

**ИЗМЕРИТЕЛЬ РАЗНОСТИ ФАЗ**

**Ф2 - 34**

**ТЕХНИЧЕСКОЕ ОПИСАНИЕ  
И ИНСТРУКЦИЯ ПО ЭКСПЛУАТАЦИИ**

**2.721.057 ТО**

priborstandart.ru

Внешний вид

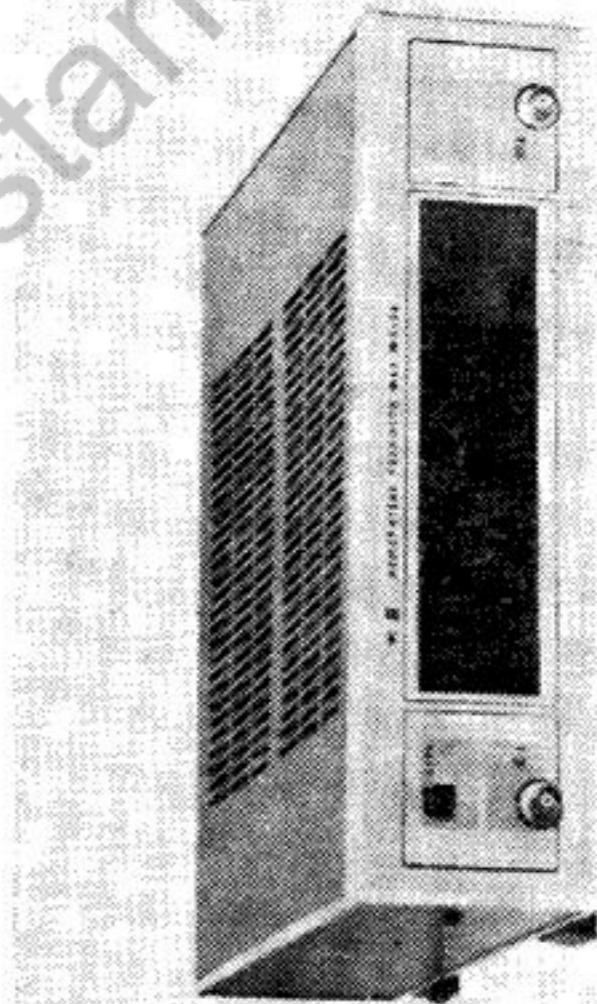


Рис.1

pri

borstandart.ru

borstandart.ru

priborstandart.ru

priborstandart.ru

ИЗМЕРИТЕЛЬ РАЗНОСТИ ФАЗ

Ф2-34

Техническое описание и инструкция

по эксплуатации

2.721.057 ТО

priborstandart.ru

priborstandart.ru

## СОДЕРЖАНИЕ

I.	Введение.....	6
2.	Назначение.....	7
3.	Технические данные.....	8
4.	Состав комплекта прибора.....	15
5.	Устройство и работа изделия.....	16
6.	Устройство и работа отдельных узлов изделия.....	26
7.	Маркирование и пломбирование.....	90
8.	Общие указания по вводу в эксплуатацию.....	90
9.	Меры безопасности .....	93
10.	Подготовка к работе.....	94
11.	Порядок работы.....	95
12.	Характерные неисправности и методы их устранения .....	98
13.	Техническое обслуживание .....	101
14.	Поверка прибора .....	102
15.	Правила хранения .....	133
16.	Транспортирование .....	134

Приложение 1. Измеритель разности фаз Ф2-34	
Перечень элементов.....	I36
Схема электрическая принципиальная.....	I37
Приложение 2. Формирователь	
Перечень элементов.....	I38
Схема электрическая принципиальная.....	I39
Перечень элементов платы формирователя....	I40
Схема электрическая принципиальная платы формирователя.....	I44
Схема расположения элементов платы формирователя.....	I45
Приложение 3. Детектор фазовый	
Перечень элементов.....	I46
Схема электрическая принципиальная.....	I49
Схема расположения элементов.....	I50
Приложение 4. Устройство индикаторное	
Перечень элементов.....	I51
Схема электрическая принципиальная.....	I54
Схема расположения элементов.....	I56
Приложение 5. Индикатор	
Перечень элементов.....	I57
Схема электрическая принципиальная.....	I58
Схема расположения элементов.....	I59
Приложение 6. Блок управления	
Перечень элементов.....	I60
Схема электрическая принципиальная.....	I65
Схема структурная.....	I67
Схема расположения элементов.....	I68

Приложение 7. Блок питания	
Перечень элементов.....	I69
Схема электрическая принципиальная.....	I71
Схема расположения элементов.....	I72
Приложение 8. Форма сигналов.....	I73
Приложение 9. Намоточные данные катушек индуктивности и трансформаторов прибора.....	I83
Приложение 10. Места маркирования транспортного ящика....	I84
Приложение 11. Схема упаковки и пломбирования прибора.....	I85
Приложение 12. Делитель	
Перечень элементов.....	I86
Схема электрическая принципиальная.....	I88

3.7. Погрешность измерения углов фазового сдвига из-за неравенства уровней входных напряжений непосредственно на входах I и 2 прибора относительно уровня 2 В в диапазоне частот от 200 кГц до 5 МГц не превышает значений, указанных в табл. 6

Таблица 6

Частота ( $F$ ), Гц	Перепад ( $A$ ) уровней входных напряжений непосредственно на входах I и 2 прибора, дБ	
	$0 < A \leq 40$	$40 < A \leq 60$
$2 \cdot 10^5 < F \leq 2 \cdot 10^6$	$\pm 0,05 A^\circ$	$\pm 0,075 A^\circ$
$2 \cdot 10^6 < F \leq 5 \cdot 10^6$	$\pm 0,1 A^\circ$	$\pm 0,15 A^\circ$

3.8. Входное активное сопротивление прибора не менее 1 МОм, входная емкость — не более 25 пФ; входное активное сопротивление и входная емкость прибора с подключенными выносными делителями ДН I:15 или ДН I:100 — не менее 1 МОм и не более 15 пФ соответственно.

3.9. Значения ослаблений выносных делителей ДН I:15 и ДН I:100 равны  $15,7 \pm 15\%$  и  $101 \pm 15\%$  соответственно.

3.10. Время одного цикла измерения на частоте 100 кГц равно в режиме работы с малым временем измерения  $-(1,4 \pm 0,3)$  с, в режиме работы с большим временем измерения  $-(11 \pm 3)$  с; на частоте 1 Гц —  $(22 \pm 11)$  с.

**П р и м е ч а н и е .** Режим работы прибора с малым временем измерения устанавливается при установке тумблера "  $\Delta$  " в положение "1S". Режим работы прибора с большим временем измерения устанавливается при установке тумблера "  $\Delta$  " в положение "10S".

## 3. ТЕХНИЧЕСКИЕ ДАННЫЕ

3.1. Диапазон рабочих частот от 0,5 Гц до 5 МГц

3.2. Диапазон входных напряжений соответствует значениям, указанным в табл. 2.

Таблица 2

Частота ( $F$ ), Гц	Диапазон входных напряжений		
	непосредственно на входах I и 2 прибора	с выносными делителями ДН I:15	с выносными делителями ДН I:100
$0,5 < F < 1$	от 20 мВ до 2 В	от 0,5 В до 30 В	от 2 В до 200 В
$1 \leq F < 5$	от 10 мВ до 2 В	от 0,15 В до 30 В	от 1 В до 200 В
$5 \leq F \leq 5 \cdot 10^6$	от 2 мВ до 2 В	от 30 мВ до 30 В	от 0,2 В до 200 В

3.3. Диапазон измерения углов фазового сдвига сигналов в рабочем диапазоне частот от 0 до  $360^\circ$ . Разрешающая способность индикатора  $0,01^\circ$ .

3.4. Погрешность измерения углов фазового сдвига при равных уровнях входных напряжений непосредственно на входах I и 2 прибора в диапазоне от 20 мВ до 2 В на частотах от 0,5 Гц до 1 Гц и в диапазоне от 10 мВ до 2 В на остальных частотах при нестабильности частоты сигналов не более  $10^{-4}$  за 1 минуту не превышает значений, указанных в табл. 3.

Таблица 3

Частота ( $F$ ), Гц	Погрешность, град
$0,5 \leq F < 1$	$\pm \frac{0,25}{F}$

Продолжение табл.3

Частота ( $F$ ), Гц	Погрешность, град
$1 \leq F \leq 20$	$\pm (0,08 + \frac{0,1}{F})$
$20 < F \leq 5 \cdot 10^6$	$\pm (0,1 + 10^{-7} F)$

3.5. Погрешность измерения углов фазового сдвига при равных уровнях входных напряжений в диапазоне от 2 мВ до 10 мВ непосредственно на входах 1 и 2 прибора и нестабильности частоты сигналов не более  $10^{-4}$  за минуту не превышает значений, указанных в табл. 4, в диапазоне частот от 5 Гц до 5 МГц.

Таблица 4

Частота ( $F$ ), Гц	Погрешность, град
$5 \leq F \leq 5 \cdot 10^6$	$\pm(0,5 + 10^{-7} F)$

3.6. Погрешность измерения углов фазового сдвига из-за неравенства уровней входных напряжений непосредственно на входах 1 и 2 прибора относительно уровня 2 В в диапазоне частот от 0,5 Гц до 200 кГц не должна превышать значений, указанных в табл. 5

Таблица 5

Частота ( $F$ ), Гц	Перепад ( $A$ ) уровней входных напряжений непосредственно на входах 1 и 2 прибора, дБ		
	$0 < A \leq 20$	$20 < A \leq 40$	$40 < A \leq 60$
$0,5 \leq F < 1$	$\pm 0,1 A^\circ$	$\pm 0,3 A^\circ$	-
$1 \leq F < 5$	$\pm 0,075 A^\circ$		-
$5 \leq F \leq 2 \cdot 10^5$	$\pm 0,03 A^\circ$		

## 2. НАЗНАЧЕНИЕ

2.1. Измеритель разности фаз Ф2-34 предназначен для измерения разности фаз между двумя синхронными синусоидальными сигналами с цифровым отображением информации.

2.2. Прибор может быть использован для снятия фазовых характеристик радиотехнических цепей, фильтров, усилителей, определения последовательного резонанса кварцевых фильтров и резонаторов и т.д.

2.3. Прибор предназначен для работы в цеховых и лабораторных условиях при температуре окружающей среды от 278 до 313 К, относительной влажности до 98% при 298 К;

может храниться при температуре от 223 до 323 К.

Условия эксплуатации, при которых реализуется основная погрешность прибора:

1) напряжение питающей сети, В	$220 \pm 4,4$ ;
2) относительная влажность, %	30 - 80;
3) окружающая температура, К ( $^{\circ}\text{C}$ )	$293 \pm 5$ ( $20 \pm 5$ )

В приборе обеспечивается автоматическое управление длительностью цикла измерения: на частотах ниже 1,8 Гц - 2 Гц автоматически устанавливается режим работы прибора с большим временем измерения.

3.11. Прибор обеспечивает работу в режиме измерения абсолютной разности фаз и в режиме измерения приращения разности фаз.

Режим измерения абсолютной разности фаз прибора устанавливается при нажатии кнопки " $\varphi$ ", режим измерения приращения разности фаз - при нажатии кнопки " $\Delta\varphi$ ".

3.12. В приборе предусмотрена возможность его калибровки и управления длительностью цикла измерения в дистанционном режиме работы.

**Примечание.** Операция калибровки и установки нуля прибора совмещены.

3.13. Прибор обеспечивает вывод измеряемой информации в параллельном двоично-десятичном коде 8-4-2-1 на цифropечатающее устройство (ЦПУ) через разъем " $\text{8} \text{ } \text{2} \text{ } \text{1}$ " в соответствии с табл.7.

Выходные кодовые сигналы имеют следующие параметры на нагрузке 10 кОм  $\pm 5\%$ :

- 1) уровень логического нуля - от 0 до 0,4 В;
- 2) уровень логической единицы - от 2,4 до 5 В.

3.14. Прибор обеспечивает свои технические характеристики в пределах норм по истечении времени установления рабочего режима, равного 15 мин.

3.15. Прибор допускает непрерывную работу в рабочих условиях в течение времени не менее 8 часов в сутки при сохранении своих технических характеристик в пределах норм.

Таблица 7

Номер кон- такта разъема " 0 0 > "	Разряд численного значения выводимой информации	
	в двоично-десятич- ном коде	в десятичном коде
I	$2^0$	$10^{-2}$
2	$2^1$	
3	$2^2$	
4	$2^3$	
5	$2^0$	$10^{-1}$
6	$2^1$	
7	$2^2$	
8	$2^3$	
9	$2^0$	$10^0$
10	$2^1$	
11	$2^2$	
12	$2^3$	
13	$2^0$	$10^1$
14	$2^1$	
15	$2^2$	
16	$2^3$	
17	$2^0$	$10^2$
18	$2^1$	

## I. ВВЕДЕНИЕ

I.1. Техническое описание и инструкция по эксплуатации 2.72I.057 ТО прибора ИЗМЕРИТЕЛЯ РАЗНОСТИ ФАЗ Ф2-34 предназначены для изучения прибора, его характеристик и правил эксплуатации с целью правильного обращения с прибором при эксплуатации и ремонте.

I.2. В описании приняты сокращения некоторых терминов и определений (см.табл. I).

Таблица I

Полное выражение	Сокращенное выражение
Потенциал логического нуля	Нулевой потенциал или "0"
Потенциал логической единицы	Единичный потенциал или "1"
Контакт 3 микросхемы D2I	Контакт 3 D2I
Контакт 2 разъема X3	Контакт 2X3
Момент времени, соответствующий моменту перехода напряжения синусоидального сигнала через нулевое значение на восходящем участке синусоиды	Положительный нуль-переход
Момент времени, соответствующий моменту перехода напряжения синусоидального сигнала через нулевое значение на нисходящем участке синусоиды	Отрицательный нуль-переход

Измеритель разности фаз Ф2-34. Схема электрическая структурная

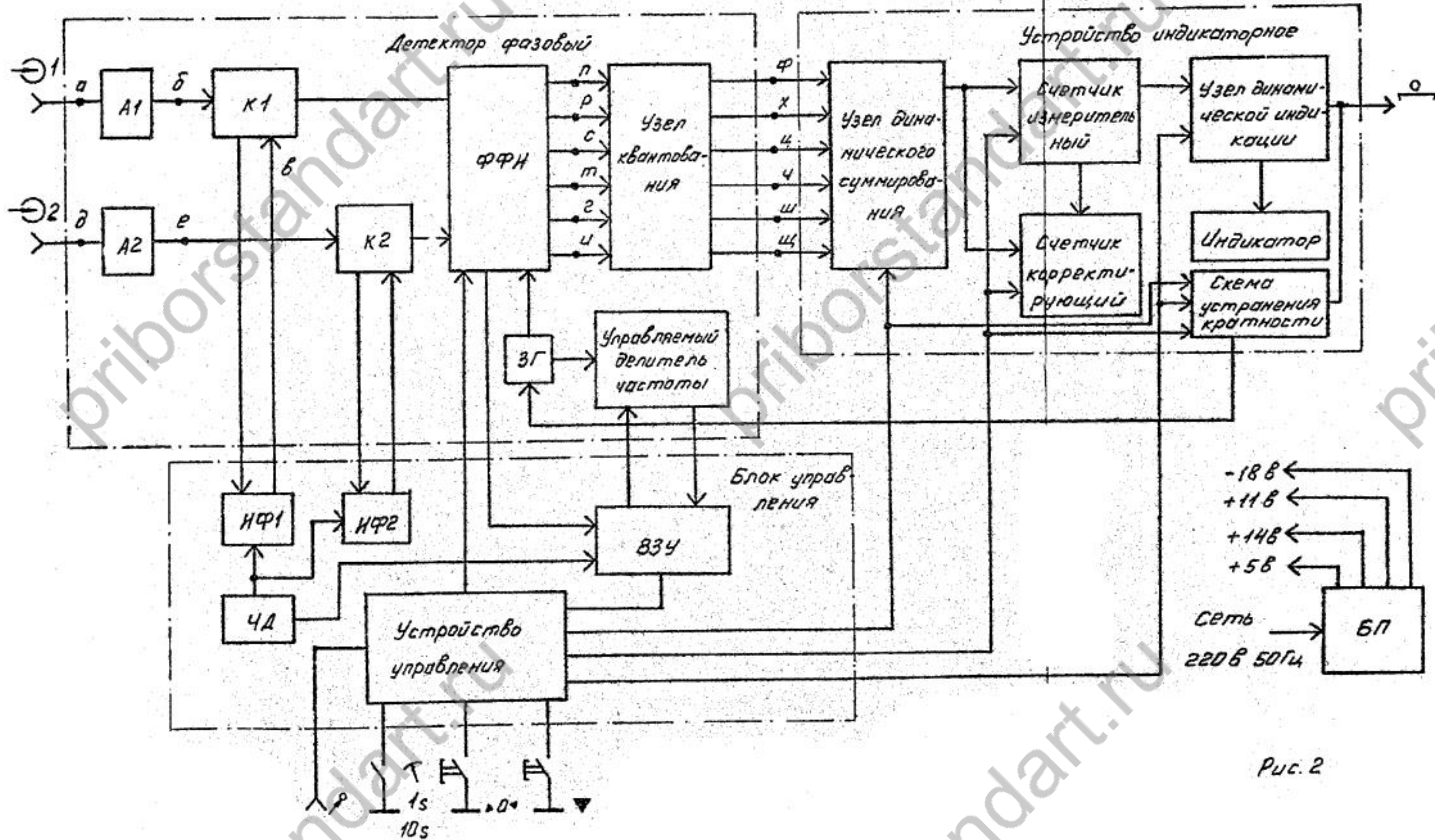


Рис. 2

## 5. УСТРОЙСТВО И РАБОТА ИЗДЕЛИЯ

## 5.1. Принцип действия

5.1.1. Изделие представляет собой триггерный фазометр с время-импульсным преобразованием и постоянным измерительным временем. Прибор выполнен по двухполупериодной, двухканальной схеме с делением частоты сигнала на четыре.

Измерительная часть прибора выполнена на шести платах печатного монтажа:

- 1) формирователь опорного канала А1 (размещен на плате детектора фазового);
- 2) формирователь измерительного канала А2 (размещен на плате детектора фазового);
- 3) детектор фазовый;
- 4) устройство индикаторное;
- 5) индикатор;
- 6) блок управления.

Принцип работы измерителя разности фаз и взаимодействие его основных функциональных узлов поясняют упрощенная структурная схема (рис.2) и временные диаграммы (рис.3).

В приборе могут быть выделены следующие функциональные узлы:

- 1) формирователь опорного канала А2;
- 2) формирователь измерительного канала А1;
- 3) коммутатор К1;
- 4) коммутатор К2;
- 5) импульсный фильтр ИФ1;
- 6) импульсный фильтр ИФ2;
- 7) формирователь фазовых интервалов ФФИ;
- 8) узел квантования;
- 9) узел динамического суммирования;

5.1.4. Импульсные фильтры ИФ1 и ИФ2 предназначены для исключения погрешности из-за многократных переходов через нулевой уровень напряжения сигнала на выходе формирователя в моменты времени, соответствующие нуль-переходам входного сигнала. Причиной их появления является наличие широкополосного шума во входном сигнале и генерация дополнительного широкополосного шума во входных каскадах формирователя.

