

Н. 69

28

ИНСТИТУТ ЯДЕРНОЙ ФИЗИКИ
СО АН СССР

В.И.Нифонтов, А.Д.Хильченко

РЕГИСТРАТОР ОДНОКРАТНЫХ ИМПУЛЬСНЫХ СИГНАЛОВ "ИМПУЛЬС - А"

БИБЛИОТЕКА
Института ядерной
физики СО АН СССР
ИНВ. № _____

ПРЕПРИНТ ИЯФ 79 - 39

Новосибирск

В.И. Нифонтов, А.Д. Хильченко

РЕГИСТРАТОР ОДНОКРАТНЫХ ИМПУЛЬСНЫХ
СИГНАЛОВ "ИМПУЛЬС-А"

А н н о т а ц и я

Описан прибор, построенный на основе АЦП параллельного типа, предназначенный для использования в системах регистрации быстропротекающих процессов. Прибор позволяет измерять текущие значения входного сигнала через каждые 10 нс с погрешностью $\pm 1,5\%$, накапливать результаты измерений в БЗУ емкостью 128 слов и выводить накопленные данные в ЭВМ. Прибор выполнен в стандарте КАМАК.

V4

В некоторых физических экспериментах возникает задача фиксации формы однократных импульсных сигналов, длительность которых меняется в широких пределах — от нескольких десятков наносекунд до сотен микросекунд. Традиционные методы регистрации таких сигналов, основанные на применении осциллографов с запоминанием и фиксирующих фотокамер, приводят к большим затратам времени на обработку осциллограмм и, как правило, не обладают необходимой точностью.

Использование в подобных случаях ЭВМ открывает широкие возможности, но требует создания специальной аппаратуры для регистрации однократных сигналов цифровыми методами.

В ИЯФ СО АН СССР разработано несколько таких устройств, полностью заменяющих осциллографические каналы регистрации [1]. Ниже описывается один из наиболее быстродействующих приборов этой серии — "Импульс-А".

Регистратор однократных процессов "Импульс-А" построен на базе быстродействующего АЦП параллельного преобразования и включает в себя, кроме АЦП, следующие основные узлы (рис.1):

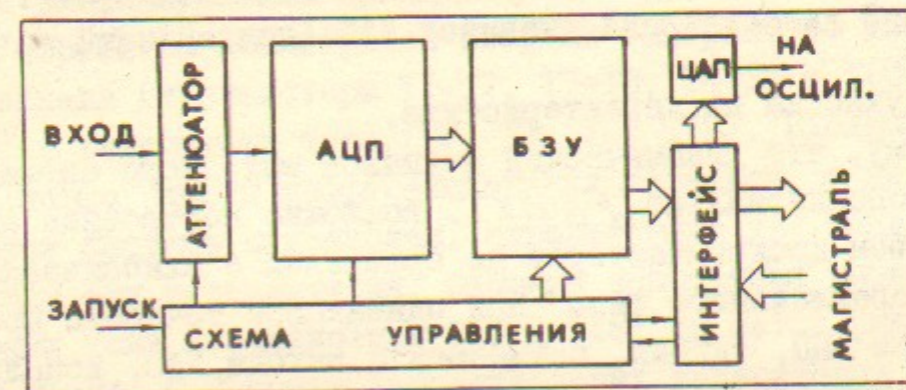


Рис.1.

буферное запоминающее устройство (БЗУ), интерфейс к системе КАМАК, схему управления, цифроаналоговый преобразователь (ЦАП). Кратко остановимся на процессе обработки входного сигнала. Сигнал поступает на вход АЦП через программно-управляемый аттенуатор. АЦП осуществляет преобразование текущего значения входного сигнала в код,

КЧ

который далее фиксируется в БЗУ через заданные схемы управления промежутки времени. Предусмотрен режим работы, при котором момент фиксации данных определяется поступлением внешнего строб-импульса. Запись данных в БЗУ происходит до заполнения всего объема памяти. По окончании этого процесса блок переходит в режим вывода накопленных данных. Вывод данных может осуществляться в ЭВМ через магистраль крейта либо через встроенный ЦАП на осциллограф. Переход от одного режима к другому, в зависимости от состояния блока, выполняется автоматически или программно.

