



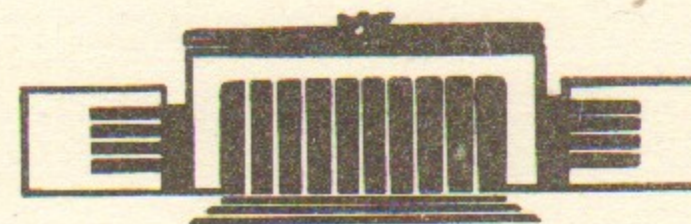
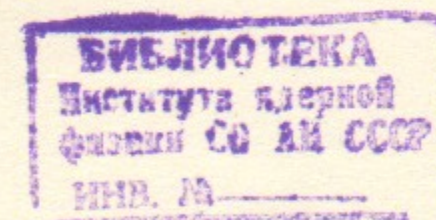
ИНСТИТУТ ЯДЕРНОЙ ФИЗИКИ СО АН СССР

2

В.П.Черепанов, А.А.Яценко

БЛОК СИНХРОНИЗАЦИИ АЦП ДЛЯ  
ИЗМЕРЕНИЯ ВЫСОКОЧАСТОТНЫХ  
ПЕРИОДИЧЕСКИХ СИГНАЛОВ С  
ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СТРОБОСКОПИЧЕСКОГО  
ОСЦИЛЛОГРАФА

ПРЕПРИНТ 84-08



НОВОСИБИРСК

БЛОК СИНХРОНИЗАЦИИ АЦП ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЯ  
ВЫСОКОЧАСТОТНЫХ ПЕРИОДИЧЕСКИХ СИГНАЛОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СТРОБОСКОПИЧЕСКОГО ОСЦИЛЛОГРАФА

В.П.Черепанов, А.А.Яценко

Аннотация

Описан блок синхронизации АЦП типа "цифровой осциллограф", предназначенный для организации передачи осциллографической информации, отображаемой на экране стробоскопического осциллографа, в ОЗУ АЦП с целью ее последующей обработки в ЭВМ.

Система, включающая стробоскопический осциллограф, блок синхронизации и сравнительно медленный АЦП, позволяет оцифровывать высокочастотные периодические сигналы с разрешением во времени в десятки пикосекунд. Блок выполнен в стандарте КАМАК.

## Введение

В ИЯФ СО АН СССР широкое распространение получил метод цифровой осциллографии, позволяющий оперативно обрабатывать с помощью ЭВМ информацию о форме исследуемых сигналов [1]. Область применения этого метода ограничена сравнительно большими временами дискретизации сигналов. В то же время, времена дискретизации сигналов, обеспечиваемые современными стробоскопическими осциллографами, достигают десятков пикосекунд и менее. Описываемый блок позволяет ввести в ЭВМ с помощью сравнительно медленного АЦП типа АЦП-101 [2] информацию о форме периодического высокочастотного сигнала, отображаемого на экране ЭЛТ стробоскопического осциллографа типа С1-70.

### Стробоскопический осциллограф

Как известно [3], принцип стробоскопического осциллографирования заключается в том, что с использованием быстрого и медленного ступенчатого пилообразных напряжений разверток из периодического сигнала производятся последовательные выборки. Каждая из этих выборок производится с задержкой во времени относительно предыдущей таким образом, что на экране осциллографа воспроизводится исходный сигнал, растянутый во времени с коэффициентом трансформации:

$$q = T_p / T$$

где  $T_p = N/F$  - реальная длительность развертки (т.е. длительность ступенчатого пилообразного напряжения развертки - СПН);

$T = N \cdot \Delta t$  - эффективная длительность развертки (т.е. длительность быстрого пилообразного напряжения развертки - БПН);

$N$  - число элементов изображения (точек считывания);

$F$  - частота повторения строб-импульсов (тактовая частота);

$\Delta t$  - шаг считывания (величина временного сдвига каждого строб-импульса относительно предыдущего).