Импульсные фильтры работоспособны до частоты 200 кГц, в то же время на частотах выше 100 кГц влияние широкополосного шума незначительно, поэтому на частотах 100-200 кГц ИФ1 и ИФ2 отключаются сигналом управления частотного дискриминатора.

5.1.5. Формирователь фазовых интервалов ФФИ предназначен для формирования четырех фазовых интервалов (см.рис.3 т,у,ф,х) представляющих собой импульсы положительной полярности, скважность которых пропорциональна измеряемому фазовому сдвигу, а частота следования равна половине частоты входного сигнала.

Помимо этого в ФФИ формируются два интервала коррекции, представляющие собой импульсы положительной полярности, длительность которых пропорциональна времени задержки сигналов в ИФ1 и ИФ2, а частота равна удвоенной частоте сигнала (см.рис.3 г, з).

Синхронизация работы ФФИ с другими узлами осуществляется в начале каждого цикла измерения импульсом пуска из устройства управления.

5.1.6. С выхода ФФИ четыре фазовых интервала и два интервала коррекции подаются на входы узла квантования, где заполняются квантуемыми импульсами, то есть формируется шесть импульсных последовательностей фазовых и корректирующих интервалов (см.рис. 3 ч,ш,щ,э,ю,я).

Общее число импульсов всех импульсных последовательностей за цикл измерения пропорционально измеряемому фазовому сдвигу.

3.16. Прибор сохраняет свои технические характеристики в пределах норм при питании его от сети переменного тока напряжением  $(220 \pm 22)$  В, частотой  $50 \pm 0,5$  Гц.

3.17. Мощность, потребляемая прибором от сети при номинальном напряжении, не превышает 35 В · А.

3.18. Нарботка на отказ прибора не менее 20000 часов.

3.19. Среднее время ремонта не более 8 часов.

3.20. Гамма-процентный ресурс должен быть не менее 10000 часов при  $\gamma = 90\%$ .

3.21. Гамма-процентный срок службы должен быть не менее 10 лет при  $\gamma = 90\%$ .

3.22. Гамма-процентный срок сохраняемости должен быть не менее 10 лет для отапливаемых хранилищ или 5 лет для неотапливаемых хранилищ при  $\gamma = 90\%$ .

3.23. Вероятность отсутствия скрытых отказов не менее 0,95 за межповерочный интервал 12 месяцев при коэффициенте использования 0,23.

3.24. Габаритные размеры, мм, не более:

- 1) прибора 317 x 95 x 320;
- 2) прибора в укладочном ящике 522 x 191 x 396;
- 3) прибора в транспортном ящике 634 x 306 x 496.

3.25. Масса, кг, не более:

- 1) прибора 4,8;
- 2) прибора в укладочном ящике 16;
- 3) прибора в транспортном ящике 30.

## 4. СОСТАВ КОМПЛЕКТА ПРИБОРА

Состав прибора приведен в табл. 8

Таблица 8

Наименование изделий комплекта	Обозначение	Количество	Примечания
1. Измеритель равности фаз Ф2-34	2.721.056	1	
2. Шнур соединительный	4.860.003	1	серевой
3. Кабель соединительный В, Ч.	4.863.167	2	K1
4. Кабель	4.863.168	2	K2
5. Вставка плавкая ВП2Б-1-0,5 А	0.481.005 ТУ	4	
6. Техническое описание и инструкция по эксплуатации	2.721.057 ТО	1	
7. Формуляр	2.721.057 Ф0	1	
8. Делитель	2.727.035	2	ДН I:15
9. Делитель	2.727.035-01	2	ДН I:100
10. Переход	2.236.107	8	
11. Соединитель	3.642.004	1	XI
12. Ящик	4.161.129	1	Поставляется для приборов с приемкой закевича

- I0) измерительный счетчик;
- I1) корректирующий счетчик;
- I2) узел динамической индикации;
- I3) индикатор;
- I4) частотный дискриминатор ЧД;
- I5) задающий генератор ЗГ;
- I6) управляемый делитель частоты;
- I7) времязадающее устройство ВЗУ;
- I8) устройство управления;
- I9) блок питания;
- 20) схема устранения кратности.

Б.1.2. Опорный сигнал подается на вход формирователя А2, исследуемый - на вход формирователя А1,

Формирователи имеют высокое входное сопротивление  $R_{вх} > 100 \text{ Ом}$ , малую входную емкость  $C_{вх} \leq 25 \text{ пФ}$  и обеспечивают в частотном диапазоне от 0,5 Гц до 5 МГц и в амплитудном диапазоне от 2 мВ до 2 В малую фазоамплитудную погрешность прибора.

На выходе формирователей присутствуют прямоугольные импульсы (см. рис. 3 б, в) фронт и спад которых привязаны к нуль-переходам входных сигналов (см. рис. 3а, д).

Б.1.3. Коммутаторы K1 и K2 передают на входы формирователя фазовых интервалов сигналы с выхода импульсных фильтров либо сигналы с формирователей А1, А2 и осуществляют фильтрацию последних на частотах выше 200 кГц.

Переключение сигналов производится по сигналам управления частотного дискриминатора ЧД.

Временные диаграммы сигналов  
в узлах измерителя разности фаз.

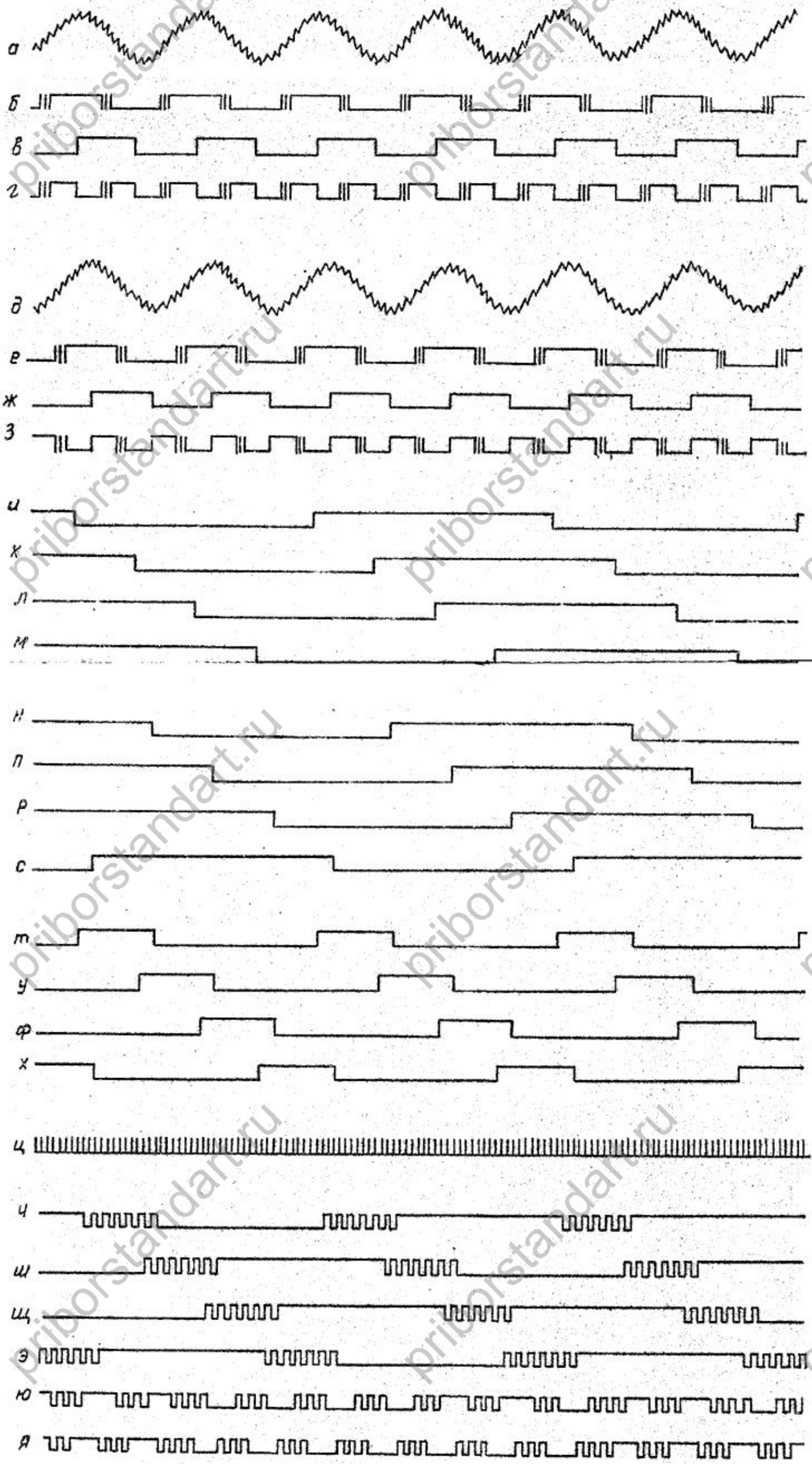


Рис. 3

Установка режима дистанционного управления прибором осуществляется при установке логической единицы на контакте 2I X 5.

### 5.3. Конструкция изделия

Прибор выполнен в настольном варианте в унифицированном корпусе "Надел -75 А" с габаритами 304 x 80 мм по лицевой панели и глубиной 308 мм.

При компоновке за основу взят функционально-узловой метод с максимальным использованием печатного монтажа и с разъемным соединением всех функциональных узлов, что обеспечивает высокую технологичность и хорошую ремонтоспособность прибора.

Коммутация между функциональными блоками осуществляется с помощью жгута через разъемы типа СНО51.

Прибор состоит из индикаторного устройства, блока управления, детектора фазового, индикатора и блока питания.

Индикаторное устройство выполнено в виде печатной платы, закрепленной на раме и расположенной в средней части прибора.

Над индикаторным устройством располагается на раме блок управления (печатная плата), который может поворачиваться на  $90^\circ$  относительно первого.

Снизу под индикаторным устройством располагается детектор фазовый, который в свою очередь может поворачиваться на  $90^\circ$  относительно первого. Детектор фазовый представляет собой печатную плату, на которой расположены два формирователя. Формирователи выполнены функциональными узлами. На алюминиевом корпусе каждого формирователя жестко установлен высокочастотный разъем "  $\rightarrow$  ". В корпусе расположена печатная плата, закрываемая крышкой.

Индикация результатов измерения осуществляется с помощью индикатора, выполненного в виде печатной платы и закрепленного на передней панели.

Связь индикатора с индикаторным устройством осуществляется с помощью жгута через разъем типа РГН.

Блок питания выполнен самостоятельным узлом на задней панели.

Для удобства ремонта и настройки он сделан откидным.

## 6. УСТРОЙСТВО И РАБОТА ОТДЕЛЬНЫХ УЗЛОВ ИЗДЕЛИЯ

### 6.1. Формирователь

6.1.1. Схема принципиальная электрическая формирователей А1 и А2 приведена в приложении 2.

Формирователи А1 и А2 входят в детектор фазовый.

По схемотехническому и конструктивному решению формирователи одинаковы и отличаются лишь порядком подключения сигналов к реле К1.

Посредством реле на входы истоковых повторителей формирователей в режиме установки нуля ( в течение 28-32 с после нажатия кнопки "  $\varphi$  ") подается один и тот же сигнал со входа "  $\ominus$  1" прибора.

В режиме измерения на вход формирователя А1 подается сигнал со входа "  $\ominus$  1" прибора, а на вход формирователя А2 подается сигнал со входа "  $\ominus$  2" прибора.

Схема формирователя содержит истоковые повторители (микросхемы D1), четырехкаскадный усилитель-ограничитель (микросхемы D2, D3, D4), дифференциальный транслятор уровней сигналов (транзисторы V6, V7), цепь стабилизации режима усилителя-ограничителя (микросхема D7; резисторы R37, R38, R3, R6, R4; конденсаторы C20, C19) и стабилизаторы напряжения питания (микросхемы D5, D6, транзисторы V3, V5; диод V4) с цепями установки уровней напряжений питания (резисторы R25, R26, R27, R30, R31, R32).

формирователя А1 к разьему измерительного канала. Затем, по сигналам устройства управления в приборе производятся те же операции, что и после нажатия кнопки " $\Delta \varphi$ ". После этого прибор позволяет измерять абсолютное значение фазового сдвига между сигналами, поданными на его входы.

5.1.10. Узел динамической индикации предназначен для регистрации измерительной информации и выдачи данных на разъем ЦИУ.

5.1.11. Индикатор предназначен для визуальной индикации результата измерения в цифровой форме.

5.1.12. Частотный дискриминатор ЧД предназначен для переключения частотных поддиапазонов импульсных фильтров ИФ1, ИФ2, отключения их выходов от ФМ с подключением фильтров коммутаторов К1 и К2, при частоте сигнала выше 100-200 кГц и подключения к ФМ сигналов с формирователями на частотах выше 800 кГц.

Сигналом ЧД переключается режим работы времязадающего устройства ВЗУ. При частоте входного сигнала менее 1,9 Гц время измерения увеличивается от 1 до 10 с.

5.1.13. Задающий генератор ЗГ вырабатывает импульсы частотой 28 МГц для управляемого делителя частоты и для схем привязки в ФМ.

5.1.14. Управляемый делитель частоты формирует квантовые импульсы для узла квантования. Частота квантовых импульсов дискретно изменяется по сигналам управления времязадающего узла.

Делитель вырабатывает также импульсы частотой 3,5 МГц для ИФ1, ИФ2 и ВЗУ, импульсы частотой 875 кГц для узла динамического суммирования.

5.1.15. Времязадающий узел ВЗУ выполняет функции формирования времени измерения. ВЗУ осуществляет также все операции, связанные с уменьшением погрешности дискретного преобразования на низких частотах, которая обусловлена нецелочисленностью времени измерения периоду входного сигнала.

На вход ВЗУ поступают импульсы синхронизации с узла ФМ и сигналы управления с ЧД и устройства управления. Выходные сигналы ВЗУ управляют частотой квантовых импульсов управляемого делителя частоты.

5.1.16. Устройство управления формирует серию импульсов, синхронизирующих работу всех узлов прибора, по окончании каждого цикла измерения, а также при поступлении команд управления от кнопок " $\Delta \varphi$ ", " $\varphi$ " и тумблера " $\Sigma$ " в ручном режиме и с разъема " $\circ \circ >$ ", в режиме дистанционного управления.

5.1.17. Схема устранения кратности вырабатывает сигнал, изменяющий частоту задающего генератора при наличии нестабильности показаний прибора, вызванной кратностью частот входного сигнала и квантовой импульсной последовательности.

Этим достигается устранение кратности и обеспечивается стабильность показаний прибора для всех частот входного сигнала.

5.1.18. Блок питания вырабатывает электрический ток напряжением + 5 В, + 14 В, + 11 В и минус 18 В для электропитания узлов прибора. Прибор предназначен для питания от сети напряжением 220 В, частотой 50 Гц.

## 5.2. Схема электрическая принципиальная

5.2.1. Принципиальная электрическая схема прибора приведена в приложении I. Основные электрические связи между узлами прибора: детектором фазовым А1, индикаторным устройством А3, блоком управления А4, блоком питания А5, выполнены посредством жгута с разъемами типа СНОБЕ.

Индикатор А2 связан с индикаторным устройством А3 посредством разъема типа РГН.

Сетевой разъем XI в А 5 обеспечивает подключение прибора к основной сети 220 В, 50 Гц. В крайние контакты гнезда разъема вмонтированы предохранители.

Средний контакт служит для подключения корпуса прибора к защитному заземлению.

Кнопочный переключатель СВТБ (расположен в А5) служит для включения прибора.

Входные сигналы подаются на разъемы "  $\ominus$  2" (опорный сигнал) и "  $\ominus$  1" (исследуемый сигнал). Разъемы "  $\ominus$  1" и "  $\ominus$  2" закреплены в фазовом детекторе на экранах формирователей.

Установка нуля прибора в режиме измерения приращения разности фаз осуществляется или сигналами дистанционного управления (контакт 23 X5) в дистанционном режиме работы, или нажатием кнопки "  $\Delta \varphi$  " (S2 в А2) в ручном режиме работы.

Установка нуля прибора в режиме измерения абсолютной разности фаз осуществляется или сигналами дистанционного управления (контакт 25 X5) в дистанционном режиме работы, или нажатием кнопки "  $\varphi$  " (S1 в А2) в ручном режиме работы.

Тумблер S1 "  $\times$  " служит для увеличения времени измерения в десять раз.

Разъем X5 "  $\circ \circ >$  " служит для вывода на внешнее сетчатое устройство результатов измерения в коде 8-4-2-1 (контакты от 1 до 18 X5), импульса начала печати (контакт 19 X5), а также обеспечивает возможность дистанционного управления временем измерения, калибровкой и установкой нуля прибора.

Установка времени измерения, равного 10 с, в режиме дистанционного управления осуществляется при установке логической единицы на контакте 27 X 5.

5.1.7. Назначение узла динамического суммирования состоит в предварительном делении частоты шести импульсных последовательностей фазовых и корректирующих интервалов и объединении их в одну импульсную последовательность с сокращением общего числа импульсов.

Установка необходимого коэффициента деления и синхронизация работы узла динамического суммирования осуществляется по сигналам устройства управления.

5.1.8. С выхода узла динамического суммирования сигнал подается в измерительный счетчик. Измерительный счетчик подсчитывает общее число импульсов, поступающих за цикл измерения и выдает результат в устройство индикации.

В начале каждого цикла измерения измерительный счетчик по сигналу устройства управления устанавливается в состояние, идентичное состоянию корректирующего счетчика.

5.1.9. Корректирующий счетчик предназначен для хранения кода фазового сдвига, измеренного в режиме калибровки и выдачи его на измерительный счетчик.

При нажатии кнопки "  $\Delta \varphi$  " на передней панели прибора корректирующий счетчик подсчитывает общее число импульсов, поступивших за цикл калибровки. Код числа, дополняющего подсчитанное число до значения 360,00, передается в измерительный счетчик в начале каждого цикла измерения. Это означает, что значение фазового сдвига, который был между сигналами до момента нажатия кнопки "  $\Delta \varphi$  ", будет соответствовать нулевое показание индикатора прибора, то есть прибор работает в режиме измерения приращения фазового сдвига.