Рассмотрим подробнее принципы построения основных узлов регистратора. Наиболее ответственным и определяющим практически все метрологические характеристики прибора, является узел АЦП. При его построении использованы устройства амплитудной свертки сигнала (УАС) и быстродействующие параллельные компараторные секции.

Амплитудная характеристика УАС описывается выражением [2]:

$$U_{вых} = \begin{cases} U_{вх} - j U_c & j = 0, 2, 4, \dots \\ (1+j) U_c - U_{вх} & j = 1, 3, 5, \dots \end{cases}$$

где $U_{вых}$ и $U_{вх}$ — значения выходного и входного сигналов;
 U_c — выходной динамический диапазон УАС (приведенный ко входу);
 j — номер участка на характеристике.

Благодаря тому, что динамический диапазон выходного сигнала УАС сокращается пропорционально j_{max} , возможно построение АЦП с меньшим количеством дискриминаторов по сравнению с классическим преобразователем параллельного типа при одинаковой точности преобразования. В таком АЦП, сигнал, снимаемый с выхода УАС, используется для определения младших разрядов кода малоразрядным преобразователем. Старшие разряды кода определяются с помощью отдельных компараторов, срабатывающих в точках излома амплитудной характеристики УАС [3].

При построении АЦП использованы два УАС, амплитудные характеристики которых имеют по одной точке излома и сдвинуты друг относительно друга на $U_c/2$ (рис.2).

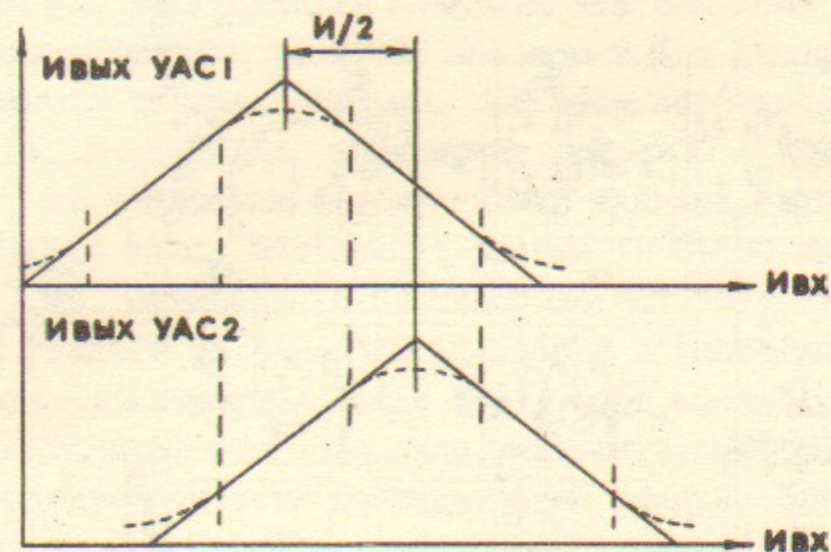


Рис. 2.

В этом случае, нелинейный участок сигнала на выходе УАС1 (точка излома), имеет место тогда, когда выходной сигнал УАС 2 линейно связан с выходным сигналом. К выходу каждого из УАС подключается параллельная компараторная секция. Обе компараторные секции идентичны. На рис.3 показана принципиальная схема построения АЦП.

Устройства амплитудной свертки содержат по два дифференциальных каскада (транзисторы Т1-Т2, Т7-Т8, Т4-Т5 и Т10-Т11, соответственно) и генератора тока (Т3, Т9, Т6, Т12). Входной сигнал подается на левые входы дифференциальных каскадов, а на другие входы подаются опорные напряжения, определяющие для каждого из каскадов середину зон переключения. Опорные напряжения вырабатываются генераторами тока (транзисторы Т13 и Т18) на сетке разносящих сопротивлений R1+R4. С помощью дополнительных генераторов тока (транзисторы Т19 и Т20) можно сместить характеристики УАС в область положительных, знакопеременных или отрицательных значений сигнала.