Этот сигнал имеется также на выходе блока стробоскопического усилителя (СУ). На выходе блока стробоскопической развертки (СР) имеется ступенчатое пилообразное напряжение развертки, синхронное с осциллограммой исследуемого сигнала.

Длительность элемента изображения  $\tau = 1/F$  для СР Я40-2700

является величиной постоянной, причем [3],  $\tau \geq 25$  мкс (стробоскопическая развертка Я40-2700 применяется в качестве сменного блока в универсальных осциллографах С1-70, С1-74, С8-12, С8-13, С8-14). Таким образом, напряжение, соответствующее отдельному элементу изображения, может быть измерено сравнительно медленным АЦП. Количество элементов изображения  $N$  может устанавливаться регулятором ТОЧКИ/ДЕЛ. в пределах  $50 \pm 40\% + 1000 \pm 30\%$ . Т.е. АЦП должен располагать ОЗУ соответствующего объема. Поставленной задаче удовлетворяет, в частности, широко применяемый в ИЯФ АЦП-101 [2].

Нестабильность запуска БПН в нормальных условиях не превышает  $0,07$  нс  $\pm 0,01$  Тр [3]. Практически, при однократном ходе СПН, нестабильность запуска БПН по меньшей мере на порядок меньше, чем это требуется согласно [3]. Таким образом, с применением СР может быть достигнуто разрешение сигналов во времени до  $10$  нс и менее.

#### Блок синхронизации

На рис.1 изображена функциональная схема блока синхронизации (БС) и схема его включения в измерительную систему. Последняя включает в себя стробоскопический осциллограф типа С1-70, выносные усилители ВУ1 и ВУ2, собственно БС и АЦП типа АЦП-101. На рис.2 показаны временные диаграммы сигналов, действующих на выходах стробоскопического усилителя (СУ) и стробоскопической развертки (СР) осциллографа - диаграммы "а" и "б" соответственно. Сравнительно высокое выходное сопротивление этих выходов (порядка  $10$  к) при наличии значительных емкостей кабельных трасс, связывающих осциллограф с БС (порядка  $1$  нФ при длине трасс  $10$  м), обуславливает применение выносных кабельных усилителей. Эти усилители собраны по схеме истоковых повторителей (ИП), питание которых осуществляется непосредственно по сигнальным кабелям от генераторов тока, расположенных в БС. Размах аналогового сигнала на выходе СУ осциллографа С1-70 достигает  $8$  В, если его изображение на экране ЭЛТ осциллографа достигает полного размера экрана, независимо от устанавливаемой чувствительности СУ. На выходе СУ также имеется постоянное напряжение смещения, величина которого зависит от устанавливаемой чувствительности СУ. Это смещение, как и постоянная со-

ставляющая сигнала, фильтруются фильтром верхних частот (элементы С1, R3;  $\tau = 10$  с), а с целью снижения амплитуды сигнала, действующего на входе ИП ВУ1, устанавливается делитель (элементы R1, R2;  $R2/(R1 + R2) = 1/2$ ). В БС сигнал усиливается усилителем К до исходного уровня и подается на вход АЦП.

Размах СПН на выходе СР осциллографа С1-70 равен  $20$  В и не зависит от количества ступенек СПН, устанавливаемое регулятором ТОЧКИ/ДЕЛ. осциллографа. Сигнал СПН дифференцируется цепью С2, R4 ( $\tau = 6$  мкс), при этом он приобретает вид "в" (Рис.2), и поступает на вход ИП ВУ2 и далее - на формирователь импульсов синхронизации (ФИС) БС. Здесь отрицательные импульсы сигнала "в", соответствующие обратному ходу СПН, компарируются и из них (при наличии разрешения от интерфейса БС) формируется положительный импульс запуска АЦП, фронт которого совпадает с началом обратного хода СПН. Положительные импульсы сигнала "в", совпадающие во времени с началами отдельных элементов ступенчатого аналогового сигнала СУ также компарируются. Надежное компарирование имеет место во всем диапазоне изменения числа элементов сигнала. Далее эти импульсы задерживаются на время около  $20$  мкс, стандартизуются и подаются на вход "таймер" АЦП. Время задержки, с одной стороны, должно в несколько раз превышать время нарастания ступенек сигнала, с другой стороны должно быть менее минимально допустимого периода тактовой частоты СР, т.е.  $25$  мкс.