При нажатии кнопки "  $\varphi$  " на передней панели прибора, по сигналу из устройства управления, вход формирователя А2 отключается от входного разъема и подключается параллельно входу

Временная диаграмма привязки импульсов  
генератора и коммутаторов

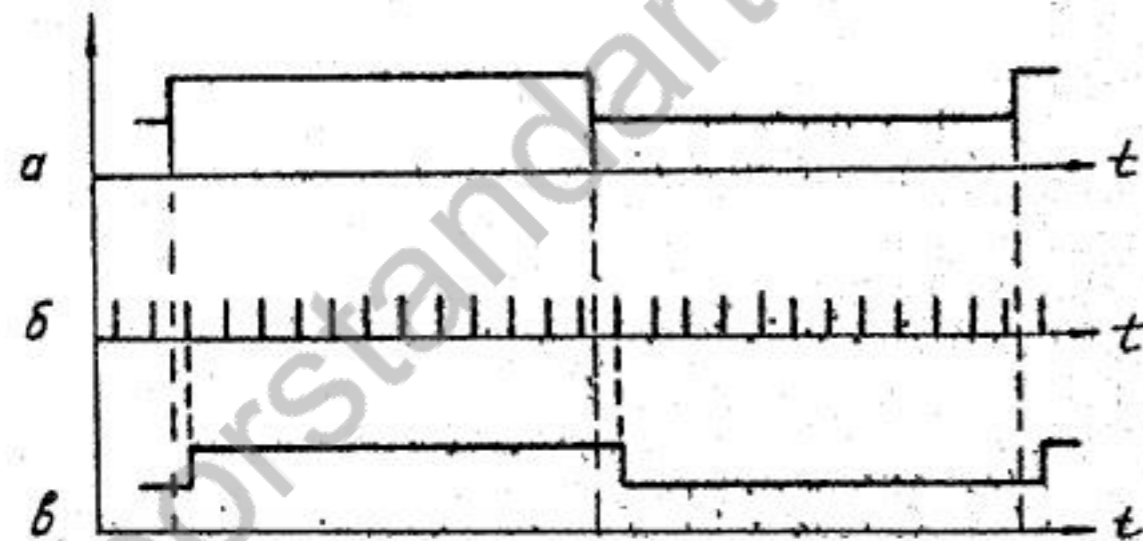


Рис. 5

Использование как четных, так и нечетных периодов входного сигнала позволяет исключить потерю части измерительной информации, обусловленную делением частоты сигнала на четыре.

Формирование фазовых интервалов как по положительным нуль-переходам сигналов, так и по отрицательным нуль-переходам сигналов (двухполупериодная схема фазометра) позволяет исключить влияние возможной асимметрии ограничения сигналов в формирователях А1 и А2 на погрешность прибора.

Импульсные фильтры задерживают фронт и срез фильтруемых импульсов, причем величина задержки зависит как от уровня, так и от частоты сигнала. Компенсация погрешности, обусловленной нестабильностью задержки сигнала в импульсных фильтрах, производится путем формирования корректирующего интервала опорного сигнала (см. рис. 3 в) и корректирующего интервала исследуемого сигнала (см. рис. 3 г).

Длительность четных импульсов корректирующего интервала равна задержке фронта импульсов сигнала, а длительность нечетных импульсов равна задержке среза импульса сигнала в импульсном фильтре. Частота следования импульсов корректирующего интервала равна удвоенной частоте входного сигнала.

Так как задержка в импульсном фильтре опорного сигнала приводит к увеличению длительности импульсов фазовых и корректирующего интервалов, а задержка в фильтре исследуемого сигнала — к ее уменьшению, то на вход узла квантования корректирующий интервал опорного сигнала подается в инвертированном виде (см. рис. 3 з).

На вход узла квантования подается четыре фазовых интервала и два интервала коррекции (см. рис. 3 т, у, ф, х, г, з). Суммарная длительность импульсов всех интервалов за цикл измерения пропорциональна измеряемому фазовому сдвигу. Измерение длительности фазовых и корректирующих интервалов производится путем квантова-

ния каждого фазового и корректирующего интервала импульсами частотой  $F_{кв}$ , поступающими в узел квантования с управляемого делителя частоты (см. рис. 3, ц). Число получившихся импульсов подсчитывается далее устройством индикаторным.

Одновременно с квантованием производится деление частоты следования импульсов в получившихся импульсных последовательностях на два (см. рис. 3 ч, ш, щ, э, ю, я), что позволяет понизить максимальную частоту следования импульсов в них до 3,5 МГц.

Управляемый делитель частоты вырабатывает импульсы частоты  $F_{кв}$ , которая может принимать пять дискретных последовательно уменьшающихся значений, задаваемых управляющими сигналами из блока управления. Это позволяет уменьшить погрешность дискретного преобразования для низких частот входного сигнала. Кроме того, управляемый делитель частоты вырабатывает импульсы частотой 3,5 МГц и  $F_{кв}/2$  для блока управления, а также импульсы частотой 875 кГц для устройства индикаторного.

Задающий генератор вырабатывает импульсы частотой 28 МГц для управляемого делителя частоты и схем синхронизации формирователя фазовых интервалов.

Для устранения погрешности измерения, возникающей при кратности частот квантования и входного сигнала, на задающий генератор подается сигнал "Кратность", изменяющий частоту генератора в этом случае.

6.2.2. Схема электрическая принципиальная фазового детектора приведена в приложении 3.

Исследуемый и опорный сигналы поступают на входы формирователей А1 и А2 соответственно, устройство и работа которых описаны в подразделе 6.1.

Такие же операции производятся с исследуемым сигналом в коммутаторе К1. Форма сигнала, поступающего с выхода импульсного фильтра при этом изображена на рис. 3 в.

В формирователе фазовых интервалов опорный и исследуемый сигналы синхронизируются импульсами частотой 28 МГц, которые приходят с задающего генератора. Этим достигается привязка временного положения фронта и среза импульсов (рис. 5 в) поступающих на вход формирователя фазовых интервалов с выходов коммутаторов К1 и К2 (рис. 5 а) к ближайшему по времени фронту импульса задающего генератора (рис. 5 б, в), что позволяет уменьшить погрешность прибора, обусловленную взаимными помехами логических интегральных микросхем фазового детектора.

На выходах формирователя фазовых интервалов вырабатываются четыре последовательности импульсов, скважность которых пропорциональна фазовым сдвигам между:

- 1) положительными нуль-переходами нечетных периодов опорного и исследуемого сигналов (см. рис. 3 ж);
- 2) положительными нуль-переходами четных периодов опорного и исследуемого сигналов (см. рис. 3 ф);
- 3) отрицательными нуль-переходами нечетных периодов опорного и исследуемого сигналов (см. рис. 3 у);
- 4) отрицательными нуль-переходами четных периодов опорного и исследуемого сигналов (см. рис. 3, х).

Для исключения погрешности, возникающей в случае измерения значения фазовых сдвигов, близких  $0^\circ$  или  $360^\circ$  частота опорного и исследуемого сигналов делится на четыре и измеряемый фазовый сдвиг увеличивается на  $180^\circ$ . Форма сигналов на выходах делителя на четыре для исследуемого сигнала изображена на рис. 3 и, к, л, м, а для опорного сигнала на рис. 3 н, п, р, с.

- 6) управляемый делитель частоты;
- 7) формирователь фазовых интервалов;
- 8) узел квантования.

Опорный сигнал подается на разъем X2 и далее на вход формирователя A2 (см.рис. 3,д).

Исследуемый сигнал подается на разъем XI и далее на вход формирователя A1 (см.рис.3,а).

Усиленный и ограниченный опорный сигнал поступает с выхода формирователя A2 на вход коммутатора K2 (см.рис.3, е).

Усиленный и ограниченный исследуемый сигнал с выхода формирователя A1 поступает на вход коммутатора K1 (см.рис.3,б).

Опорный сигнал с коммутатора K2 поступает на вход импульсного фильтра в блоке управления, где производится фильтрация широкополосного шума сигнала. С выхода импульсного фильтра сигнал (см.рис. 3 ж) подается на другой вход коммутатора K2.

С выхода коммутатора K2 отфильтрованный опорный сигнал подается на вход формирователя фазовых интервалов. Так как импульсные фильтры работают только до частоты 200 кГц, то на частотах входного сигнала до 800 кГц, по сигналу управления из частотного дискриминатора блока управления, коммутатор отключает сигнал импульсного фильтра от входа формирователя фазовых интервалов и подключает на этот вход сигнал, проходящий через RC-фильтр. На более высоких частотах ко входу формирователя фазовых интервалов подключается сигнал непосредственно с выхода формирователя A2.

На другой вход формирователя фазовых интервалов с коммутатора K2 постоянно подается сигнал с выхода формирователя A2 для формирования корректирующего интервала.

Коммутатор исследуемого сигнала построен на микросхемах D 2 и D 5. Элементы R1, C1 образуют RC-фильтр, через который проходит исследуемый сигнал с частотами выше 200 кГц.

Коммутатор опорного сигнала построен аналогично (микросхемы D 4, D 7, элементы R2, C3).

Сигналы управления коммутаторами " $> 200$  кГц" и " $> 800$  кГц" поступающие с частотного дискриминатора блока управления, усиливаются элементами D 3.1 и D 6.1.

В качестве синхронизации формирователя фазовых интервалов используются D - триггеры, на D - входы которых подаются синхронизируемые сигналы, а на входы синхронизации - импульсы частотой 28 МГц. Микросхема D 9 производит синхронизацию исследуемого сигнала, а D 10 - опорного. Верхний по схеме триггер микросхемы D 9 и нижний по схеме триггер микросхемы D 10 синхронизируют сигналы, поступающие непосредственно с выходов формирователей A1 и A2 соответственно для формирования корректирующих интервалов.

Деление частоты исследуемого сигнала на четыре осуществляется синхронным кольцевым счетчиком, построенным на JK - триггерах D 14.1, D 14.2, D 19.2. Аналогичный счетчик на триггерах D 13.1, D 13.2, D 17.1 и D 17.2 осуществляет деление частоты опорного сигнала.

JK - триггер D 15.1 вырабатывает сигналы "Старт 1" и "Старт 2", необходимые для начала формирования измерительного времени в блоке управления.

В С цепочки между каскадами усилителя-ограничителя (резисторы R21, R22, R28, R29, R35, R36, R41, R42; конденсаторы C9, C10, C12, C13, C16, C17, C23, C24) служат для предотвращения самовозбуждения усилителя-ограничителя.

Форма напряжений сигнала в контрольных точках 2, 3, 6 и 7 платы формирователя приведена в приложении 8.

В точке 1 наблюдается сигнал, идентичный входному.

В точках 4 и 5 наблюдается положительный потенциал 10 В и 5 В соответственно.

6.1.2. Конструктивно формирователи одинаковы и выполнены в виде печатных плат.

Схема расположения элементов платы формирователя приведены в приложении 2.

Контрольные точки выполнены в виде штырей. Точки электрического соединения с платой фазового детектора выполнены в виде контактных гнезд.

## 6.2. Детектор фазовый

6.2.1. Фазовый детектор преобразует разность фаз между опорным и исследуемым сигналами в шесть импульсных последовательностей фазовых и корректирующих интервалов. Общее число импульсов в них за цикл измерения пропорционально измеряемому фазовому сигналу.

Принцип действия фазового детектора поясняют структурная схема (рис.4) и временные диаграммы (см. рис.3).

В фазовый детектор входят:

- 1) формирователь А1;
- 2) формирователь А2;
- 3) коммутатор К1;
- 4) коммутатор К2;
- 5) задающий генератор;

Детектор фазовый. Схема электрическая структурная

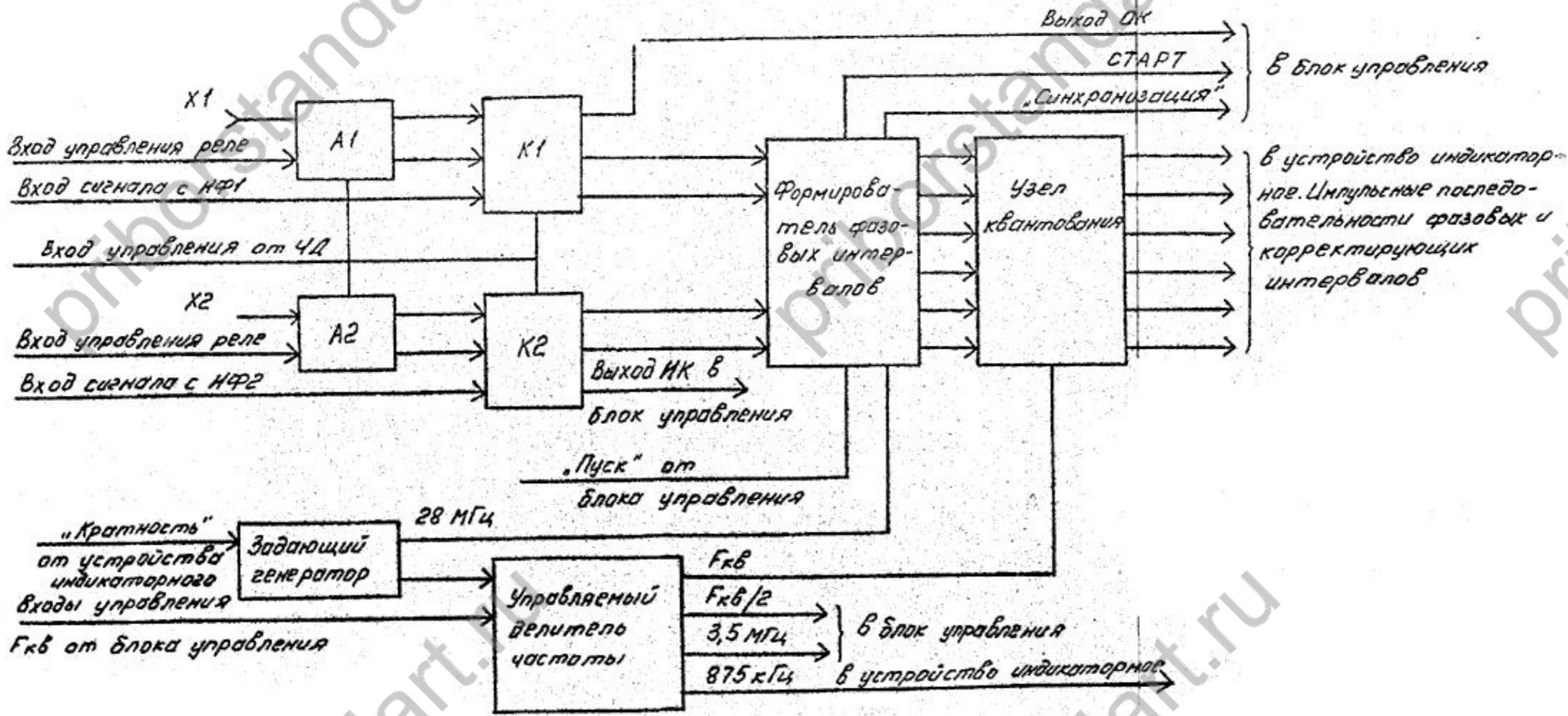


Рис. 4

Далее, в течение цикла измерения оба синхронных кольцевых счетчика работают обычным образом, причем счетчик опорного сигнала отстает по фазе от счетчика исследуемого сигнала таким образом, что измеряемый фазовый сдвиг увеличивается на половину периода входного сигнала.

Фазовые и корректирующие интервалы формируются элементами искл.чающие "ИЛИ". Нижний по схеме элемент микросхемы  $D 21.2$  формирует первый фазовый интервал, элемент  $D 22.2$  - второй интервал, верхний и нижний по схеме элементы микросхемы  $D 22.1$  - третий и четвертый интервалы соответственно, для чего входы каждого элемента соединены с одноименными выходами синхронных счетчиков.

Элементы микросхем  $D 21.2$  (кроме нижнего по схеме) формируют корректирующий интервал исследуемого сигнала, а элементы  $D 21.2$  и  $D 22.2$  - корректирующий интервал опорного сигнала, причем последний элемент производит инверсию этого интервала.

Узел квантования построен на  $J$  К-триггерах микросхем  $D 23$  -  $D 25$ , причем каждый интервал подается на соединенные  $J$  и  $K$  входы соответствующего триггера, а на входы синхронизации всех триггеров подаются квантуемые импульсы.

Управляемый делитель частоты состоит из последовательно соединенных синхронного делителя частоты на четыре (микросхема  $D 11$ ) и делителя частоты на шестнадцать (микросхема  $D 16$ ), к выходу которого подсоединены входы делителей частоты на четыре (счетчик  $D 18.1$ ) и на шестнадцать (счетчик  $D 18.2$ ). С соответствующих выходов этих делителей снимаются сигналы, имеющие необходимые для работы прибора частоты.

Это квантуемая импульсная последовательность, частота которой принимает пять дискретных значений, указанных в табл. 5, а также сигналы частотой 3,5 МГц и 875 кГц.

Таблица 9

F 1	F 2	F 3	F 4	F 5
7 МГц	1,75 МГц	437,5 кГц	109,375 кГц	27,349 кГц

Включение нужного значения частоты квантования осуществляется с помощью элементов совпадения микросхемы  $D 8.2$  на один вход которых подается сигнал с соответствующих выходов делителей частоты, а на другие - сигналы управления частотой квантования из блока управления.

Для включения значений частоты квантования  $F 4$  и  $F 5$  соответствующие сигналы управления усиливаются и инвертируются двумя нижними по схеме элементами микросхемы  $D 3.2$  и поступают на входы установки нуля счетчиков  $D 18.1$  и  $D 18.2$  (контакты 7 и 15  $D 18$  соответственно).

Логические элементы микросхем  $D 27$  и  $D 6.2$  служат для объединения сигналов с различными значениями частоты квантования.

Триггер  $D 26$  вырабатывает сигнал "ВЗУ", представляющий собой импульсную последовательность, частота которой равна половине частоты квантования, поступающую в блок управления.

В качестве задающего генератора используется мультивибратор, собранный на элементах  $D 1.1$  и  $D 1.2$ . Резистор  $R3$  обеспечивает необходимое смещение. Для увеличения стабильности частоты генерируемых импульсов служит кварцевый резонатор  $Z 1$ , работающий на третьей гармонике, для чего в схему введен колебательный контур, состоящий из элементов  $L 1$  и  $C5$ .

Перестройка частоты задающего генератора в случае кратности частот квантования и входного сигнала осуществляется варикалом  $V 1$ .

Управляющее напряжение на варикап подается с транзисторного ключа  $V_2$ , для чего на базу транзистора  $V_2$  из индикаторного устройства поступает сигнал "Кратность".

Элементы  $D_{1.3}$  и  $D_{3.1}$  служат для усиления выходного сигнала задающего генератора, поступающего на схемы синхронизации формирователя фазовых интервалов.

Конденсаторы  $C_2, C_7, C_8 \dots C_{19}$  являются блокировочными.

Резисторы  $R_8 \dots R_{10}$  обеспечивают наличие потенциала логической 1 на неиспользуемых входах микросхем.

При работе прибора в контрольных точках фазового детектора можно наблюдать сигналы в виде положительных импульсов амплитудой около четырех вольт.

Так в точках 11, 25 и 35 наблюдаются импульсы частотой следования 28 МГц. Импульсы скважностью 2 наблюдаются в точках: 36 (частота 1,75 МГц), 37 (частота 437,5 кГц), 34 (частота 109,375 кГц) и 27 (частота 27,344 кГц).

В точках 18 и 40 наблюдаются импульсы скважностью 2, частота которых определяется сигналами управления  $F_{1 \dots 5}$  (см. табл. 10). В точке 39 наблюдается такой же сигнал, как и в точках 18 и 40, кроме случая, когда включена частота квантования

$F_1$ . При этом в точке 39 наблюдается потенциал около 4 В.

В точке 10 наблюдается импульсный сигнал, частота которого равна половине значения частоты сигнала, наблюдаемого в точках 18 и 40.

Форма описываемых далее сигналов схематично изображена на рис. 3.