Каждый из дифференциальных каскадов в УАС работает как управляемый входным сигналом переключатель тока. При указанных на принципиальной схеме номиналах резисторов и токе генератора тока, рав-

KY

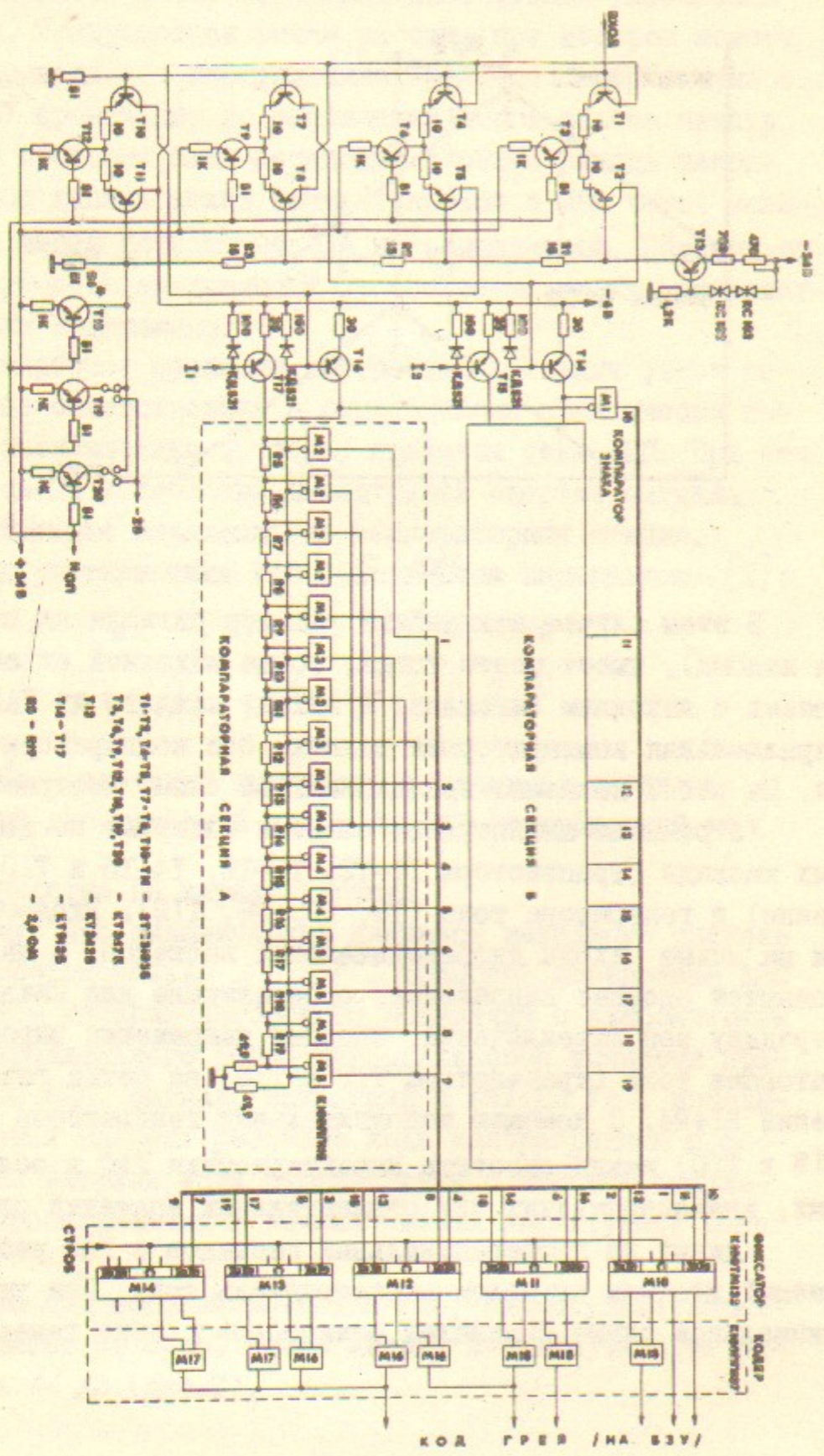


Рис. 3.