Началу рабочих циклов БС должна предшествовать команда "Z" от интерфейса КАМАК. Рабочий цикл БС состоит в следующем. После получения от интерфейса КАМАК команды разрешения записи информации в ОЗУ АЦП - команда F(30), в момент начала обратного хода СПН осциллографа, ФИС БС формирует импульс запуска АЦП и последовательность таймирующих импульсов (ТИ), соответствующих однократному ходу СПН. Импульс запуска АЦП сбрасывает счетчик адреса ОЗУ АЦП в ноль и в ОЗУ АЦП, начиная с нулевой ячейки, по мере поступления ТИ, записываются коды, соответствующие текущим значениям сигнала на входе АЦП. Число ТИ, соответствующее числу переданных в ОЗУ АЦП значений последовательных элементов сигнала, подсчитывается 16-разрядным двоичным счетчиком. По окончании однократного хода СПН, БС выставляет сигнал запуска на обслуживание (L), если это не было запре-

щено командой F (24), и становится пассивным. После этого следует произвести чтение числа переданных элементов сигнала из буферного регистра счетчика ТИ БС - команда F (0) - и чтение соответствующего количества ячеек ОЗУ АЦП. БС игнорирует последующие команды F (30) - при этом  $Q=0$ , до тех пор, пока источник запроса L не будет сброшен по команде F (10).

#### Интерфейс КАМАК

NA(0)F(24) - маскирование запроса ( $Q=0$ )  
 NA(0)F(26) - размаскирование запроса ( $Q=0$ )  
 NA(0)F(8) - проверка запроса ( $Q=L$ )  
 NA(0)F(10) - сброс запроса ( $Q=0$ )  
 NA(0)F(30) - активизация БС ( $Q=1$ )  
 NA(0)F(0) - чтение регистра счетчика таймирующих импульсов ( $Q=0$ )

Блок использует команды Z, I и ответ X.

#### Технические характеристики БС

	мин.	ном.	макс.
Размах аналогового сигнала СУ, В			10
Длительность элемента сигнала, мкс	25	50	
Число элементов сигнала	30		1500
Размах СПН блока СР, В	15	20	25
Длительность обратного хода СПН, мкс	25	30	
Амплитуда импульса запуска АЦП, В		5	
Длительность импульса запуска АЦП, мкс		1	
Амплитуда таймирующих импульсов, В		5	
Длительность таймирующих импульсов, мкс		1	
Задержка таймирующих импульсов, мкс		20	
Габариты БС		1М	
Токи, потребляемые от источников питания, А:			
+6 В			1,0
+24 В			0,1
-24 В			0,1

Авторы признательны Медведко А.С. за поддержку настоящей работы.

#### Литература

1. Батраков А.М., Козак В.Р. и др. Приборы для цифровой регистрации однократных импульсных сигналов. - В кн. "Автоматизация научных исследований на основе применения ЭВМ". (Материалы Всесоюзной конференции). Новосибирск, изд. ИГиЭ СО АН СССР, 1977.
2. Батраков А.М., Козак В.Р., Нифонтов В.И. Регистратор однократных сигналов АЦП-101. Препринт ИЯФ СО АН СССР, 79-36.
3. Развертка стробоскопическая Я40-2700 (IP71). Техническое описание и инструкция по эксплуатации, ГВ2.081.029 ТО, 1979.