В точках 17, 19, 20 и 38 наблюдается выходной сигнал формирователя А1, в виде импульсов с частотой исследуемого сигнала, фронты и срезы которых на частотах меньше 800 кГц могут содержать широкополосный шум (см. рис. 3б).

JK- триггер  $D_{15.2}$  обеспечивает увеличение сдвига фазы между исследуемым и опорным сигналами на  $180^\circ$ .

Логические элементы микросхемы  $D_{20}$ , работающие как инверторы, формируют сигналы "Синхр. 1" и "Синхр. 2" для блока управления, в качестве которых используются синхронизированный исследуемый сигнал и его инверсия (последние снимаются с контактов 5 и 6  $D_9$  соответственно).

Логические элементы  $D_{1.4}$  и  $D_{12}$  (кроме нижнего по схеме элемента) работающие как инверторы, служат для усиления сигнала "Пуск", приходящего из блока управления в начале каждого цикла измерения и устанавливающего триггеры микросхем  $D_{14}$ ,

$D_{15}$  и  $D_{19}$  в единичное состояние. При этом с выходного контакта 6 триггера  $D_{15.2}$  поступает сигнал, устанавливающий триггеры микросхемы  $D_{13}$  в единичное состояние, а сигнал с выходного контакта 5 триггера  $D_{15.2}$  инвертируется нижним по схеме элементом микросхемы  $D_{12}$  и устанавливает в единичное состояние триггеры микросхемы  $D_{17}$ . После этого по первому после окончания сигнала "Пуск" фронту импульса исследуемого сигнала триггер  $D_{14.1}$ , а вслед за ним и триггер  $D_{15.1}$ , переключаются в нулевое состояние. Это приводит к появлению на контактах 9 и 8  $D_{15.1}$  сигналов "Старт 1" и "Старт 2" в виде взаимно инверсных перепадов напряжения. По первому после окончания сигнала "Пуск" срезу импульса исследуемого сигнала триггер  $D_{14.2}$ , а вслед за ним и триггер  $D_{15.2}$ , переключаются в нулевое состояние. При этом на контактах 4 и 10 микросхем  $D_{13}$  и  $D_{17}$  появляется потенциал логической единицы и по первому приведенному после этого, фронту импульса опорного сигнала триггер  $D_{13.1}$  переключается в нулевое состояние.

В точках 26, 28, 29 и 32 наблюдаются импульсы аналогичной формы, поступающие с выходов формирователя опорного сигнала А2 (рис. 3 е).

В точках 30 и 4 на частотах до 200 кГц наблюдаются импульсы, следующие с частотой входного сигнала, фронты и срезы которых не имеют признаков шума. На более высоких частотах в точках 30 и 4 наблюдается положительный потенциал около 4 В.

В точках 2, 3, 5, 8 и 14 наблюдаются импульсы, следующие с частотой исследуемого сигнала, без признаков шума на фронтах и срезах для любых частот входного сигнала (рис. 3 в).

В точках 31 и 33 наблюдаются импульсы с частотой следования опорного сигнала без признаков шума на фронтах и срезах для любых частот входного сигнала (рис. 3 ж). Аналогичный сигнал наблюдается в точке 13 на частотах входного сигнала больше 200 кГц. На частотах ниже 200 кГц в этой точке присутствует положительный потенциал около 4 В.

Описываемые далее сигналы наблюдаются только в течение измерительного цикла.

В точках 6 и 12 наблюдаются импульсы скважностью 2 и частотой в четыре раза меньше частоты исследуемого сигнала, сдвинутые относительно друг друга на четверть периода.

В точках 15 и 24 наблюдаются аналогичные импульсы, частота следования которых в четыре раза меньше частоты опорного сигнала. В точках 16 и 1 наблюдаются корректирующие интервалы исследуемого и опорного сигналов соответственно, представляющие собой импульсные последовательности, с частотой, равной удвоенной частоте входного сигнала причем на частотах меньше 800 кГц фронты или срезы импульсов могут содержать шум (см. рис. 3 г и з).

В точках 23, 9, 22 и 2Г наблюдаются фазовые интервалы с первого по четвертый соответственно, в виде импульсных последовательностей с частотой, равной половине входного сигнала (см. рис. 3, т, у, ф, и).

Временные диаграммы напряжений в контрольных точках фазового детектора приведены в приложении 8.

6.2.3. Конструктивно фазовый детектор выполнен в виде платы печатного монтажа, на которой закрепляются корпуса экранов формирователей А1, А2.

Внутри экранов установлены платы печатного монтажа формирователей, которые электрически соединяются с фазовым детектором при помощи разъемных соединителей, причем на плате фазового детектора установлены штыри, а на платах формирователей — гнезда.

Экраны закрыты крышками.

Контрольные точки выполнены в виде металлизированных отверстий.

Для обеспечения жесткости конструкции плата фазового детектора закреплена на металлической рамке.

Схема расположения элементов фазового детектора приведена в приложении 3.

### 6.3. Устройство индикаторное


6.3.1. Устройство индикаторное служит для подсчета общего числа импульсов в импульсных последовательностях фазовых и корректирующих интервалов за время цикла измерения, выдачи кода результата измерения в индикатор и на разъем Х5 "  " прибора (выход на ЦПУ) и формирования сигнала, управляющего частотой кварцевого генератора прибора, для устранения кратности частот входного сигнала и квантующей последовательности импульсов.

Схема динамического суммирования состоит из триггеров привязки ( $D$ - триггеры микросхем  $D 13 - D 15, D 18.2, D 19.2, D 22.1, D 23.2$ ), счетных триггеров (микросхемы  $D 18.1, D 19.1, D 20, D 22.2$ ) дополнительно делящих частоту следования импульсов, и элементов суммирования (логические элементы "исключающие ИЛИ"  $D 16.1 - D 16.3, D 21.1, D 21.2$ ).

Импульсные последовательности первого и второго фазовых интервалов поступают через контакты 20 и 17 разъема XI и соответствующие каналы шестиканального делителя частоты на  $D$ - входы триггеров привязки (контакт 9  $D 13.1$  и контакт 5  $D 14.1$  соответственно). На  $C$ -входах триггеров присутствуют импульсы частотой 875 кГц и скважностью равной двум. При этом импульсы на  $C$ -входе микросхемы  $D 13.1$  противофазны импульсам на  $C$ - входе микросхемы  $D 14.1$ .

Импульсы с выходов триггеров привязки поступают на входы элемента суммирования (микросхема  $D 16.1$ ). При любом временном положении импульсов первого фазового интервала относительно второго фазового интервала на выходе элемента суммирования присутствует импульс длительностью не менее половины периода частоты 875 кГц, а их число за время цикла измерения равно суммарному числу импульсов первого и второго фазовых интервалов за то же время.

Аналогично объединяются импульсные последовательности третьего и четвертого фазовых интервалов (триггерами привязки служат микросхемы  $D 13.2$  и  $D 14.2$ , элементом суммирования служит микросхема  $D 16.2$ ), а также импульсные последовательности интервалов коррекции (триггерами привязки служат триггеры микросхемы  $D 15$ , а элементом суммирования микросхема  $D 16.3$ ).

Импульсные последовательности с выходов элементов суммирования  $D 16.1$  и  $D 16.2$  после деления частоты (триггеры  $D 18.2$  и  $D 19.2$  соответственно) объединяются посредством триггеров привязки на микросхемах  $D 18.2$  и  $D 19.2$  и элемента суммирования на микросхеме  $D 21.1$ .

Импульсы с выходов элементов суммирования микросхем  $D 21.1$  и  $D 16.3$  объединяются посредством триггеров привязки на микросхемах  $D 22.1, D 23.2$  и элемента суммирования на микросхеме  $D 21.2$ .

Делитель с переменным коэффициентом деления состоит из счетного триггера  $D 23.1$  и двух четырехразрядных двоичных счетчиков (микросхема  $D 24$ ).

Требуемые выходы счетчиков (контакты 6 и II  $D 24$ ) подключены ко входам элемента объединения (контакты 9 и 8  $D 16.4$  соответственно), с выходного контакта 10 которого через контакты 33 и 31 разъема XI сигнал поступает на входы корректирующего и измерительного счетчиков. Это дает возможность проверять работу схемы динамического суммирования. Контакты 33 и 31 ответной части разъема XI в приборе соединены перемычкой.

Из устройства управления через контакт 38 разъема XI на контакты I и 10 микросхемы  $D 24$  поступает сигнал управления коэффициентом деления "Уот.  $t$  изм.". Если время цикла измерения равно 1 с, то сигнал управления имеет вид потенциала логической 1.

Если время цикла измерения равно 10 с, то сигнал управления имеет вид потенциала логического 0.

Если на контактах I и 10  $D 24$  присутствует логический 0, то нижний по схеме счетчик микросхемы  $D 24$  запирается и общий коэффициент деления равен тридцати двум.

На вход делителя частоты поступает импульсы с генератора импульсов, который задает частоту опроса.

Трехразрядный двоичный код с делителя частоты поступает также на вход второго дешифратора.

Второй дешифратор формирует позиционный код управления разрядами динамической индикации.

Коммутатор усиливает сигналы с выходов преобразователя кода и второго дешифратора.

Усиленные сигналы поступают далее в индикатор.

На коммутатор из блока управления поступает также сигнал "Пауза", включающий соответствующий элемент индикации на индикаторе в паузах между циклами измерений.

Схема устранения кратности вырабатывает сигнал, изменяющий частоту кварцевого генератора в случае неустойчивости показаний прибора, что имеет место при наличии кратности частоты входного сигнала и частоты квантования. Этим достигается устранение кратности и обеспечивается стабильность показаний прибора для любой частоты входных сигналов.

6.3.2. Схема электрическая принципиальная индикаторного устройства приведена в приложении 4.

Устройство выполнено с применением микросхем серий I30 и 564. Серия I30 применена для построения более высокочастотных цепей.

Шестиканальный делитель частоты представляет собой шесть четырехразрядных делителей на  $D$ -триггерах. Режим счета в триггерах обеспечен соединением  $D$ -входов с инверсными выходами.

Первые два разряда каждого делителя выполнены на микросхемах серии I30 ( $D1-D6$ ). Остальные разряды построены на микросхемах серии 564 ( $D7-D12$ ).

Измерительный счетчик служит для подсчета числа импульсов, поступающих с выхода делителя с переменным коэффициентом деления, и выдачи кода результата измерения в узел динамической индикации.

В начале каждого цикла измерения в измерительный счетчик заносится код корректирующего счетчика, чем обеспечивается учет начального фазового сдвига.

Узел динамической индикации состоит из запоминающего устройства, мультиплексора, генератора импульсов, делителя частоты, первого и второго дешифраторов, преобразователя кода и коммутатора.

По окончании каждого цикла измерения код числа (результат измерения), накопившегося в измерительном счетчике за цикл измерения, переписывается в запоминающее устройство.

Запоминающее устройство хранит полученную информацию до окончания следующего цикла измерения.

С выходов запоминающего устройства результат измерения в двоично-десятичном коде поступает на входы мультиплексора, схемы устранения кратности и на разъем Х5 "  $\begin{matrix} \circ & \circ \\ \circ & \circ \end{matrix} \rangle$  " (выход на ЦШУ).

Четырехканальный мультиплексор обеспечивает динамическую индикацию, т.е. последовательный опрос разрядов запоминающего устройства. На его выходах последовательно появляются двоичные коды состояний разрядов запоминающего устройства.

С помощью первого дешифратора полученный двоичный код преобразуется в позиционный десятичный.

С помощью преобразователя кода позиционный десятичный код преобразуется в специальный код управления семисегментными индикаторами.

Мультиплексор управляется трехразрядным двоичным кодом делителя частоты.

Структурная схема устройства индикаторного приведена на рис. 6.

Индикаторное устройство содержит следующие функциональные узлы:

- 1) узел динамического суммирования;
- 2) корректирующий счетчик;
- 3) измерительный счетчик;
- 4) узел динамической индикации;
- 5) схема устранения кратности.

Узел динамического суммирования состоит из шестиканального делителя частоты, схемы динамического суммирования и делителя с переменным коэффициентом деления.

Импульсные последовательности фазовых и корректирующих интервалов поступают на входы шестиканального делителя частоты на шестнадцать.

С выходов шестиканального делителя частоты импульсные последовательности фазовых и корректирующих интервалов поделенной частоты поступают на вход схемы динамического суммирования, где объединяются в одну импульсную последовательность с сохранением общего числа импульсов. Сигнал с выхода схемы динамического суммирования поступает на вход делителя с переменным коэффициентом деления, коэффициент деления которого устанавливается сигналом из устройства управления, в зависимости от выбранного времени измерения. Далее сигнал подается на входы корректирующего и измерительного счетчиков.

Корректирующий счетчик служит для запоминания информации о фазовом сдвиге между входными сигналами, имевшемся во время проведения цикла калибровки или установки нуля.

Устройство индикаторное. Схема электрическая структурная

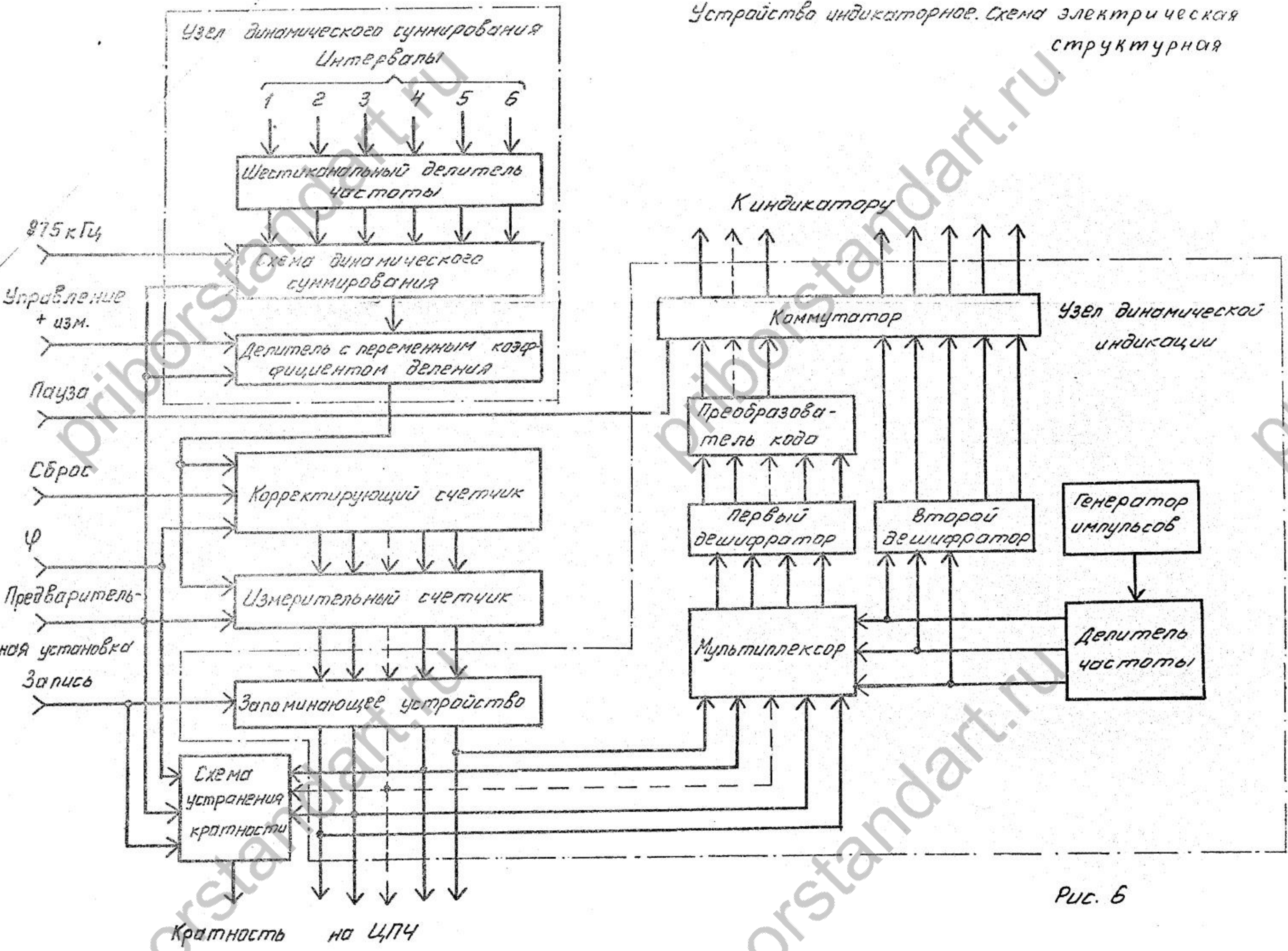


Рис. 6

Схема исключения кратности состоит из регистра памяти, в качестве которого используется реверсивный счетчик  $D 30$  в сочетании с  $D$  - триггером  $D 31.1$ , компаратора кодов  $D 37$ , схемы исключения случайных выбросов показаний (счетчик  $D 43$ ) и  $D$  - триггера  $D 31.2$ , работающего в счетном режиме (контакты 12 и 9  $D 31.2$  соединены).

Работает схема следующим образом.

С выходных инверторов ( $D 61.1$ ) второго разряда запоминающего устройства (разряд десятых долей градуса) сигналы поступают на входы установки счетчика  $D 30$  (контакты 4, 12, 13 и 3  $D 30$ ) и на входы "А" компаратора кодов  $D 37$  (контакты 15, 2, 7 и 10  $D 37$ ). Входы "В" компаратора (контакты 14, 1, 9 и 11  $D 37$ ) соединены с соответствующими выходами счетчика  $D 30$  (контакты 2, 14, 11 и 6  $D 30$ ).

На  $D$  - вход триггера  $D 31.1$  (контакт 5  $D 31.1$ ) поступает сигнал младшего разряда регистра  $D 56$  (разряд единиц градуса). Импульс "Запись" инвертируется элементом  $D 27.1$  и поступает на контакт 1  $D 30$  и контакт 3  $D 31.1$ , в результате чего счетчик  $D 30$  устанавливается в состояние, задаваемое комбинацией сигналов на его входах установки (контакты 4, 12, 13 и 3  $D 30$ ), а  $D$  - триггер  $D 31.1$  - в состояние, идентичное сигналу на его  $D$  - входе (контакт 5  $D 31.1$ ).

Как описывалось выше, по окончании сигнала "Запись" в запоминающее устройство заносится код результата очередного цикла измерения. Если значения десятых долей и единиц градусов, результатов двух последовательных циклов измерения не изменились, то после окончания сигнала "Запись" на выходном контакте 3 компаратора кодов  $D 37$  появляется потенциал логической 1, который поступает на контакт 5 счетчика  $D 30$  и запирает последний.

В результате этого с приходом сигнала "Предв.уст.", который поступает на вход синхронизации счетчика (контакт 15  $D 30$ ), счетчик не изменяет своего состояния.

Если же значение разряда десятых долей градуса результата очередного цикла измерения больше значения того же разряда предыдущего цикла, то на выходном контакте 13 компаратора  $D 37$  появляется логическая 1. Если при этом не произошло изменения значения разряда единиц градуса, то на выходе элемента  $D 34.1$  будет потенциал логического 0, а на контактах 9 и 13  $D 39$  - потенциалы логических 1 и 0 соответственно. При этом на контакт 10 счетчика  $D 30$  будет поступать сигнал с контакта 13 компаратора  $D 37$ , т.е. на контакте 10  $D 30$  будет потенциал логической 1, и счетчиком  $D 30$  переключится в режим суммирования импульсов.

