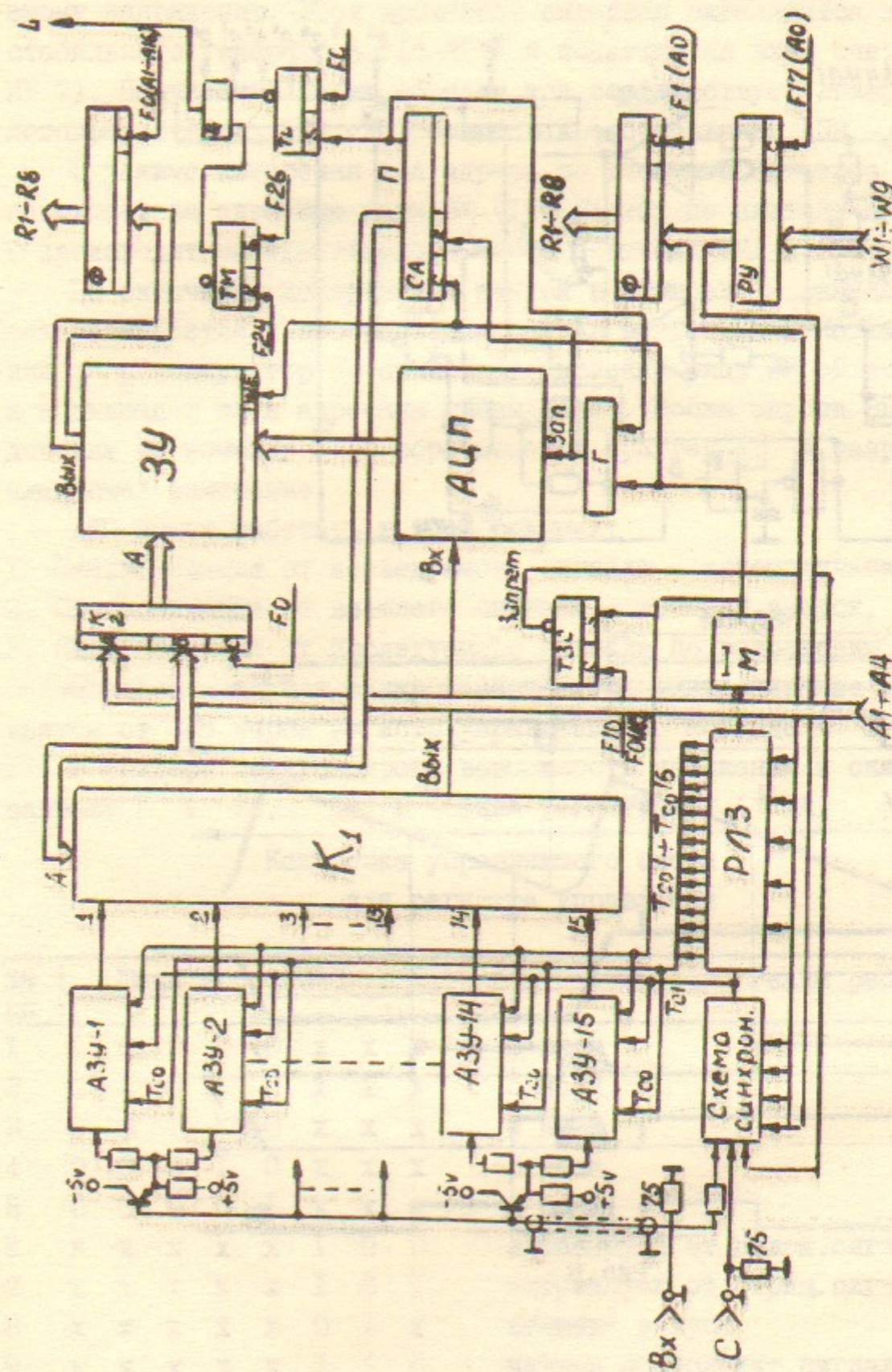


Рис. 4