KY

ном 10 мА, нелинейность коэффициента передачи дифференциального каскада составила величину меньшую 2% в диапазоне изменения управляющего сигнала ± 125 мВ. При этом, переключение тока от уровня $0,01 I_0$ до $0,99 I_0$ происходит при $U_{вх} = \pm 250$ мВ (где $I_0 = 10$ мА).

В соответствии с полученными данными, полный динамический диапазон УАС по входу был принят равным 1В (± 500 мВ, 0 ± 1 В, 0 ± 1 В).

Токи, снимаемые с противоположных плеч дифференциальных каскадов каждого из УАС, суммируются, и подаются на входы следующего каскада (транзисторы Т14 и Т16). Этот каскад имеет малое выходное сопротивление, что позволило уменьшить постоянную времени перезаряда входной емкости компараторной секции. Для уменьшения влияния температурного дрейфа транзистора и нелинейности его характеристики, в базовую цепь включен корректирующий диод, а в эмиттерную цепь - резистор. Генераторы тока, (транзисторы Т15 и Т17) формирующие на резистивной сетке компараторной секции ($R5 + R19$ и $R5^I + R19^I$) опорные напряжения, выполнены аналогично выходному каскаду УАС. Такое решение снижает влияние на компараторы синфазных помех.

Компараторные секции, подключенные к выходам УАС, содержат по 16 компараторов, реализованных на дифференциальных приемниках с линии К100ЛП15. На один из входов каждого компаратора подается сигнал от УАС, а на второй вход - соответствующее опорное напряжение с резистивной сетки. Благодаря тому, что элементы К100ЛП15 имеют открытые эмиттерные выходы, возможно попарное объединение выходов компараторов по схеме "или". Это позволило сократить количество выходных шин компараторных секций с 16 до 9.

Кроме компараторных секций, в состав АЦП входит индивидуальный компаратор, фиксирующий разницу между выходными сигналами первого и второго УАС. Этот компаратор предназначен для определения значения старшего разряда АЦП.

На элементах К100ТМ133 реализована схема фиксации состояния компараторов. Сигналы, снимаемые с выходов схемы фиксации, преобразуются кодером (элементы К100ЛП107) в шестизначный код Грея.

Кратко рассмотрим особенности построения буферного запоминающего устройства (БЗУ). Скорость приема данных и разрядность БЗУ определяются параметрами АЦП и составляют 10^8 слов/сек и 6 разрядов, соответственно. Необходимую скорость приема данных обеспечи-

КЧ

вают ЗУ, построенные на основе ЭСЛ-элементов, имеющих большую мощность рассеяния. В то же время, процесс, для регистрации которых предназначен прибор, носит импульсный характер, с малой частотой повторения. В связи с этим, организация БЗУ предусматривает возможность импульсного питания всех элементов, реализованных на ЭСЛ-логике.

Структура построения БЗУ показана на рис.4. В его состав входят: два быстрых ЗУ (ЗУ1 и ЗУ2), емкостью по 64 шестизрядных слова каждое, осуществляющие прием данных от АЦП поочередно; транслятор уровней ЭСЛ - ТТЛ; преобразователь кода Грея в двоичный код (2); ОЗУ, емкостью 128 шестизрядных слов; схема управления режимами работы БЗУ и его адресацией; схема импульсного питания (1).

Перед началом рабочего цикла, программным образом, либо по внешнему импульсу, включается питание АЦП, адресной части схемы управления и быстрых ЗУ. Начало цикла записи в БЗУ определяется по моменту поступления внешнего импульса запуска. После заполнения всего объема быстрой памяти (128 слов) происходит переход к режиму передачи накопленных данных в ОЗУ. По окончании этого процесса, с узлов, указанных выше, снимается питание. Дальнейшие операции, связанные с выводом данных из ОЗУ, осуществляются по сигналам, поступающим с магистрали крейта. В качестве элементов памяти использованы ЭСЛ ЗУ типа К500РУ148 и КМОП ЗУ типа К564РУ2А.