С приходом сигнала "Предв.уст." счетчик перейдет в следующее по порядку состояние. Если при этом значения разряда десятых долей градуса двух последовательных циклов измерения отличаются только на единицу, то входные коды компаратора  $D 37$  сравнятся и на его контакте 3 появится потенциал логической 1.

Если же эти значения отличаются больше чем на единицу, то равенство кодов не будет достигнуто и на контакте 3 компаратора  $D 37$  останется потенциал логического 0.

В случае, если код разряда десятых долей градуса результата последующего цикла измерения меньше кода предыдущего, схема работает аналогично, с той лишь разницей, что в этом случае на контакте 13 компаратора  $D 37$  появляется логический 0, и счетчик  $D 30$  работает в режиме вычитания.

Если в двух последовательных циклах измерения произошло изменение значений разряда единиц градуса на единицу, то на контакте 11 элемента  $D 34$  появляется потенциал логической 1.

При этом на контактах I3 и 9 D 39 устанавливаются уровни логической 1 и 0 соответственно, а это приводит к тому, что на контакт I0 счетчика D 30 будет поступать сигнал с контакта I2 компаратора D 37. Если одновременно произойдет изменение нулевого значения кода разряда десятых долей градуса на код "9" или наоборот, то после прихода импульса "Предв.уст." сравниваемые коды будут идентичны и на контакте 3 компаратора D 37 появится потенциал логической единицы.

Таким образом, если показания прибора стабильные, т.е. в двух последовательных циклах измерения не происходит изменения результата больше, чем на  $0,19^{\circ}$ , то на контакте 3 микросхемы D 37 будет потенциал логической 1.

Этот сигнал поступает на контакт I0 счетчика D 43, обеспечивая его работу в режиме суммирования импульсов. На вход синхронизации счетчика D 43 (контакт I5 D 43) поступают инвертированные элементом D 27.4 импульсы "Предв.уст." и код состояния счетчика при этом увеличивается на единицу. Как только счетчик D 43 достигает состояния "2" (на контактах 6 и II D 43 потенциал логической 1), на его контакте I появится потенциал логической 1 и счетчик вернется в состояние "2", т.к. на его входы установки (контакты 4, I2, I3 и 3 D 43) подан код этого состояния.

Описанный процесс будет продолжаться, пока не появится нестабильность показаний. При этом на контакте I0 D 43 появится потенциал логического 0 и счетчик D 43 перейдет в режим вычитания.

Если нестабильность показаний будет продолжаться не менее трех циклов измерения, то счетчик D 43 установится в состояние "9", при этом на его контакте 2 появится потенциал логической 1 и триггер D 31.2 переключается, что приведет к изменению частоты кварцевого генератора прибора, т.к. этот генератор управляется

рого. Этот же сигнал устанавливает в нулевое состояние счетные триггеры схемы динамического суммирования и делитель с переменным коэффициентом деления.

После окончания сигнала "Предв.уст." на входы синхронизации первых четырех разрядов (контакты I5 микросхем D 49, D 53, D 57 и D 60) с выхода делителя с переменным коэффициентом деления (контакт I0 D 16) начинают поступать импульсы счетной информации, которые суммируются счетчиком. Последний разряд (счетчик D 66) переключается в следующее состояние после перехода счетчика D 60 из десятого состояния в нулевое благодаря соединению входного контакта I5 D 66 с выходным контактом I0 D 63.1.

Запоминающее устройство состоит из пяти регистров D 48, D 52, D 56, D 59 и D 64, входные контакты 9-12 каждого из которых соединены с выходными контактами 6, II, I4, 2 соответствующих разрядов измерительного счетчика (D 49, D 53, D 57, D 60, D 66). По окончании цикла измерения с устройства управления через контакт I3 разъема XI на входы синхронизации регистров (контакты 6 микросхем D 48, D 52, D 56, D 59, и D 64) проходит сигнал "Запись" (потенциал логического 0), с окончанием которого в регистры запоминающего устройства записываются состояния соответствующих разрядов измерительного счетчика.

К выходам регистров (контакты I, I5, I4, I3 D 48, D 52, D 56, D 59 и D 64) подключены инверторы D 51, D 55, D 62, служащие для усиления сигналов. Выходные контакты 2, 4, 6, 8, I0, I2 этих инверторов являются выходами запоминающего устройства.

Для нейтрализации инверсии элементов D 51, D 55, D 62, регистры D 48, D 52, D 56, D 59 и D 64 работают в инвертирующем режиме, что достигается подачей потенциала логического 0 на их контакты 2.

D 25.4 и D 63.4, устанавливает счетчики D 61 и D 65 в состоянии "5" и "3" соответственно, так как сигнал "Пауза" к этому моменту прекратился и на входах установки микросхем

D 61 и D 65 (контакты 3, 4, 12, 13) держатся соответствующие двоичные коды. После этого корректирующий счетчик подсчитывает импульсы, поступающие на его вход (контакт 5 D 50), вычитая их из числа 35999, причем, в процессе вычитания всякий раз проходя через нулевое состояние, счетчик устанавливается в состоянии 35999, чем обеспечивается необходимый коэффициент пересчета.

По окончании цикла калибровки или установки нуля первый разряд счетчика запирается (на контакте 5 D 50 появляется логическая 1) и счет прекращается.

Полученный двоично-десятичный код коррекции результата измерения хранится счетчиком до следующего цикла калибровки.

Измерительный счетчик также состоит из пяти разрядов, в качестве которых используются микросхемы D 49, D 53, D 57,

D 60 и D 66, работающие в режиме суммирования импульсов.

Элементы D 17.2, D 63.1 - D 63.3 обеспечивают необходимый коэффициент пересчета. При этом, если измерительный счетчик устанавливается в состояние 36000, то он сразу же переходит в нулевое состояние.

Перед началом цикла измерения из устройства управления через контакт 35 разъема XI на контакты I микросхем D 49,

D 53, D 57, D 60 и D 66 приходит сигнал "Предв.уст." в виде потенциала логической 1. По этому сигналу измерительный счетчик устанавливается в состояние идентичное состоянию корректирующего счетчика, для чего установочные входы (контакты 4, 12, 13 и 3 микросхем D 49, D 53, D 57, D 60, D 66) разрядов первого соединены с выходами (контакты 6, II, 14 и 2 микросхем D 50, D 54, D 58, D 61 и D 65) соответствующих разрядов вто-

сигналом "Кратность", снимаемым с контакта I2 триггера D 31.2.

Таким образом схема не реагирует на случайные выбросы показаний прибора.

С этой же целью во время цикла калибровки или установки нуля счетчик D 43 устанавливается в состояние "2" т.к. на контакт I3 D 40.3 поступает сигнал "φ нач." в виде потенциала логической 0 и на контакте I D 43 появляется потенциал логической 1.

Для проверки работы схемы исключения кратности при наличии потенциала логической 1 на контакте 8 разъема XI сигнал с контакта 3 компаратора кодов D 37 через элементы D 39, D 40.2, D 29.2 и транзистор VI подается на контакт I3 разъема X2.

Мультиплексор состоит из четырех микросхем D 35, D 38, D 42, D 46, каждая из которых осуществляет мультиплексирование одного из двоичных разрядов измерительной информации, для чего на их входные контакты I, I2-I5 приходят сигналы с соответствующих выходов запоминающего устройства.

Управляющие входы микросхем D 35, D 38, D 42, D 46 (контакты 9, 10 и II) соединены с соответствующими выходами делителя частоты D 28 (контакты II, 14, 2), на входной контакт I5 которого поступает сигнал с генератора импульсов.

Контакт I D 28 соединен с контактом 8 разъема XI, что позволяет при проверке схемы динамической индикации прекратить переключение разрядов, оставив включенным любой из них. В приборе эта цепь соединена с шиной "Корпус".

В качестве генератора импульсов используется мультивибратор, выполненный на инверторах D 25.1. Он вырабатывает импульсы частотой следования 1 кГц, которая задается элементами C6 и R4. Резистор R3 служит для улучшения формы импульсов.

Питание на контакт I4 микросхемы D25 подводится через резистор R5 для предотвращения выхода этой микросхемы из строя.

К выходам мультиплексора (контакты 3 микросхем D36, D38, D42, D46) подключены соответствующие входы первого дешифратора D35 (контакты I0-I3 D35).

В качестве второго дешифратора используется микросхема D26 с усилителями на выходах (микросхема D29.1).

Преобразователь кода построен на элементах D21.3, D21.4, D41.1, D34.2, D34.3, D40.1 и D27.2.

Для усиления выходных сигналов преобразователя кода применяются инверторы микросхемы D44.

Коммутатор состоит из восьми транзисторных ключей сегментов индикаторов и пяти ключей разрядов индикации. В качестве ключей используются транзисторы микросхем D32, D33, D47 и транзистор V1.

Ключами сегментов являются каскады на транзисторах, включенных по схеме с общим эмиттером, а ключи разрядов — с общим коллектором. Кроме того, из устройства управления через контакт 7 разъема XI в индикаторное устройство подается сигнал "Пауза" в виде потенциала логического 0, который инвертируется элементами D40.2, усиливается элементом D29.2 и поступает на транзисторный ключ I.

Резисторы R6-R13 ограничивают базовые токи ключевых транзисторов.

Конденсаторы C1-C5 являются блокировочными.

Сигналы "Ψ" и "ΔΨ" кнопок управления прибором, размещенных на плате индикатора, поступают через контакты I4 и I5 разъема X2, точки "К" и "Л" на контакты 37 и 36 разъема XI, соединенные между собой соответственно.

Если на контактах I и I0 D24 присутствует потенциал логической 1, то запирается верхний по схеме счетчик микросхемы D24 и общий коэффициент деления равен четырем.

Корректирующий счетчик представляет собой пятиразрядный двоично-десятичный вычитающий счетчик (микросхемы D50, D54, D58, D61, D65).

На вход первого разряда (контакт I5 D50) подается сигнал с выхода делителя с переменным коэффициентом деления (контакт I0 D16).

В перерывах между циклами калибровки или установки нуля первый разряд счетчика заперт, т.к. из устройства управления на контакт 5 D50 через контакт 3 XI подается потенциал логической 1 (сигнал "Ψ нач" отсутствует).

В начале цикла калибровки или установки нуля на контакт I микросхем D50, D54, D58 через контакт 26 разъема XI подается сигнал "Сброс" имеющий вид одиночного импульса положительной полярности. На контакты I микросхем D61 и D65 этот сигнал поступает через элементы D25.3 и D63.4). Это происходит всегда в паузах между циклами измерения, т.е. когда через контакт 7 разъема XI поступает сигнал "Пауза" в виде потенциала логического 0, и на контактах 4, I2, I3 и 3 микросхем D50, D54, D58, D61 и D65 поддерживаются нулевые коды. С приходом сигнала "Сброс" корректирующий счетчик устанавливается в нулевое состояние. Одновременно открывается первый разряд счетчика, т.к. появляется сигнал

"Ψ нач" в виде потенциала логического 0 на контакте 5 D50.

Как только с делителя с переменным коэффициентом деления поступит первый импульс корректирующий счетчик перейдет в состояние 99999. При этом на контакте 2 D65 появится потенциал логической 1. Этот сигнал, пройдя через элементы

Таким образом, до окончания времени измерения частота квантовых импульсов уменьшается в четыре раза, чем достигается уменьшение погрешности дискретного преобразования на низких частотах.

На времязадающий делитель с коммутатора команд управления поступает сигнал установки измерительного времени, увеличивающий при использовании большого времени измерения его коэффициент деления.

Импульсные фильтры опорного и измерительного каналов одинаковы. Их работа основана на раздельном измерении положительной и отрицательной полувольт сигнала с использованием реверсивных счетчиков, суммирующих в одном полуцикле квантовые импульсы, а в другом — вычитающие импульсы удвоенной частоты. При этом на выходах счетчиков формируются импульсы привязки, моменты появления которых находятся в серединах соответствующих измеренных полувольт сигнала. В результате на импульсах привязки формируется импульсная последовательность заданного скважности на подкорректированных переходах через нулевой уровень, а — уменьшается погрешность измерения, обусловленной задержкой на входном сигнале широкого спектра шумов.

Входной сигнал с делителем до импульсного делителя проходит через формирователь, обеспечивающий необходимую скважность уровня и амплитуду. Импульсы с делителя доходят до формирователя сигнала с, с МГц и формируются импульсы частоты, образующиеся как импульсы. Команды на управление работой делителя образуются так, что в каждом полуцикле суммируются импульсы частоты, а другой считает, импульсы удвоенной частоты. В следующем измерительном реверсивно счетчиком формируются импульсы с выхода счетчиков

При работе прибора в контрольных точках I-17 наблюдается импульсный сигнал амплитудой около 5 В.

Кроме того, после подачи сигнала "Предв.уст.", в точках I3-I6 наблюдается уровень логической 1.

В точке I8 при работе прибора наблюдается входной сигнал счетчиков — серии импульсов амплитудой около 5 В.

В точках I9 — 22 во время каждого такта работы узла динамической индикации наблюдаются потенциалы, повторяющие значения разрядов двоичного кода числа, которое высчитывается в этом такте.

В точке 23 наблюдаются импульсы частотой следования 875 кГц, скважностью равной двум и амплитудой около 5 В.

В точках 24, 25 и 27 появляются сигналы "Предв.уст.", "Сброс" и "Запись" соответственно. Форма первых двух сигналов приведена в приложении 8 (рис. II), а сигнал "Запись" инверсией.

В точке 26 во время циклов калибровки или установки нуля наблюдается сигнал "0" на входе потенциала логического 0.

Форма сигнала в точке 28 приведена на рис. I2.

В точках 29-30 и 31 наблюдаются сигналы, форма которых приведена в приложении 8 (рис. I3, I4, б, в соответственно).

Сигнал "Запись" с делителем частоты и делителем амплитуды выполнен в виде импульсов частотой 875 кГц.

Сигнал "Сброс" с делителем частоты и делителем амплитуды выполнен в виде импульсов частотой 875 кГц.

Так как делитель частоты и делитель амплитуды имеют металлическую рамку, обеспечивающую требуемую жесткость. Контрольные точки выполнены в виде штырей. Всаживание платы индикатора с платой индикаторного устройства обеспечивается при помощи жгута в разьема X2.

#### 6.4. Индикатор

6.4.1. Индикатор предназначен для высвечивания числовых значений результатов измерений фазовых сдвигов и индикации паузы между циклами измерения.

Схема электрическая принципиальная индикатора приведена в приложении 5.

Индикатор состоит из шести светодиодных цифровых индикаторов  $D_1 - D_6$ .

Для обеспечения режима динамической индикации одноименные катоды индикаторов  $D_1 - D_4$  и  $D_6$  соединены между собой (кроме катодов  $H$ ). Контакт 6 индикатора  $D_3$  соединен через резистор  $R_1$  с корпусом, чем обеспечивается высвечивание запятой, отделяющей целые значения градуса от его долей.

Индикатор  $D_5$  служит для высвечивания знака "  $\square$  " (градус), что достигается соединением его контактов  $I, 2, II$  и  $13$  через общий резистор  $R_2$  с корпусом. Катод  $D$  этого индикатора загорается в паузах между циклами измерения.

Анод индикатора  $D_5$  (контакты 3, 9 и 14  $D_5$ ) соединен с анодом индикатора  $D_6$  (контакты 3, 6 и 14  $D_6$ ). Таким образом эти индикаторы включаются одновременно.

Резисторы  $R_1 - R_3$  ограничивают ток индикаторов.

В индикатор входят также кнопки управления прибором:

- 1)  $S_1$  - кнопка установки нуля ("  $\psi$  ");
- 2)  $S_2$  - кнопка калибровки ("  $\Delta \psi$  ").

К устройству индикаторному индикатор подключается с помощью разъема  $XI$ .

6.4.2. Конструктивно индикатор выполнен в виде отдельной платы.

Схема расположения элементов на плате приведена в приложении 5.

состояние и заширание самого делителя.

С выходов времязадающего делителя сигналы в двоичном коде поступают на входы регистра памяти и первые входы схемы сравнения кодов.

В начале времени измерения с формирователя команд запись на регистр памяти поступает сигнал обеспечивающий параллельную запись информации. При этом по сигналу синхронизации, вырабатываемому формирователем команд запись в конце первого периода входного сигнала, в регистр памяти заносится инверсный код состояния времязадающего делителя, соответствующего этому моменту времени, после чего регистр памяти переходит в режим сдвига.

С выходов регистра сигналы поступают на другие входы схемы сравнения кодов.

В момент достижения идентичности текущего кода времязадающего делителя коду записанному в регистре памяти, сигнал с выхода схемы сравнения кодов переключает счетчик команд в следующее состояние, код которого поступает на входы регистра команд. С поступлением очередного импульса сигнала "Синхр." этот код заносится в регистр команд и подается на дешифратор команд, вырабатывающий сигналы управления частотой квантования для фазового детектора. Таким образом включается пониженная частота квантования. Одновременно на регистр памяти с формирователя команд управления регистром поступает сигнал синхронизации в виде пары импульсов, вызывающих сдвиг кода регистра на два разряда, что соответствует делению на четыре. После этого весь цикл повторяется, только код времязадающего делителя сравнивается с другим, установленным сдвигом в предыдущем цикле, кодом регистра памяти.

Таким образом, до окончания времени измерения частота квантуемых импульсов уменьшается в четыре раза, чем достигается уменьшение погрешности дискретного преобразования на низких частотах.

На времязадающий делитель с коммутатора команд управления поступает сигнал установки измерительного времени, увеличивающий при использовании большого времени измерения его коэффициент деления.

Импульсные фильтры опорного и измерительного каналов одинаковы. Их работа основана на раздельном измерении положительной и отрицательной полюсов сигнала с использованием реверсивных счетчиков, суммирующих в одном полупериоде квантуемые импульсы, а в другом - вычитающих импульсы удвоенной частоты. При этом на выходах счетчиков формируются импульсы привязки, моменты появления которых находятся в заданных соответствующих полюсах сигнала. В результате на импульсах привязки формируется импульсная последовательность входного сигнала, на которой происходит переход через нулевой уровень, что приводит к уменьшению погрешности измерения, обусловленной наличием в входном сигнале широкополосных шумов.

Входной сигнал, поступающий на импульсный делитель, проходит через формирователь импульсов, который необходим для получения уровня и формы сигнала. Сигнал на входе делителя имеет частоту 1,5 МГц и амплитуду 5 В. Сигнал делится на две части: одна часть идет на вход делителя, а другая - на вход счетчика. Сигнал делится на две части: одна часть идет на вход делителя, а другая - на вход счетчика. Сигнал делится на две части: одна часть идет на вход делителя, а другая - на вход счетчика. Сигнал делится на две части: одна часть идет на вход делителя, а другая - на вход счетчика.

При работе прибора в контрольных точках I-I7 наблюдается импульсный сигнал амплитудой около 5 В.

Кроме того, после подачи сигнала "Предв.уст.", в точках I3-I6 наблюдается уровень логической 1.

В точке I8 при работе прибора наблюдается входной сигнал счетчиков - серии импульсов амплитудой около 5 В.