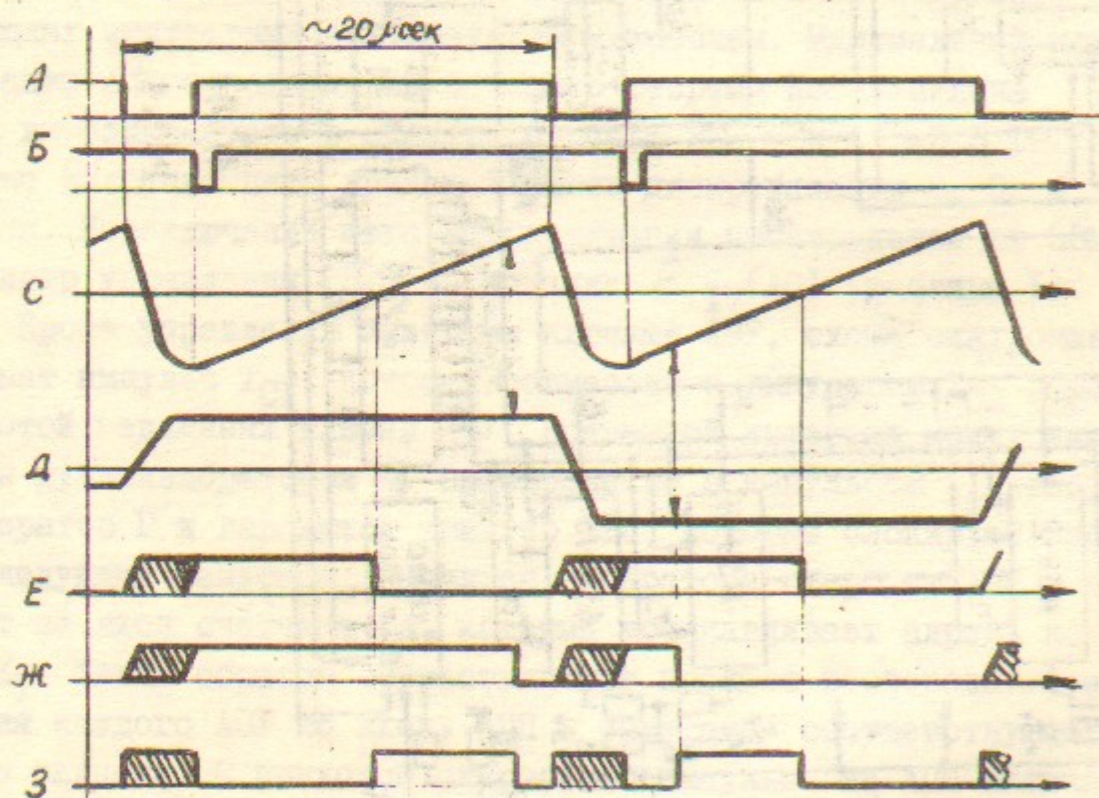
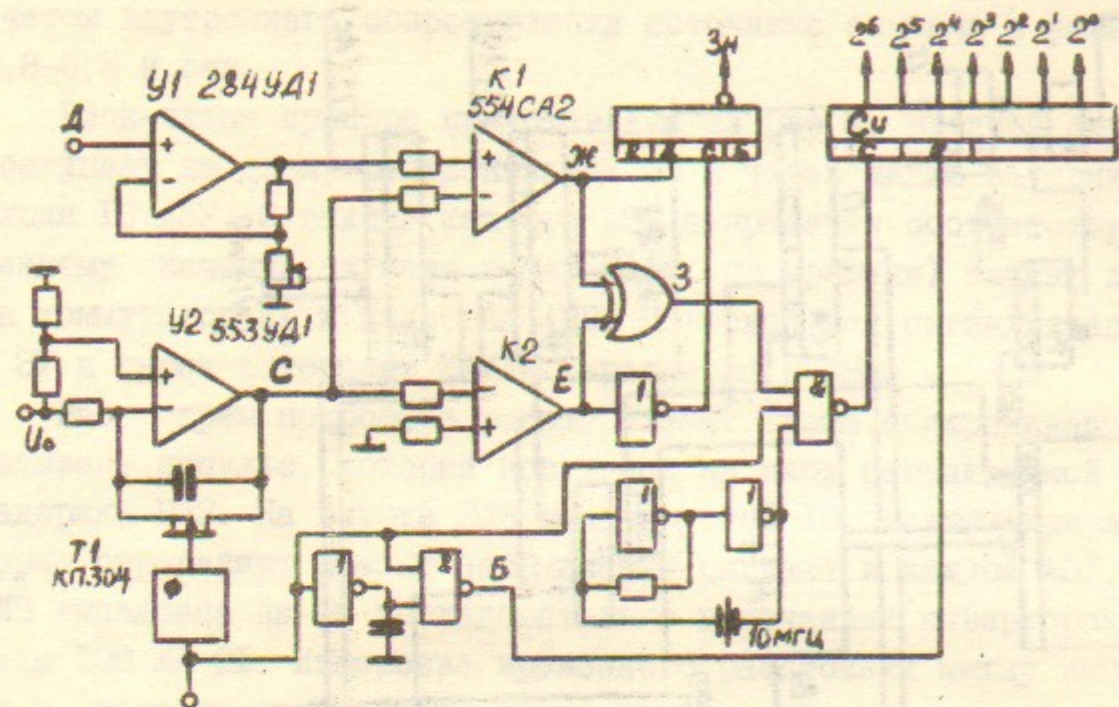