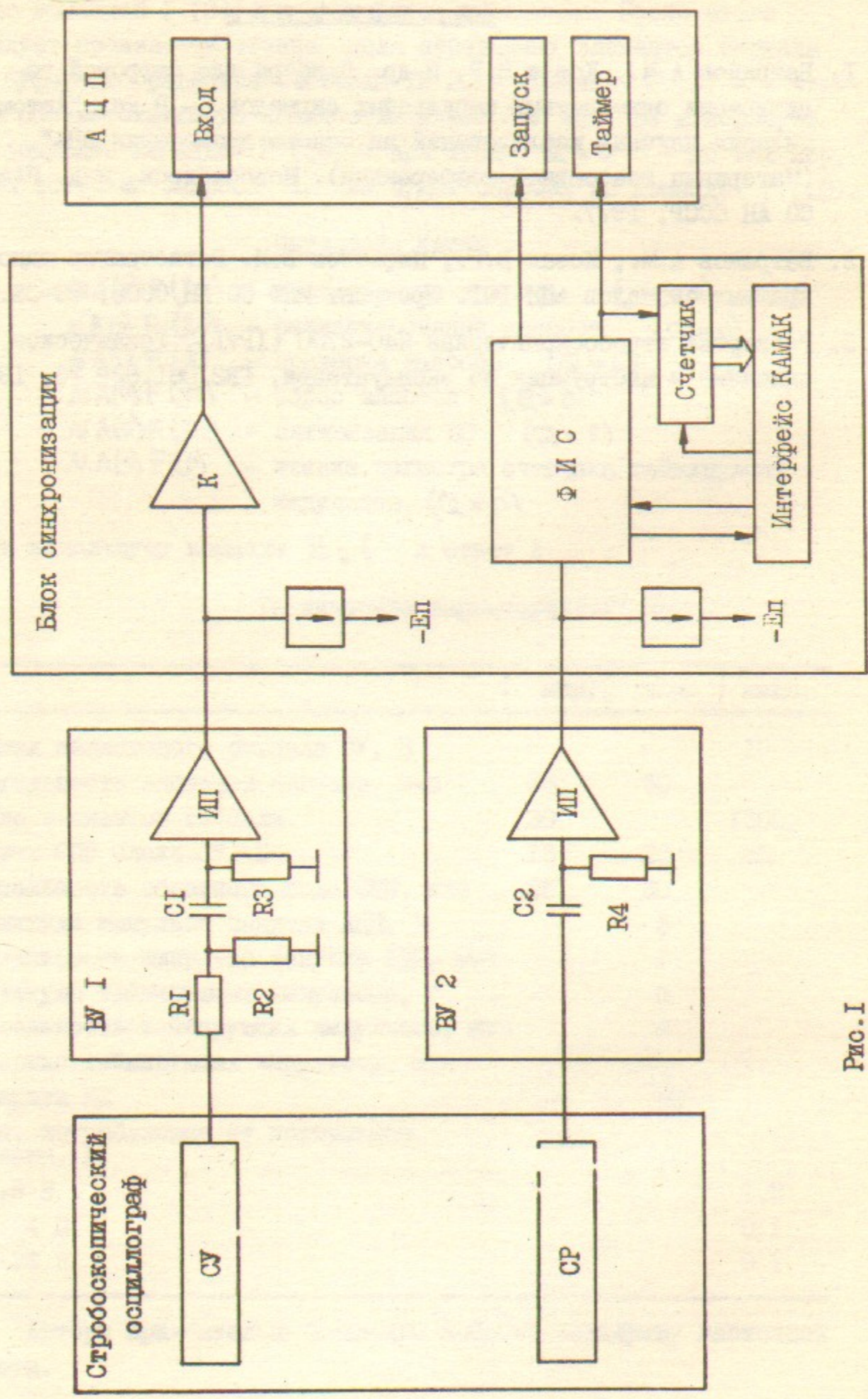


Рис. 1

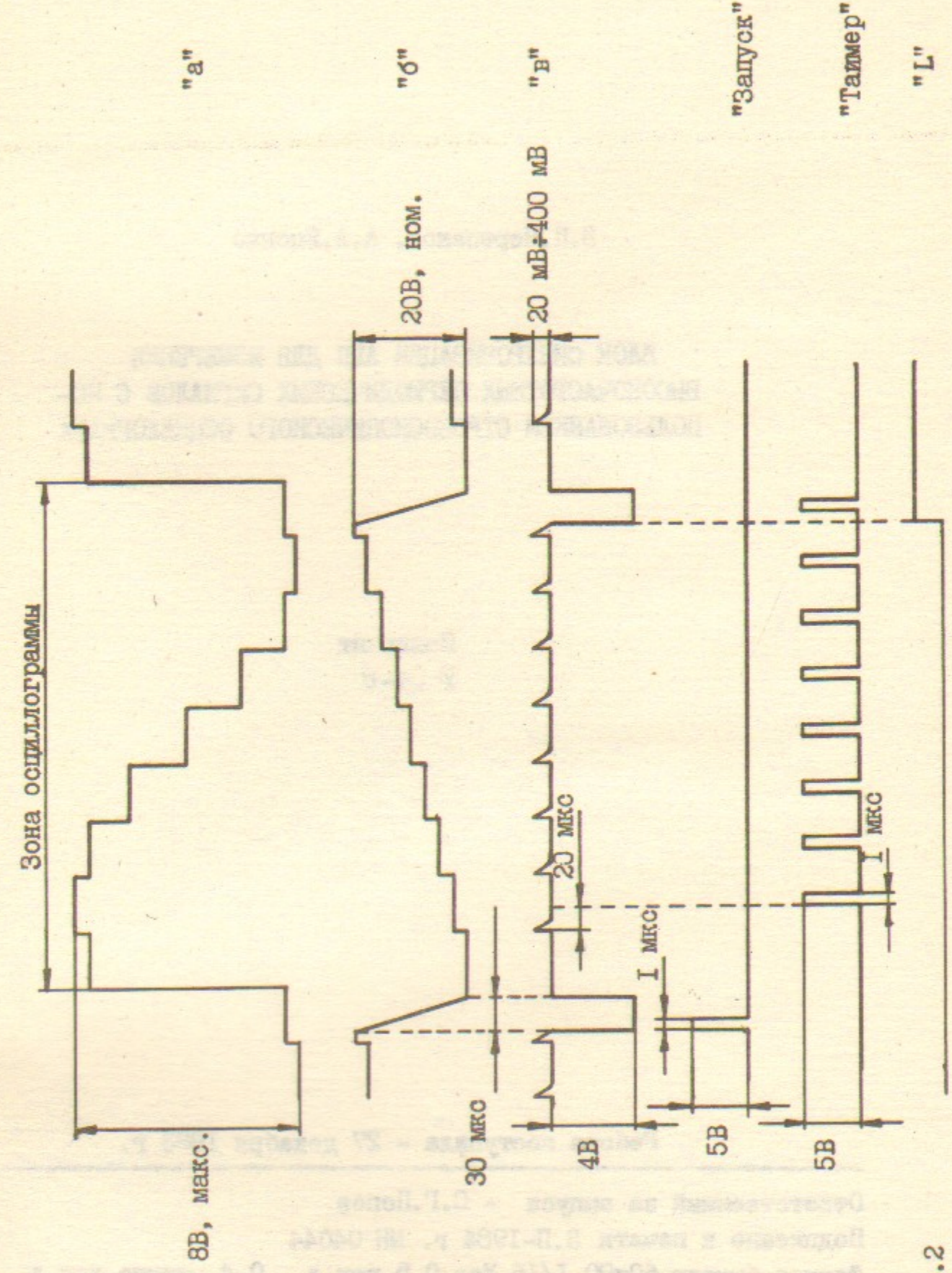


Рис. 2

В.П.Черепанов, А.А.Яценко

БЛОК синхронизации АЦП для измерения  
высокочастотных периодических сигналов с ис-  
пользованием стробоскопического осциллографа

Препринт  
№ 84-8

Работа поступила - 27 декабря 1983 г.

---

Ответственный за выпуск - С.Г.Попов  
Подписано к печати 3.П-1984 г. МН 04044  
Формат бумаги 60x90 1/16 Усл.0,5 печ.л., 0,4 учетно-изд.л.  
Тираж 290 экз. Бесплатно. Заказ № 8.

---

Ротапринт ИЯФ СО АН СССР, г.Новосибирск, 90