В точках I9 - 22 во время каждого такта работы узла динамической индикации наблюдаются потенциалы, повторяющие значения разрядов двоичного кода числа, которое высчитывается в этом такте.

В точке 23 наблюдается импульс частотой следования 875 кГц, скважностью равной двум и амплитудой около 5 В.

В точках 24, 25 и 27 появляются сигналы "Предв.уст.", "Сброс" и "Запись" соответственно. Форма первых двух сигналов приведена в приложении 8 (рис. II), а сигнал "Запись" инверсен им.

В точке 26 во время цикла калибровки или установки нуля наблюдается сигнал "0" в виде потенциала логической 1.

Форма сигнала в точке 28 приведена на рис. 12.

В точках 29, 30 и 31 наблюдаются сигналы, форма которых приведена в приложении 8 (рис. 13 и 14), в обратном направлении.

С. 3. 3. "Индикаторное устройство индикации". Выполнено в виде отдельной платы (рис. 15).

Индикаторное устройство индикации выполнено в виде отдельной платы (рис. 15).

Так как индикаторное устройство индикации имеет металлическую рамку, обеспечивающую требуемую жесткость. Контрольные точки выполнены в виде штырей. Соединение платы индикатора с платой индикаторного устройства обеспечивается при помощи жгута и разъема X2.

калибровки " $\Delta \varphi$ " и сигнал установки измерительного времени "Увр.  $t$  изм".

Сигнал установки нуля поступает на формирователь задержек, который обеспечивает начало цикла установки нуля только по истечении 28-32 с после прихода этого сигнала.

За время задержки прекращаются переходные процессы, вызванные коммутацией входных цепей формирователей прибора.

По окончании цикла установки нуля обеспечивается аналогичная задержка начала цикла измерения.

К выходам формирователя задержки подключена схема управления реле, осуществляющая подачу напряжения на реле входных формирователей прибора.

Сигнал калибровки поступает на схему устранения дребезга, предотвращающую ложные срабатывания устройства управления, вызванные дребезгом контактов кнопки " $\Delta \varphi$ ".

Далее этот сигнал проходит на формирователь задержки.

С соответствующих выходов формирователя задержки при калибровке или установке нуля снимаются сигналы для формирователей команд управления корректирующим и измерительным счетчиками. Кроме того, на эти формирователи с генератора импульсов через делитель частоты подается сигнал синхронизации частотой 32 Гц, а на формирователь команд управления измерительным счетчиком еще и сигнал, действующий в течение измерительного времени прибора (" $t$  изм").

Формирователь команд управления измерительным счетчиком в течение каждого цикла измерения фазовых сдвигов вырабатывает сигнал "Пред.уст.", поступающий в индикаторное устройство для осуществления начальной установки измерительного счетчика и сигнал "Пуск", поступающий в фазовый детектор для начала осуществления измерительного цикла.

По истечении измерительного времени прекращается сигнал " $t$  изм". и формируется сигнал "Запись", поступающий в индикаторное устройство для записи измеренного значения фазового сдвига в запоминающее устройство.

При калибровке или установке нуля формирователь команд управления корректирующим счетчиком вырабатывает сигнал "Сброс", поступающий в индикаторное устройство для начальной установки корректирующего счетчика, и сигнал " $\varphi$  нач.", который разрешает счет корректирующему счетчику. Еще вырабатывается сигнал, вызывающий появление на выходах формирователя команд управления измерительным счетчиком сигналов "Пред.уст." и "Пуск". По окончании цикла калибровки или установки нуля с формирователя команд управления измерительным счетчиком на формирователь команд управления корректирующим счетчиком приходит импульс, прекращающий формирование сигнала " $\varphi$  нач".

Времязадающее устройство служит для формирования времени измерения и уменьшения погрешности дискретного преобразования на низких частотах, обусловленной некрatностью этого времени периоду измеряемых сигналов. Для уменьшения погрешности применяется метод дискретной весовой обработки, заключающийся в понижении частоты квантования в конце измерения, когда формируется погрешность, чем уменьшается вес последней.

Времязадающее устройство включает в себя следующие узлы:

- 1) два формирователя;
- 2) формирователь периода сигнала;
- 3) формирователь измерительного времени;
- 4) формирователь команд записи;
- 5) времязадающий делитель;
- 6) регистр памяти;
- 7) схему оравнения кодов;

- 8) счетчик команд;
- 9) регистр команд;
- 10) дешифратор команд.

На времязадающее устройство через формирователи, осуществляющие необходимое согласование уровней сигналов, с фазового детектора поступают сигналы "Синхр 2", "Старт 1" и "Старт 2".

Сигналы "Старт" являются командой для начала измерительного цикла, а в качестве сигналов "Синхр." используется сигнал измерительного канала прибора.

Эти сигналы поступают на формирователь периода сигнала, который по команде "Старт" вырабатывает импульс длительностью, равной периоду входного сигнала, синхронный с ним. Этот импульс запускает формирователь измерительного времени и поступает на формирователь команд записи. С этого момента формирователь измерительного времени начинает вырабатывать сигнал " $t$  изм.", который поступает на время-задающий делитель, счетчик команд и на формирователь команд управления измерительным счетчиком. Кроме того, со схемы формирования измерительного времени на индикаторное устройство поступает сигнал "Пауза" длительностью, равной величине паузы между циклами измерения.

Сигналы "Старт" и "Синхр." подаются также на формирователь команд записи, вырабатывающий две команды управления регистром памяти: сигнал определяющий режим работы регистра (сдвиг или параллельная запись) и сигнал синхронизации в виде пары импульсов.

Времязадающий делитель с приходом сигнала " $t$  изм." осуществляет подсчет поступающих с фазового детектора импульсов квантуемой частоты.

В момент переключения времязадающего делителя на формирователь измерительного времени поступает команда, прекращающая сигнал " $t$  изм.", и это влечет за собой сброс в нулевое

Замыкаемые контакты кнопок  $S_1$  и  $S_2$  выполнены в виде печатных проводников на плате индикатора.

### 6.5. Блок управления

6.5.1. Структурная схема блока управления приведена в приложении 6.

Блок управления включает в себя следующие основные узлы:

- 1) устройство управления;
- 2) времязадающее устройство;
- 3) импульсные фильтры опорного и измерительного каналов;
- 4) частотный дискриминатор.

Устройство управления предназначено для формирования сигналов, управляющих циклом измерения фазовых сдвигов в режимах ручного и дистанционного управления.

Это устройство состоит из следующих узлов:

- 1) коммутатора команд управления;
- 2) преобразователя уровня;
- 3) формирователя задержек;
- 4) схемы устранения дребезга;
- 5) схемы управления реле;
- 6) формирователей команд управления корректирующим и измерительным счетчиками;
- 7) генератора импульсов;
- 8) делителя частоты.

С помощью коммутатора команд управления осуществляется переход от ручного управления к дистанционному, причем сигналы дистанционного управления в уровнях ТТЛ - логики проходят через преобразователь уровня, осуществляющий необходимое согласование сигналов.

На входах коммутатора команд управления формируются три управляющих сигнала: сигнал установки нуля " $\varphi$ ", сигнал

Схема управления реле состоит из триггера  $D 58.2$  и транзисторного ключа  $D 79$ .

Триггер управляется сигналами задержек, поступающими на его установочные входы (контакты 6 и 4  $D 58.2$ ), причем в начале первой задержки он устанавливается в единичное положение, а в начале второй задержки — в нулевое. К выходу триггера подсоединен ключ составленный из двух, параллельно соединенных транзисторов микросхемы  $D 79$ , включенных по схеме с общим коллектором.

Этот ключ коммутирует напряжение питания реле входных формирователей прибора.

Схема устранения дребезга построена на  $D$ -триггерах  $58.1$ ,  $63.1$ , инверторе  $D 55.1$  и счетчике  $D 50.2$ .

На триггере  $D 58.1$  собрано устройство, аналогичное используемому в формирователе задержки.

При отсутствии управляющего сигнала " $\Delta \varphi$ " (потенциал логической 1 на контакте II  $D 59$ ) триггер  $D 58.1$  находится в нулевом, а триггер  $D 63.1$  в единичном состоянии.

При ручном управлении с приходом сигнала " $\Delta \varphi$ " первый же перепад из логического 0 в 1 на контакте II триггера  $D 58.1$  приводит к появлению на выходном контакте I2  $D 58.1$  импульса в виде потенциала логического 0 длительностью 0,75-1с. За это время прекращается дребезг замыкания контактов кнопки управления. По окончании импульса на контакте II  $D$ -триггера  $D 63.1$  происходит перепад логического 0 в 1, и триггер  $D 63.1$  переходит в нулевое состояние, т.к. на его контакты 8,9 в это время подается потенциал логического 0 (сигнал " $\Delta \varphi$ ").

По окончании сигнала " $\Delta \varphi$ " первый же короткий положительный импульс дребезга размыкания контактов кнопки управления поступает на контакт 8 триггера  $D 63.1$ , что заставляет его установиться в единичное состояние, а срез этого импульса снова

вызывает появление импульса на контакте I2  $D 58.1$ , однако к моменту окончания этого импульса дребезг размыкания кнопки заканчивается, на контакте 8  $D 63.1$  будет потенциал логической 1 и триггер останется в единичном состоянии. Таким образом, на выходном контакте I3 триггера  $D 63.1$  формируется сигнал управления " $\Delta \varphi$ ", причем, влияние дребезга контактов кнопки полностью устраняется.

Генератор импульсов представляет собой мультивибратор, собранный на элементах  $D 49.1$  и  $D 49.2$ . К его выходу подключен делитель частоты, состоящий из двух счетчиков  $D 54.1$  и  $D 50.1$ . Частоту генерации мультивибратора 64 Гц определяют конденсатор  $C9$  и резистор  $R19$ .

Резистор  $R7$  необходим для улучшения вырабатываемых импульсов. К выходу генератора подключен делитель частоты, состоящий из двух счетчиков  $D 54.1$  и  $D 50.1$ . С выходного контакта 3 счетчика  $D 54.1$  импульсный сигнал частотой 32 Гц подается на формирователи команд управления корректирующими измерительными счетчиками, а с контакта 6  $D 50.1$  импульсный сигнал частотой 4 Гц подается на частотный дискриминатор. Элементы  $D 62.1$ ,  $D 62.2$  и триггеры микросхемы  $D 68$  служат для проверки работоспособности платы при производстве или ремонте прибора.

Формирователь команд управления корректирующим счетчиком состоит из трех триггеров  $D 70.1$ ,  $D 70.2$ ,  $D 74.1$  и работает следующим образом. При измерении фазовых сдвигов, все триггеры находятся в нулевом состоянии, а на входной контакт II триггера  $D 70.2$  непрерывно поступают импульсы синхронизации частотой 32 Гц. При осуществлении калибровки или установки нуля на контакт 3 триггера  $D 70.1$  с формирователя задержки приходит положительный импульс, по фронту которого этот триггер

переключается в единичное состояние. В результате этого на контакте 9 триггера  $D 70.2$  появляется логическая 1 и первый же импульс синхронизации, поступающий на контакт II этого триггера, переключает его в единичное состояние. Это приводит к появлению сигнала "Сброс" (логическая 1 на контакте 4  $D 66$ ), поступающего в индикаторное устройство. Кроме того, на контактах 4  $D 70.1$  и 8  $D 74.1$  появляется потенциал логической 1, в результате чего триггер  $D 70.1$  переходит в нулевое, а  $D 74.1$  - в единичное состояние и на выходном контакте 8 микросхемы  $D 66$  появляется сигнал " $\psi$  нач." в виде потенциала логической 1, который также поступает в индикаторное устройство. Одновременно потенциал логической 1 подается на формирователь сигналов управления измерительным счетчиком. С приходом следующего импульса синхронизации триггер  $D 70.2$  переключается в нулевое состояние, что вызывает прекращение сигнала "Сброс". По окончании цикла калибровки или установки нуля из формирователя команд управления измерительным счетчиком на контакт II триггера  $D 74.1$  приходит управляющий сигнал в виде перепада из логического 0 в 1, и триггер  $D 74.1$  переключается в нулевое состояние. Это вызывает прекращение сигнала " $\psi$  нач." (на контакте 8  $D 66$  появляется логическая 1). Одновременно на контакт 3  $D 69$  подается сигнал в виде перепада из логического 0 в 1, что вызывает запуск формирователя задержки, если производится установка нуля.

Таким образом, формирователь команд управления корректирующим счетчиком оказывается в исходном состоянии до очередной калибровки или установки нуля.

Формирователь команд управления измерительным счетчиком состоит из пяти  $D$ -триггеров  $D 75.1$ ,  $D 75.2$ ,  $D 78.1$ ,  $D 78.2$ ,  $D 74.2$  на выходы которых (контакты II или 3) подается импульсы синхронизации частотой 32 Гц от генератора импульсов.

Элементы  $D 65.1$  и  $D 66.1$  служат для объединения сигналов переключения времени измерения, поступающих от органов управления или от внешней программы и сигнала от частотного дискриминатора.

Первую задержку формирует верхнее по схеме триггер и счетчик микросхем  $D 69$  и  $D 76$  соответственно.

В исходном состоянии на контакте 13  $D 69$  находится потенциал логического 0 и счетчик удерживается в нулевом состоянии. С приходом сигнала управления " $\psi$ " на контакте II  $D 69$  появляется логическая 1 и триггер переключается в единичное состояние. При этом на контактах 10 и 15  $D 76$  появляются логические 1 и 0 соответственно и счетчик начинает подсчет импульсов частотой 0,25 Гц, поступающих с делителя частоты на его вход (контакт 9  $D 76$ ). С приходом восьмого импульса на контакте 14  $D 76$  появляется потенциал логической 1, в результате чего триггер, а в след за ним и счетчик устанавливаются опять в нулевое состояние. В результате на выходе  $D$ -триггера формируется положительный импульс длительностью 28-32 с, который обеспечивает необходимую задержку. Нижнее по схеме  $D$ -триггер и счетчик микросхем  $D 69$  и  $D 76$  соответственно формируют вторую задержку и работают аналогично, только запускающий сигнал на его вход синхронизации (логическая 1 на контакт 3  $D 65$ ) приходит с формирователя команд управления корректирующим счетчиком по окончании цикла установки нуля. Элемент

$D 65.2$  объединяет сигналы обеих задержек для записывания формирователя команд управления измерительным счетчиком. Элемент  $D 67.1$  с началом первой задержки или по сигналу управления " $\Delta \psi$ ", вырабатывает сигнал запуска формирователя команд управления корректирующим счетчиком.

К выходам счетчика импульсов подключены формирователи сигналов управления для частот 1,9 Гц, 50 кГц, 260 кГц и 800 кГц. На эти формирователи подается сигнал опроса частотой 0,25 Гц.

Формирователи сигналов управления при определенных состояниях счетчика импульсов с приходом импульсов сигнала опроса начинают или прекращают вырабатывать требуемые управляющие сигналы. При этом состояния счетчика импульсов, при которых происходит срабатывание и опускание каждого формирователя сигналов управления, различны. Таким образом достигается отсутствие многократных переключений формирователей на частотах срабатывания.

6.5.2. Схема электрическая принципиальная блока управления приведена в приложении 6.

Блок управления построен в основном на микросхемах 564 серии.

Формирователи и преобразователь уровня сигналов выполнены на транзисторных сборках ИТ251.

Формирователи сигналов (микросхемы *D 3* и *D 52*) выполнены в виде дифференциальных каскадов.

В качестве преобразователя уровня (микросхема *D 51*) используются каскады с общим эмиттером.

Коммутатором команд управления является микросхема 59, на контакты 4, 2, 6 которой через контакты 20, 19, 26 разъема XI подаются сигналы ручного управления "ΔΨ РУ", "У" и "10с РУ" соответственно, а на контакты 5, 3, 7, 9, 14 с преобразователя уровня (микросхема *D 51*) подаются сигналы дистанционного управления. Резисторы R21, R23, R25 обеспечивают наличие логической 1 на входных контактах микросхемы *D 59* при отсутствии сигналов ручного управления.

(кроме *D 75.1*).

При измерении фазовых сдвигов в паузах между циклами измерения все триггеры формирователя, кроме *D 78.1*, устанавливаются в нулевое состояние. С приходом импульса синхронизации

*D* - триггеры микросхемы *D 78* меняют свои состояния на противоположные, в результате чего появляется сигнал "Предв.уст." (потенциал логической 1 на контакте 6 *D 66*), поступающий на индикаторное устройство.

Следующий импульс синхронизации вызывает изменения состояний триггеров *D 78.2* и *D 74.2*, что приводит к прекращению сигнала "Предв.уст." (на контакте 6 *D 66* появляется логический 0) и появлению сигнала "Пуск" (логический 0 на контакте 12 *D 66*), поступающего на фазовый детектор.

Очередной импульс синхронизации переключает триггер *D 74.2* в нулевое состояние и сигнал "Пуск" прекращается.

По окончании измерительного времени на контакт 3 триггера *D 75.1* от времязадающего устройства приходит сигнал в виде перепада из логического 0 в 1, и этот триггер переключается в единичное состояние. На контакте 9 *D 75.2* появляется логическая 1, в следствие чего первый же поступивший после этого импульс синхронизации переключает триггер *D 60.2* в единичное состояние. Это вызывает появление сигнала установки нуля триггера *D 75.1* (логическая 1 на контакте 4 *D 75.1*), возвращающего триггер в нулевое состояние и появляется сигнал "Запись" (логический 0 на контакте 10 *D 66*), поступающий на индикаторное устройство.

Следующий импульс синхронизации вызывает изменение состояний триггеров *D 75.2* и *D 78.1*, что приводит к прекращению сигнала "Запись".

Таким образом цикл измерения фазового сдвига завершается, и формирователь команд управления измерительным счетчиком возвращается в исходное состояние. Однако, импульсы синхронизации продолжают поступать, и весь процесс повторяется.

При калибровке во время действия сигнала "Сброс" на контактах 8 и 6 триггеров  $D 78.2$  и  $D 74.2$  соответственно подается потенциал логической 1 и триггеры устанавливаются в единичное состояние. Это приводит к установке в нулевое состояние триггеров  $D 75.1$  и  $D 75.2$  (на контакт 4  $D 75.1$  и контакт 10  $D 75.2$  приходит потенциал логической 1) и появлению сигналов "Предв.уст." и "Пуск".

Если при этом триггер  $D 78.1$  находится в единичном состоянии, то первый же импульс синхронизации установит его в нулевое, а следующий импульс синхронизации установит в нулевое состояние триггер  $D 78.2$ . Если же триггер  $D 78.1$  находится в нулевом состоянии, то триггер

$D 78.2$  переключается в нулевое состояние первым импульсом синхронизации, пришедшим после появления сигнала "Сброс". Дальнейшая работа формирователя команд управления измерительным счетчиком происходит как описывалось выше, причем с появлением сигнала "Запись", на контакт II триггера  $D 74.1$  формирователя команд управления корректирующим счетчиком поступает сигнал в виде перепада из логического 0 и 1, прекращающий формирование сигнала " $\varphi$  нач.". При установке нуля формирователь команд управления измерительным счетчиком работает также, как при калибровке. Единственное отличие заключается в том, что триггер  $D 78.1$  удерживается в единичном состоянии на протяжении обеих задержек, для чего во время их действия на контакт 6  $D 78.1$  с формирователя задержек подается сигнал в виде потенциала логической единицы.