Рис. 5

емому напряжению. Этот временной интервал заполняется импульсами стабильного генератора (10 МГц) и подается на вход счетчика (I38 ИЕ 7). Полученный таким образом код соответствует измеряемому аналоговому сигналу АЗУ. Погрешность преобразования АЦП — $5 \cdot 10^{-3}$

В режиме измерения код адреса со счетчика СА через коммутатор поступает на адресные шины ЗУ (I55 РУ 2); по сигналу с генератора Г происходит запись готового числа с выхода АЦП в ЗУ.

По окончании измерения и записи в ЗУ всех 16 каналов генератор останавливается и возбуждается сигнал запроса L. По команде чтения F₀ коммутатор К₂ отключает адресные шины ЗУ от счетчика СА и подключает их к адресным шинам КАМАК. После опроса ЭВМ 16 каналов или по команде F₁₀ сбрасывается триггер ТЗС и разрешается следующее измерение.

АФИ может работать в трех режимах:

1. Синхронизация от исследуемого сигнала — автоматический запуск.
2. Синхронизация от внешнего сигнала — внешний запуск.
3. Синхронизация от исследуемого сигнала по разрешению от внешнего импульса — ждущая синхронизация. Вид синхронизации устанавливается от ЭВМ через регистр управления по команде F₁₇ (таблица I). В приборе предусмотрена возможность наложения и снятия маски запроса F (24, 26) и чтения регистра РУ (F_{1A₀}).

Кодировка управляющего слова
для регистра управления

№№ ПП	Шины	САМАС	Режим работы
1	I 0 0 0 0	x x x	2 нсек
2	0 I 0 0 0	x x x	3 нсек
3	0 0 I 0 0	x x x	4 нсек
4	0 0 0 I 0	x x x	5 нсек
5	0 0 0 0 I	x x x	6 нсек
6	x x x x x	I 0 0	автозапуск от полож. сигнала
7	x x x x x	I 0 I	автозапуск от отриц. сигнала
8	x x x x x	0 I x	внешний запуск
9	x x x x x	I I 0	ждущая от положит. сигнала
10	x x x x x	I I I	ждущая от отрицательного сигнала

Конструктивно блок выполнен в стандарте КАМАК и занимает модуль 4М.

Основные параметры:

- | | |
|---|-----------------------|
| 1. Входное сопротивление | - 50 Ом |
| 2. Диапазон входных напряжений | - ± 2 В |
| 3. Собственное время нарастания при входном сигнале 1 В | - 3 н.сек |
| 4. Шаг дискретизации | - 2, 3, 4, 5, 6 н.сек |
| 5. Дрейф шага дискретизации | - 0,2 %/град |
| 6. Импульс синхронизации - положительный 1-5 В | |

Авторы считают своим приятным долгом выразить благодарность А.Р.Фролову за участие в данной работе.

Работа поступила - 4 мая 1979 г.

Ответственный за выпуск - С.Г.ПОПОВ
Подписано к печати 17.У-1979 г. МН 06304
Усл. 0,6 печ.л., 0,5 учетно-изд.л.
Тираж 250 экз. Бесплатно
Заказ № 37.

Отпечатано на ротапинтере ИЯФ СО АН СССР