Остановимся на работе схемы импульсного питания (рис.5). В исходном состоянии транзисторы Т2, Т3 и Т4 закрыты, а емкость С1 заряжена до напряжения -16 В через цепочку R1, Т1 от источника -24 В. Резистор R1 ограничивает максимальный ток заряда емкости на уровне 100 мА. При поступлении на вход S триггера питания (ТП) импульса "подготовка", открываются транзисторы Т2 и Т3. На базу транзистора Т4 подается потенциал $U_5 = -6 В$. Транзистор Т4 открывается и, разряжая емкость С1, формирует на Rн напряжение $U_{вых} = U_5 - U_{БЭ} \approx 5,2 В$. Выключение источника импульсного питания осуществляется одновременно с появлением сигнала запроса на обслуживание (L), говорящего о окончании рабочего цикла регистратора. Максимальная длительность импульса на выходе схемы питания, при указанных номиналах и токе нагрузки равном 4 А, составляет 10 мс.

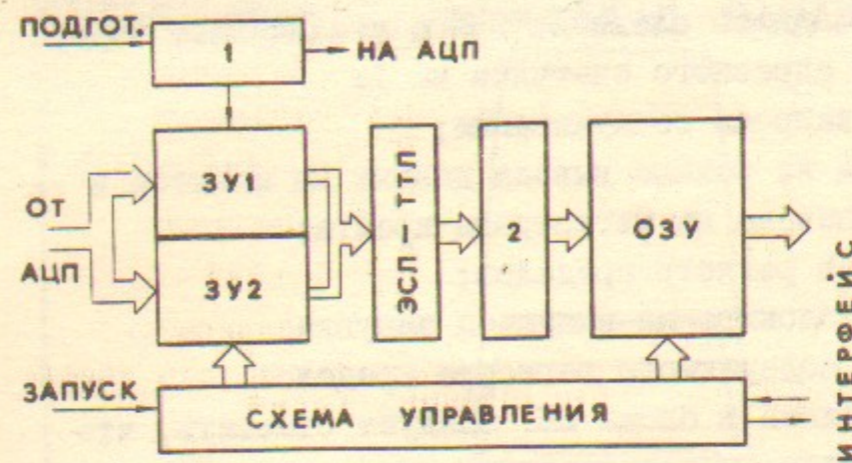


Рис.4.

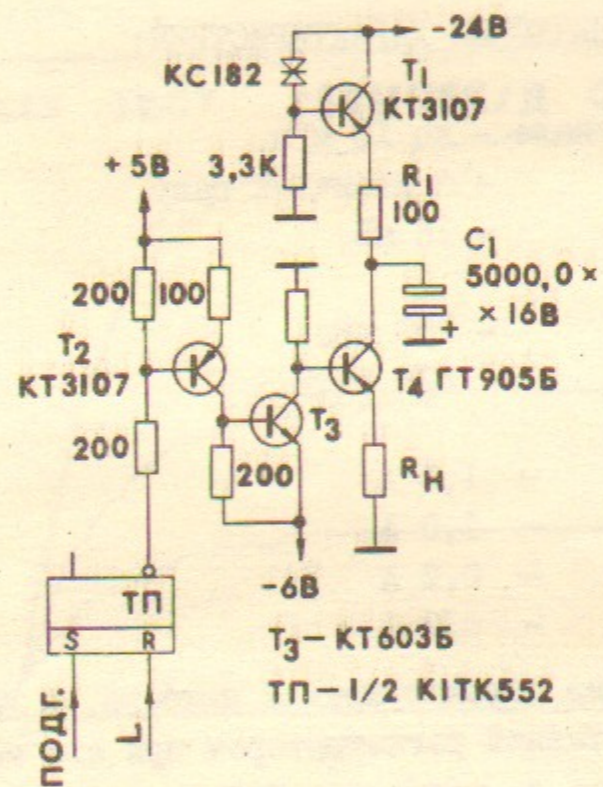


Рис.5.

VH

Интерфейсный узел прибора реализует следующий список команд:

- F0A0 R1÷R6 - чтение одного слова из ОЗУ с увеличением содержимого адресного счетчика на 1;
- F10A0 - сброс запроса обслуживания;
- F11A0 - переход из режима вывода данных на монитор в режим вывода на магистраль крейта;
- F17A0 W1÷W8 - запись в регистр пределов;
- F26A0 - снятие блокировки импульса запуска;
- F1A0 R1÷R8 - чтение содержимого регистра пределов.