импульсы привязки поступают на выходной каскад импульсного фильтра, представляющий собой установочный триггер переключаемый этими импульсами. На выходе этого триггера формируется сигнал, сдвинутый на четверть периода по отношению к входному сигналу и не содержащий ложных нуль-переходов.

Для нормальной работы импульсных фильтров на частоте около 1,9 Гц изменяется коэффициент деления управляемого делителя частоты и на частоте около 50 кГц изменяется емкость реверсивных счетчиков. На частотах выше 260 кГц влияние широкополосных шумов невелико, и импульсные фильтры отключаются. Все это обеспечивается подачей на управляемый делитель частоты, коммутаторы и выходные каскады импульсных фильтров соответствующих сигналов управления частотного дискриминатора.

Частотный дискриминатор вырабатывает сигналы управления для импульсных фильтров, времязадающего устройства и фазового детектора в зависимости от частоты входного сигнала.

Пороги срабатывания и отпускания при этом различны, чем исключается возможность многократных переключений на частотах срабатывания.

Частотный дискриминатор состоит из счетчика импульсов и четырех формирователей сигналов управления для частот 1,9 Гц, 50 кГц, 260 кГц и 800 кГц.

На вход синхронизации счетчика импульсов с выхода формирователя сигнала 3,5 МГц поступают тактовые импульсы. Одновременно на счетчик импульсов подается сигнал измерительного канала, в результате чего во время положительных полупериодов этого сигнала счетчик устанавливается в нулевое состояние и суммирование прекращается. Число импульсов, приходящих на вход счетчика за полупериод сигнала, обратно пропорционально частоте сигнала.

поступающий на индикаторное устройство и разъем ЦУ прибора.

Времязадающий делитель представляет собой счетчик импульсов состоящий из следующих, последовательно соединенных узлов: делитель на три (микросхема  $D 53$ ), делитель с переменным коэффициентом деления (микросхемы  $D 56$ ,  $D 60$  и  $D 61$ ), преобразователь уровня (транзистор  $V I$ , инвертор  $D 71.1$ ), 2 делителя на пять (микросхемы  $D 73$ ,  $D 80$ ) и три делителя на шестнадцать (микросхема  $D 81$  и верхний по схеме счетчик микросхемы  $D 82$ ). Делитель на три выполнен на микросхеме  $I 30 T M 2 (D 53)$ , т.к. должен быть достаточно высокочастотным и состоит из двух  $D$ -триггеров, на входы синхронизации которых (контакты 3 и II микросхемы  $D 53$ ) через контакт 40 разъема  $XI.2$  с фазового детектора поступают квантуемые импульсы. С выходного контакта 5 микросхемы  $D 53$  сигнал поступает на делитель с переменным коэффициентом деления, состоящий из двух последовательно соединенных счетчиков импульсов микросхемы  $D 56$ . Верхний по схеме счетчик, благодаря наличию элемента совпадения  $D 60.1$  и инвертора  $D 60.2$ , делит частоту входного сигнала на пятнадцать. С контакта 13, являющегося выходом нижнего по схеме счетчика микросхемы  $D 56$ , снимается сигнал, частота которого в восемь раз меньше частоты сигнала поступающего на вход этого счетчика (контакт 10  $D 56$ ). Элементы совпадения микросхемы  $D 61$  служат для объединения выходных сигналов обоих счетчиков. Если включено большое время измерения, то с коммутатора команд управления на контакты 15  $D 56$  и 12  $D 61.1$  поступает потенциал логического 0. В этом случае работают оба счетчика импульсов и общий коэффициент деления делителя равен ста двадцати. Если же включено малое время измерения, то на контакты 15  $D 56$  и 12  $D 61.1$  подается логическая 1.

При этом нижний по схеме счетчик микросхемы  $D 56$  удерживается в нулевом состоянии, и общий коэффициент деления делителя равен коэффициенту деления верхнего по схеме счетчика, т.е. пятнадцати.

Преобразователь уровня сигнала необходим т.к. микросхемы  $D 56$ ,  $D 53$ ,  $D 60$  и  $D 61$  питаются напряжением плюс 5 В, в отличие от всех остальных микросхем блока управления, для питания которых используется напряжение плюс 14 В.

Преобразователь уровня представляет собой усилительный каскад на транзисторе  $V I$ , включенном по схеме с общим эмиттером, с инвертором  $D 71.1$  на выходе. С выходного контакта 10 этого инвертора сигнал поступает на формирователь команд записи и на следующие разряды времязадающего делителя.

В качестве делителей на пять используются реверсивные счетчики  $D 73$  и  $D 80$ , включенные на вычитание импульсов (логический 0 на их контактах 10). Необходимый коэффициент деления обеспечивается установкой счетчиков состоянии 0101 при достижении ими нулевого состояния, для чего выходы переноса счетчиков (контакты 7 микросхем  $D 73$  и  $D 80$ ) соединены с их входными контактами 1, а на установочные входы счетчиков (контакты 4, 12, 13 и 3 микросхем  $D 73$  и  $D 80$ ) подана комбинация сигналов 0101.

Предварительная установка делителей на пять осуществляется в паузах между импульсами измерения подачей сигнала в виде потенциала логической 1 с инверсного выхода формирователя измерительного времени на контакты 9 микросхем  $D 73$  и  $D 80$ .

В качестве делителей на шестнадцать используются двоичные счетчики импульсов микросхем  $D 81$  и  $D 85$  ( $D 85$  - верхний по схеме счетчик). Установка в нулевое состояние

этих счетчиков осуществляется одновременно с предварительной установкой делителей на пять, для чего на контакты 7 и 15  $D$  81 и контакт 7  $D$  82 поступает потенциал логической 1.

Регистр памяти состоит из трех последовательно - параллельных регистров  $D$  89,  $D$  83 и  $D$  84. На установочные входы этих регистров (контакты 9, 10, 11 и 12) поступают сигналы соответствующих разрядов времязадающего делителя.

В режиме параллельной записи информация заносится в регистры в инверсном коде, для чего на их контакты 2 поступает потенциал логического 0. Для обеспечения работы регистра памяти в режиме сдвига микросхем  $D$  83,  $D$  89, и  $D$  84 соединены последовательно через инверторы  $D$  71.5 и

$D$  71.6. С формирователя команд записи на входные контакты 6 регистров поступает сигнал синхронизации, а на контакты 7 - сигнал, определяющий режим работы регистров. Так, если на контакты 7 микросхем  $D$  83,  $D$  89 и  $D$  84 подается потенциал логической 1, то при поступлении на контакты 6 этих микросхем импульсов синхронизации происходит параллельная запись, если же подается потенциал логического 0, то осуществляется сдвиг информации.

Схема сравнения кодов состоит из трех микросхем  $D$  87,

$D$  90 и  $D$  88, на входы которых подаются сигналы с выходов соответствующих разрядов времязадающего делителя и регистра памяти. Эти микросхемы соединены последовательно и входной контакт 3 микросхемы  $D$  88 является выходом схемы сравнения кодов. При достижении идентичности кодов разрядов делителей на шестнадцать времязадающего делителя кодам соответствующих разрядов регистра памяти на контакте 3  $D$  88 появляется потенциал логической 1.

поэтому  $D$  - триггер переключается в единичное состояние. Короткий импульс, получающийся на контакте 13  $D$  54.2 после формирования первой пары импульсов синхронизации поступает на контакт 3  $D$  72 и  $D$  - триггер возвращается в нулевое состояние.

Таким образом, в начале измерительного цикла с контакта 1  $D$  72 на регистр памяти подается потенциал логической 1, и регистр работает в режиме параллельной записи, а по окончании первого периода входного сигнала этот потенциал меняется на нулевой, и регистр до конца измерительного цикла работает в режиме сдвига.

В качестве формирователя измерительного времени используется верхний по схеме  $D$  - триггер микросхемы  $D$  72. В перерывах между циклами измерения этот триггер находится в нулевом состоянии, т.к. при этом на контакте 10  $D$  72 присутствует потенциал логической 1. При поступлении сигнала с выхода формирователя периода сигнала на контакте 8  $D$  72 появляется логическая 1 и  $D$  - триггер переключается в единичное состояние. С приходом на контакт 9 инвертора  $D$  71.2 от времязадающего делителя сигнала в виде перепада из логической 1 в 0 на контакте 11  $D$  72 формируется перепад уровней из 0 в 1, и

$D$  - триггер возвращается в нулевое состояние. Это происходит потому, что к этому моменту времени на контакте 8  $D$  72 находится потенциал логического 0. Таким образом на выходном контакте 13 микросхемы  $D$  72 формируется положительный импульс, длительность которого представляет собой измерительное время прибора. Этот импульс поступает на входной контакт 7 инвертора  $D$  77.1, на выходном контакте 6 которого в паузах между циклами измерения появляется сигнал "Пауза" в виде логической 1,

Этот триггер тоже находится в нулевом состоянии, т.к. на контакте 4  $D 63.2$  находится потенциал логической 1.

По срезу импульса, поступающего с инверсного выхода схемы формирования периода сигнала на контакт 5 элемента

$D 67.2$ , на контакте 3 триггера  $D 63.2$  появляется сигнал в виде перепада из логического 0 в 1, и триггер переключается в единичное состояние. При этом на контакте 15 счетчика

$D 54.2$  появляется логический 0, и счетчик начинает подсчет импульсов до появления на его контакте 13 логической 1. В результате этого на контакте 4 триггера  $D 63.2$  тоже появляется логическая 1 и триггер переключается в нулевое состояние, что приводит к появлению логической 1 на контакте 15 счетчика

$D 54.2$ , прекращению счета и установке счетчика в нулевое состояние.

Таким образом, на выходном контакте II счетчика  $D 54.2$  формируется сигнал в виде пары импульсов, поступающий на регистр памяти. Когда со схемы сравнения кодов на контакт 6 элемента  $D 67.2$  поступает сигнал в виде перепада из логического 0 в 1, он передается на контакт 3 триггера  $D 63.2$ , что приводит к переключению этого триггера в единичное состояние, и сигнал синхронизации для регистра памяти формируется снова.

Триггер микросхемы  $D 72$  служит для формирования сигнала, определяющего режим работы регистра памяти. Перед началом цикла измерения этот триггер удерживается в нулевом состоянии потенциалом логической 1 на контакте 4  $D 72$ .

В начале измерительного цикла приходят сигналы "Старт 1" и "Старт 2", на контакте 4  $D 72$  появляется потенциал логического 0, а положительный потенциал с выхода схемы формирования периода сигнала подается на контакт микросхемы  $D 72$ ,

Элемент  $D 65.3$  служит для стробирования этого сигнала импульсами, поступающими с контакта II  $D 80$ , чем исключается появление на выходе схемы сравнения кодов ложных импульсов.

В качестве счетчика команд используется нижний по схеме двоичный счетчик микросхемы  $D 82$ , который осуществляет подсчет импульсов, поступающих с выхода схемы сравнения кодов на контакт 9 микросхемы  $D 82$ . Счетчик команд устанавливается в нулевое состояние одновременно с предварительной установкой времязадающего делителя. Для этого в паузах между циклами измерения на контакт 15 микросхемы  $D 82$  подается потенциал логического 0. При достижении счетчиком команд состояния, когда на контакте 13 микросхемы  $D 82$  появляется логическая 1, счет импульсов прекращается, для чего контакты 13 и 10  $D 82$  соединены через инвертор  $D 57.5$ .

В качестве регистра команд используется последовательно - параллельный регистр  $D 85$ , работающий в режиме параллельной записи. На его входные контакты 9-12 поступает сигналы с соответствующих выходов счетчика команд. Эта информация заносится в регистр с приходом на контакт 6 микросхемы  $D 85$  импульсов с контакта 12 элемента  $D 57.3$ . В паузах между циклами измерения регистр команд устанавливается в единичное состояние, т.к. с формирователя измерительного времени на контакт 2 микросхемы  $D 85$  поступает сигнал в виде потенциала логического 0, обеспечивающий инверсию, записанной в регистр информации.

Дешифратором команд служит микросхема  $D 86$ , к выходам которой подключены пять элементов микросхемы  $D 77$ . На выходных контактах 4, 2, 15, 10 микросхемы  $D 77$  формируются сигналы управления частотой квантования в виде потенциалов логической 1, поступающие на фазовый детектор.

Формирователь сигнала 3,5 МГц состоит из двух последовательно соединенных элементов  $D 1.1$  и  $D 1.2$ , которые работают как инверторы. Сигнал частотой 3,5 МГц поступает с фазового детектора через контакт 4 разъема  $XI.1$  и разделительный конденсатор  $CI$  на контакт 13 элемента  $D 1.1$ . Резистор  $RI$  обеспечивает смещение. Выходом формирователя является контакт 9 элемента  $D 1.2$ .

Управляемый делитель частоты построен на  $D$ -триггерах микросхемы  $D 4$ ,  $D 5$  и элементах "ИЛИ-НЕ"  $D 1.3$ ,  $D 2.4$ ,

$D 2.2$ ,  $D 2.3$ .  $D$ -триггеры работают в режиме счета импульсов, для чего их  $D$ -входы соединены с инверсными выходами.

На контакты 10 триггеров  $D 4.1$ ,  $D 5.1$  и контакт 4

$D 4.2$  с частотного дискриминатора поступают сигналы управления коэффициентом деления управляемого делителя частоты.

Так с приходом на триггеры  $D 4.1$  и  $D 4.2$  потенциала логической 1, они удерживаются в нулевом состоянии и коэффициент деления делителя уменьшается в четыре раза. При установке в нулевое состояние аналогичным образом триггера  $D 5.1$  этот коэффициент деления уменьшается в два раза. Элементы  $D 1.3$  и  $D 2.4$  служат для объединения сигналов. Элементы  $D 2.1$

$D 2.2$  и  $D 2.3$  выполняют роль ключей, прекращающих подачу тактовых импульсов на импульсные фильтры в случае, когда частота входного сигнала больше 200 кГц, кроме этого они увеличивают нагрузочную способность управляемого делителя частоты.

Реверсивный счетчик 1 импульсного фильтра опорного канала состоит из пяти соединенных последовательно микросхем

$D 15$  -  $D 19$ , представляющих собой четырехразрядные реверсивные счетчики. Подсчитываемые импульсы подаются на контакты 15 этих микросхем. При поступлении потенциала логической 1

Схема формирования периода сигнала состоит из двух  $D$ -триггеров  $D 64.1$  и  $D 64.2$  и работает следующим образом. В исходном положении оба триггера находятся в нулевом состоянии и на контакт 3 триггера  $D 64.2$  поступают импульсы, формируемые из сигналов "Синхр.1" и "Синхр.2".

По окончании импульса, формируемого из сигнала "Старт 1" и "Старт 2", на контакте 11 триггера  $D 64.1$  происходит перепад напряжения из логического 0 в 1, что вызывает переключение этого триггера в единичное состояние. При этом, на контакте 5 триггера  $D 64.2$  устанавливается потенциал логической 1, и появление на его контакте 3 фронта первого же импульса вызывает переключение этого триггера в единичное состояние. В результате этого на контакте 10 триггера  $D 64.1$  появляется логическая 1 и этот триггер возвращается в нулевое состояние.

С приходом на контакт 3 триггера  $D 64.2$  фронта следующего импульса триггер переключается в нулевое состояние, и схема формирования периода сигнала оказывается в исходном положении до следующего поступления сигналов "Старт 1" и "Старт 2".

В результате описанного процесса на выходе триггера  $D 64.2$  (контакты 1 и 2  $D 64.2$ ) формируется сигнал равный по длительности периоду входного сигнала и синхронный с ним.

В схему формирования команд записки входят два  $D$ -триггера  $D 63.2$  и нижний по схеме триггер микросхемы  $D 72$ , а также счетчик импульсов  $D 54.2$ .

Счетчик импульсов  $D 54.2$  и  $D$ -триггер  $D 63.2$  формируют сигнал синхронизации для регистра памяти.

На входной контакт 10 счетчика  $D 54.2$  поступают импульсы с времязадающего делителя. В исходном положении счетчик удерживается в нулевом состоянии сигналом в виде логической 1, приходящим на контакт 15  $D 54.2$  с контакта 2 триггера  $D 63.2$ .

входного сигнала меньше 220 кГц, то на контактах 1 и 2 элемента D 43.1, контакте 4 D 44.1 и контакте 6 D 45 также устанавливаются потенциалы логической 1. При этом оба триггера микросхемы D 45 устанавливаются в единичное состояние.

Таким образом, верхний по схеме триггер микросхемы D 47 переключается в нулевое состояние, когда частота входного сигнала становится выше 260 кГц, и в единичное состояние, когда частота входного сигнала становится ниже 220 кГц.

Сигналы управления снимаются с выходного контакта I4 микросхемы D 47.

Формирователи сигналов управления 50 кГц; 1,9 Гц и 800 кГц работают аналогично.

Формирователь сигналов управления 50 кГц состоит из триггеров микросхемы D 46, нижнего по схеме триггера микросхемы D 47, нижнего по схеме элемента совпадения D 43.1 и инвертора D 44.3. Сигналы управления 50 кГц в виде потенциала логической 1 на контакте 1 и потенциала логического 0 на контакте 2 микросхемы D 47 появляются когда частота входного сигнала становится больше 50 кГц и исчезает, когда эта частота падает ниже 45 кГц.

Формирователь сигналов управления 1,9 Гц состоит из триггеров микросхемы D 48, D 39.2 и элементов D 43.2, D 44.4. Сигнал управления 1,9 Гц в виде потенциала логического 0 на контакте I4 микросхемы D 39.2 появляется, когда частота входного сигнала становится больше 1,9 Гц, и исчезает, когда эта частота падает ниже 1,7 Гц.

Формирователь сигналов управления 800 кГц состоит из триггеров D 38 и D 39.1, среднего по схеме элемента D 43.1 и инвертора D 44.2. Сигнал управления 800 кГц в виде потенциала логической 1 на контакте 1 D 39.1 появляется, когда

частота входного сигнала меньше 700 кГц и исчезает, когда эта частота больше 800 кГц.

Конденсаторы C3-C7, C10-C13 являются блокировочными.

Резистор R33 служит для предотвращения выхода из строя микросхемы D 49.

При работе прибора в контрольных точках блока управления можно наблюдать следующие сигналы (приложение 8).

В точке 1 наблюдаются положительные импульсы частотой следования 3,5 МГц и амплитудой около 14 В.

Если частота входного сигнала больше 1,9 Гц, то этот же сигнал наблюдается в точке 2, а если больше 50 кГц, то и в точке 3.

Если частота входного сигнала больше 1,9 Гц, но меньше 45 кГц, то в точке 3 наблюдаются положительные импульсы скважностью 4, частотой следования 1,75 МГц и амплитудой около 14 В.

Если частота входного сигнала меньше 1,9 Гц, то в точке 2 наблюдаются положительные импульсы скважностью 8, частотой 875 кГц и амплитудой около 14 В. В точке 3 при этом наблюдаются положительные импульсы частотой 437,5 кГц, длительностью 1 мкс и амплитудой около 14 В.