Конструктивно прибор выполнен в блоке 2М. Следует отметить, что широкополосность компонентов, использованных при построении регистратора, предъявляет жесткие требования к качеству компоновки блока и его монтажа.

ОСНОВНЫЕ ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ:

- Полоса обрабатываемого сигнала - до 10 МГц,
- Разрядность - 6 двоичных разр.,
- Величина кванта - 16 мВ,
- Максимальная частота дискретизации - 100 МГц,
- Емкость памяти - 128 слов,
- Потребляемые токи:
 - от источника +6 В - 1,0 А
 - 6 В - 1,0 А
 - +24 В - 0,2 А
 - 24 В - 0,2 А

На рис.6 показаны переходные характеристики прибора, а на рис.7 - реальный сигнал, обработанный регистратором при его использовании в физическом эксперименте на установке ГОЛ-1.

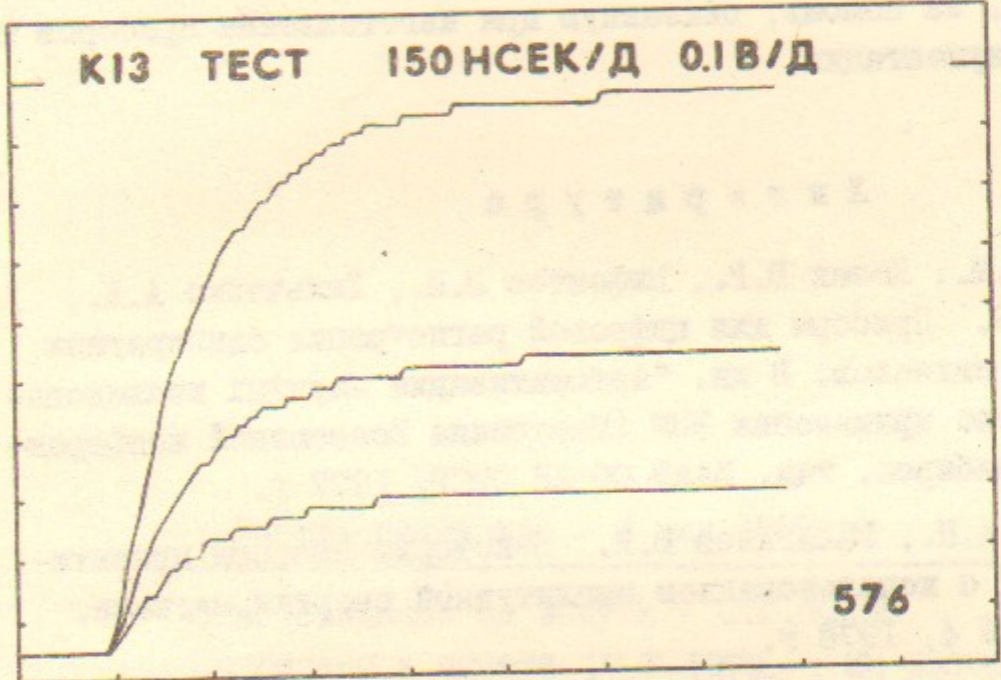
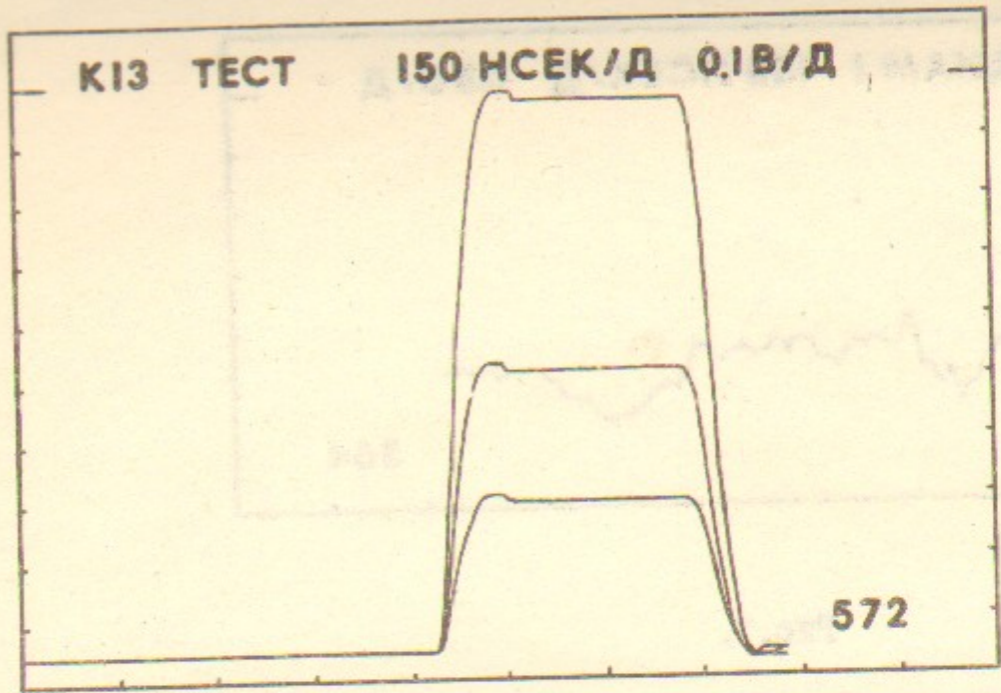


Рис.6.

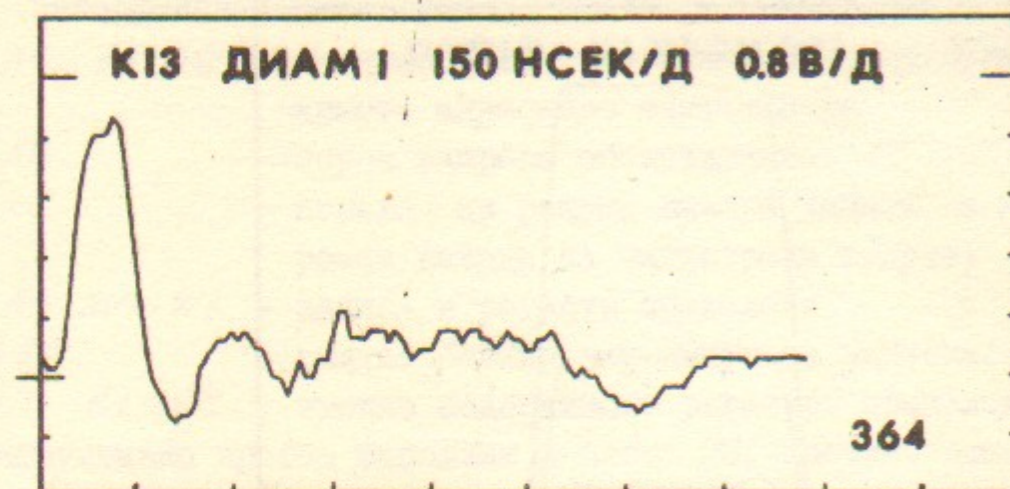


Рис. 7.

Авторы выражают благодарность Матвееву Н.И., Вьюгову Г.И. и Скорюшину А.А. за помощь, оказанную при изготовлении приборов и оформлении документации.

Л и т е р а т у р а

1. Батраков А.М., Козак В.Р., Нифонтов В.И., Хильченко А.Д., Чуканов В.В. Приборы для цифровой регистрации однократных импульсных сигналов. В кн. "Автоматизация научных исследований на основе применения ЭВМ (Материалы Всесоюзной конференции)". Новосибирск, изд. ИАиЭ СО АН СССР, 1977 г.
2. Касперович А.Н., Шалагинов Ю.В. Некоторые вопросы проектирования АЦП с использованием амплитудной свертки сигнала. *Автометрия* № 4, 1978 г.
3. *Arbel A. Kuzz R. FAST ADS IEEE Trans Nucl. Sci. 1975. vol NS-22 N1 p. 446-451*

Работа поступила - 4 мая 1979 г.

Ответственный за выпуск - С.Г. ПОПОВ
 Подписано к печати 17.V-1979 г. МН 06306
 Усл. 0,7 печ.л., 0,6 учетно-изд.л.
 Тираж 250 экз. Бесплатно
 Заказ № 39.

Отпечатано на ротапинтере ИЯФ СО АН СССР