Если частота входного сигнала меньше 220 кГц, то в точках 4-7 наблюдаются пакеты импульсов, изображенные на рис. 14, которые следуют с периодом, равным периоду входного сигнала. При этом третья четверть периода заполняют импульсы, следующие с удвоенной частотой по сравнению с частотой импульсов заполняющих первые две четверти.

Если частота входного сигнала больше 50 кГц, но меньше 220 кГц, то в точках 8 - II наблюдаются импульсы, изображенные на рис. 15.

Если частота входного сигнала меньше 45 кГц, то аналогичные импульсы наблюдаются в точках I2-I5.

Если частота входного сигнала меньше 220 кГц, то в точках I6, I7 наблюдаются положительные импульсы амплитудой около 14 В, скважностью около 2, следующие с частотой входного сигнала, фронты и срезы которых не имеют признаков шума.

В точках I8 и I9 наблюдаются положительные импульсы амплитудой около 14 В и скважностью около 2, следующие с частотой входного сигнала.

В точках 20 и 21 наблюдается сигнал аналогичный сигналу в точках I8 и I9 соответственно, в виде импульсов синхронных импульсам, наблюдаемым в точке 3.

В точке 22 наблюдаются положительные импульсы скважностью 2, частотой 0,25 Гц и амплитудой около 14 В.

Если частота входного сигнала больше 800 кГц, то в точке 23 наблюдается положительный потенциал около 14 В, а если меньше 700 кГц-нулевой потенциал.

В точке 24 на частотах больше 50 кГц наблюдается положительный потенциал около 14 В, а на частотах меньше 45 кГц-нулевой потенциал.

В точке 28 на частотах больше 260 кГц и меньше 700 кГц наблюдается нулевой потенциал.

В точках 25-27, 29, 30, 42 наблюдаются серии импульсов длительностью равной измерительному времени, причем частота импульсов к концу серий может уменьшаться, а длительность-увеличиваться.

При этом в точке 25 наблюдаются положительные импульсы, скважность которых равна 2, частота 3,5 МГц и амплитуда около 5 В.

D35.2 с частотного дискриминатора поступает потенциал логической I и этот элемент запирается.

Выходной каскад импульсного фильтра измерительного канала идентичен описанному выше каскаду. Он состоит из элементов "ИЛИ-НЕ" микросхем D36 и D14 (кроме D14.I).

Счетчик импульсов частотного дискриминатора состоит из соединенных последовательно двоичных счетчиков микросхем D41, D40, D42. На вход счетчика (контакт 2 микросхемы D41) поступают тактовые импульсы с формирователя сигнала 3,5 МГц, а на контакты 7-15 микросхемы D41 и контакт 7 микросхемы D42 (входы установки нуля)- сигнал измерительного канала прибора. Элементы R6 и C2 служат для подавления помех.

Таким образом счетчик импульсов частотного дискриминатора производит подсчет тактовых импульсов за половину периода входного сигнала.

Формирователь сигналов управления 260 кГц состоит из триггеров микросхемы D45, верхнего по схеме триггера микросхемы

D47, верхнего по схеме элемента совпадения D43.I и инвертора D44.I.

На входы синхронизации триггеров микросхемы D45 (контакты 3 и II D45) и верхнего по схеме триггера микросхемы D47 (контакт 13 D47) с делителя частоты устройства управления поступают взаимно инверсные импульсы. В результате этого, моменты установки в нулевое состояние триггеров микросхемы D45 и запись информации о их состоянии в верхний по схеме триггер микросхемы D47 разнесены во времени, чем обеспечивается надежность работы частотного дискриминатора. Если частота входного сигнала меньше 260 кГц, то на контакте 8 D45 появляется потенциал логической I и нижний по схеме триггер микросхемы D45 устанавливается в единичное состояние. Если частота

При этом, если частота входного сигнала ниже 50 кГц, то нижние по схеме элементы микросхем  $D_8$  и  $D_9$  отключаются, т.к. на контакт 5  $D_8$  и контакт 10  $D_9$  с частотного дискриминатора поступает потенциал логической 1. Если частота входного сигнала больше 50 кГц, то отключаются верхние по схеме элементы этих микросхем (на контакт 9  $D_8$  и контакт 4  $D_9$  поступает потенциал логической 1). Элементы "ИЛИ-НЕ"  $D_{7.3}$  и  $D_{13.1}$  служат для объединения выходных сигналов коммутаторов тактовых импульсов.

Коммутатор импульсного фильтра измерительного канала идентичен описанному выше коммутатору и состоит из  $D$ -триггера  $D_{6.2}$ , элементов "ИЛИ-НЕ" микросхем  $D_{10}$ - $D_{12}$  и элемента "ИЛИ-НЕ"  $D_{14.1}$ .

Выходной каскад импульсного фильтра выполнен на элементах "ИЛИ-НЕ" микросхем  $D_{35}$  и  $D_{13}$  (кроме  $D_{13.1}$ ) и содержит два триггера, формирующие выходной сигнал импульсного фильтра, для чего на их установочные входы поступают выходные сигналы реверсивных счетчиков I и II.

На элементе  $D_{13.2}$  и верхнем по схеме элементе микросхемы  $D_{35.1}$  собран триггер, формирующий выходной сигнал импульсного фильтра, когда частота выходного сигнала ниже 50 кГц. При этом на контакт 8 элемента  $D_{13.2}$  с частотного дискриминатора подается потенциал логического 0. На элементах  $D_{13.3}$  и нижнем по схеме элементе микросхемы  $D_{35.1}$  построен триггер, который работает, если частота входного сигнала выше 50 кГц. При этом сигнал в виде логического 0 поступает на контакт 5 элемента  $D_{13.3}$ .

Элемент ("ИЛИ-НЕ" микросхемы  $D_{35}$  с выходным контактом 10) служит для объединения сигналов обоих триггеров, а элемент  $D_{35.2}$  отключает импульсный фильтр, когда частота входного сигнала выше 220-260 кГц. При этом на контакт 12 элемента

В точке 26 наблюдаются импульсы, аналогичные наблюдаемым в точке 25, частота следования которых в три раза меньше.

Если включено большое время измерения, то в точке 27 наблюдаются положительные импульсы со скважностью около 2, амплитудой около 5 В, частота которых в сто двадцать раз меньше частоты импульсов в точке 26. При включении малого времени измерения частота этих импульсов увеличивается в шестнадцать раз.

В точке 29 наблюдаются положительные импульсы со скважностью 2,5, амплитудой около 14 В, частота которых в 25 раз меньше частоты импульсов в точке 27.

В точке 30 наблюдаются положительные импульсы со скважностью 2 амплитудой около 14 В, частота которых в 16 раз меньше частоты импульсов в точке 29.

В точке 42 наблюдаются положительные импульсы со скважностью 2, амплитудой около 14 В, частота которых в 16 раз меньше частоты импульсов в точке 30.

В точке 31 в течение второй половины измерительного времени наблюдается положительный потенциал около 14 В.

В точках 32, 33, появляются серии положительных импульсов амплитудой около 14 В и скважностью 15. Частота импульсов в этих точках к концу времени измерения может уменьшаться. В точке 32 частота импульсов равна частоте сигнала в точке 30, а в точке 33 в шестнадцать раз меньше.

В точке 34 за время измерения наблюдается до четырех (но не менее одного) положительных импульсов амплитудой около 14 В, интервал времени между которыми от импульса к импульсу возрастает. Если частота входного сигнала меньше 220 кГц, то в точках 35, 36, 37, 38 и 39 наблюдаются сигналы, изображенные на рис. 16 а, б, в, г, д, соответственно.

Если частота входного сигнала меньше 1,7 Гц, а также при включении большого времени измерения в точке 40 наблюдается нулевой потенциал.

В точке 41 наблюдаются импульсы скважностью около 2, частотой повторения 64 Гц и амплитудой около 14 В.

В точке 43 в момент отпускания кнопки "Ф" или с окончанием сигнала "Ф Д" появляется положительный импульс длительностью 28-32 с и амплитудой около 14 В.

Если частота входного сигнала меньше 1,7 Гц, то в точке 44 наблюдается нулевой потенциал. Если же эта частота больше 3 Гц, то в точке 44 наблюдается положительный потенциал около 14 В.

После нажатия любой из кнопок управления или с приходом любого из сигналов "Ф", "ΔФ" в точке 45 появляется положительный импульс длительностью около 30 мс и амплитудой около 14 В.

В точках 46 и 47 во время действия сигналов "Предв.уст." и "Пуск" соответственно наблюдается нулевой потенциал.

В точке 48 после прихода сигналов "Старт 1" и "Старт 2" появляется положительный потенциал около 14 В до поступления следующего сигнала "Пуск".

В точке 49 в паузах между циклами измерения появляется нулевой потенциал (сигнал "Пауза").

В точке 50 в начале цикла измерения, появляется положительный импульс длительностью, приблизительно равной периоду входного сигнала и амплитудой около 14 В.

В точке 51 наблюдается сигнал синхронизации регистра памяти в виде пар. положительных импульсов амплитудой около 14 В, длительность которых равна длительности импульсов, наблюдаемых в точке 27.

В точке 52 наблюдается сигнал "Сброс" в виде положительного импульса, длительностью около 30 мс и амплитудой около 14 В.

на контакты 10 счетчиков, последние работают в режиме сложения импульсов, если же поступает нулевой потенциал-происходит вычитание. Когда частота входного сигнала меньше пятидесяти килогерц, необходима большая емкость счетчика и входной сигнал снимается с контакта 2 микросхемы D 19. Если частота сигнала больше 50 кГц, то выходом счетчика является контакт 2 микросхемы D 16.

Реверсивный счетчик II опорного канала и реверсивные счетчики I и II измерительного канала идентичны описанному счетчику.

Реверсивный счетчик II опорного канала состоит из микросхем D 20 - D 24.

Реверсивные счетчики I и II измерительного канала состоят из микросхем D 25 - D 29 и D 30 - D 34 соответственно.

Коммутатор импульсного фильтра опорного канала состоит из триггера D 6.I, элементов "ИЛИ-НЕ" микросхем D 7- D 9 и элемента "ИЛИ-НЕ" D 13.I. D - триггер служит для управления режима работы реверсивных счетчиков I и II и вырабатывает сигнал, поступающий на коммутаторы тактовых импульсов. На его

D - вход (контакт 5 микросхемы D 6) поступает сигнал опорного канала, а на вход синхронизации (контакт 3 D 6)- тактовые импульсы, чем обеспечивается синхронность сигналов управления, снимаемых с выходов триггера (контакты 2 и 1 D 6) и тактовых импульсов. Коммутаторами тактовых импульсов служат элементы микросхем D 7- D 9 (кроме D 7.3). Они обеспечивают подачу на входы реверсивных счетчиков тактовых импульсов одинарной или удвоенной частоты в соответствии с сигналами, поступающими с D -триггера D 6.I, и прекращают подачу этих импульсов по сигналам с выходов реверсивных счетчиков.

## 7. МАРКИРОВАНИЕ И ПЛОМБИРОВАНИЕ

7.1. На лицевой панели прибора нанесены наименование и тип прибора, товарный знак предприятия-изготовителя, знак Государственного реестра. На задней панели нанесены номер прибора и год выпуска.

7.2. Все органы управления и присоединения, а также узлы прибора имеют маркировку позиционных обозначений в соответствии с конструкторской документацией.

7.3. Пломбирование прибора производится четырьмя мастичными пломбами, расположенными на задних торцах верхней и нижней крышек.

## 8. ОБЩИЕ УКАЗАНИЯ ПО ВВОДУ В ЭКСПЛУАТАЦИЮ

8.1. Перед вводом прибора в эксплуатацию необходимо проверить заполнение таблицы формуляра "Сведения о хранении" и сделать отметку в формуляре о начале эксплуатации в таблице "Учет работы".

Незаполнение потребителем в период гарантийного срока эксплуатации таблиц "Сведения о хранении" и "Учет работы" является нарушением правил эксплуатации и прекращает действие гарантийных обязательств.

8.2. На всех стадиях эксплуатации (работа с прибором, ремонт, техническое обслуживание, хранение, транспортирование и т.д.) необходимо руководствоваться правилами и указаниями, помещенными в соответствующих разделах инструкции по эксплуатации.

При приемке прибор необходимо распаковать и внешним осмотром убедиться в отсутствии поломок и деформаций.

Состав прибора проверяют по формуляру. После этого необходимо провести проверку и аттестацию прибора в соответствии с разделом 14. Недопустимо пользоваться прибором с истекшим сроком

поверки.

8.3. Работать с прибором необходимо при отсутствии быстрых изменений температуры окружающей среды. Запрещается ставить работающий прибор на другие приборы и закрывать его вентиляционные отверстия.

8.4. Для исключения обзев показаний прибора измерения следует производить при отсутствии резких перепадов напряжений питающей сети, вызываемых включением и выключением мощных потребителей электроэнергии, и мощных импульсных помех, возникающих в сети при работе, например, высокочастотных установок термообработки или аппаратов электросварки.

8.5. После каждого дискретного изменения частоты, фазы и уровней входных напряжений в фазометре возникают переходные процессы, нарушающие его нормальную работу. Время затухания переходных процессов может длиться до 1-1,5 минуты. Для обеспечения достоверности результатов измерений после всякого рода резких изменений параметров входных сигналов необходимо выдерживать время установления показаний фазометра. Установившимися считаются такие показания фазометра, когда разница между последовательно снятыми через время, соответствующее длительности одного измерительного цикла, его показаниями не превышает 30% от допустимой при данных уровнях и частоте сигналов погрешности.

8.6. При нелинейных искажениях входных сигналов возникает дополнительная погрешность прибора. Ее значение зависит от состава высших гармоник сигнала, их уровня и фазовых соотношений между ними. В общем случае при неизвестных фазовых соотношениях между гармониками максимальное значение дополнительной погрешности  $\Delta_{н.и}$  прибора из-за нелинейных искажений определяется выражением:

$$\Delta_{н.и} = \alpha_{н.и} \sin \sum_{n=2}^n K_n \quad (1)$$

где  $K_n$  - отношение уровня высшей гармоники с номером  $n$  к уровню первой гармоники (четные гармоники не учитывать).

Состав высших гармоник реальных сигналов, определяющих значение дополнительной погрешности прибора, ограничен обычно пятой-седьмой гармониками. Причем, уровни этих гармоник резко уменьшаются с повышением их порядкового номера. Значение дополнительной погрешности  $\Delta_{н.и}$  прибора в этом случае можно определить по приближенной формуле (с погрешностью  $\pm 30\%$ ):

$$\Delta_{н.и} \approx \alpha_{н.и} \sin (2K_2) \quad (2)$$

где  $K_2$  - коэффициент гармоник входного сигнала с наибольшими нелинейными искажениями без учета четных гармоник.

При независимости формы сигналов, поступающих на входы фазометра, от величины измеряемых фазовых сдвигов погрешность от нелинейных искажений сигналов мала и ее можно пренебречь.

Сглаживающий фильтр состоит из резистора  $R1$  и конденсатора  $C2$ .

6.6.4. Источник + 5 В представляет собой стабилизатор напряжения компенсационного типа, выполненный на интегральной микросхеме  $D 2$ . Источник имеет защиту от кратковременных коротких замыканий.

Выпрямитель собран по мостовой схеме на диодах  $V 5, V 8$ .

Сглаживающий фильтр - емкостной на конденсаторах  $C3, C4$ .

6.6.5. Нестабилизованное напряжение +11 В обеспечивается выпрямителем на диодах  $V 5 - V 8$  и фильтром на конденсаторах  $C3, C4$ .

6.6.6. Переменными напряжениями источника питания обеспечиваются трансформатором  $T1$ .

Блок питания конструктивно выполнен на задней стенке прибора в виде отдельного узла.

Задняя стенка прибора служит радиатором для микросхем  $D 1$  и  $D 2$ .

Все источники питания размещаются на печатной плате.

Схема расположения элементов на печатной плате приведена в приложении 7.

Намоточные данные катушек индуктивности и трансформаторов прибора приведены в приложении 9.

## 6.6. Блок питания

6.6.1. Блок питания состоит из двух стабилизированных и двух нестабилизированных источников напряжения, параметры которых приведены в табл.10. Схема электрическая принципиальная блока питания приведена в приложении 7.

Таблица 10

Напряжение источника, В	Точность установки, %	Ток нагрузки, А	Напряжение пульсаций, мВ
+ 14	±5	0,2	±20
- 18	±10	0,06	±2000
+ 5	±5	1,5	±10
+ 11	±10	0,08	±2000

6.6.2. Источник + 14 В представляет собой стабилизатор напряжения компенсационного типа выполненного на интегральной микросхеме D 1.

Источник имеет защиту от кратковременных коротких замыканий.

Для установки выходного напряжения служит резистор R2.

Выпрямитель собран по двухполупериодной схеме со средней точкой на диодах V 3, V 4. Сглаживающий фильтр - емкостной на конденсаторе C1.

Для устойчивой работы стабилизатора применена коррекция на конденсаторе C7.

6.6.3. Источник минус 18 В представляет собой выпрямитель выполненный по двухполупериодной схеме со средней точкой на диодах V 1, V 2.

## 9. УКАЗАНИЕ МЕР БЕЗОПАСНОСТИ

## ВНИМАНИЕ!

ЗАПРЕЩАЕТСЯ ЭКСПЛУАТАЦИЯ ПРИБОРА БЕЗ ЕГО ЗАЗЕМЛЕНИЯ

9.1. По степени защиты от поражения электрическим током прибор относится к классу I.

9.2. К работе с прибором и его обслуживанию допускаются лица, прошедшие инструктаж по технике безопасности при работе с измерительными приборами и ознакомившиеся с техническим описанием и инструкцией по эксплуатации прибора.

9.3. В приборе имеются опасные для жизни напряжения, поэтому при регулировочных и контрольно-профилактических работах с открытым прибором необходимо строго соблюдать меры предосторожности.

При работе в помещении с проводящими полами рабочее место должно быть укомплектовано резиновым ковриком. Металлические каркасы и основания столов, стеллажей, верстаков, стульев должны быть заземлены на ту же шину, что и прибор.

Все ремонтные работы надлежит производить только при отсоединенной вилке шнура питания от сети.

9.4. Подключение прибора к питающей сети необходимо производить в следующем порядке:

- выключите тумблер СЕТЬ прибора;
- вставьте трехполосную вилку шнура питания прибора в трехполосную розетку сети питания.

9.5. Отключение прибора от сети необходимо производить в следующем порядке:

- выключите тумблер СЕТЬ;
- отсоедините вилку шнура питания прибора от сети.

9.6. При работе с другими приборами и при включении прибора в состав установок клеммы защитного заземления соедините между собой и с шиной защитного заземления в одной точке.

Примечание. При использовании в приборе Ф2-34 вилки ВД с заземляющим проводом подключите вилку (крючок) заземляющего провода к клемме защитного контура, затем включите вилку ВД в сеть.

## 10. ПОДГОТОВКА К РАБОТЕ

10.1. Установите прибор на рабочем месте так, чтобы обеспечивалась свободная вентиляция. Вентиляционные отверстия прибора не должны закрываться какими-либо предметами.

Не допускается обдув прибора выходным вентиляционным потоком воздуха других приборов.

10.2. Установите переключатель СЕТЬ в выключенное положение.

10.3. Вставьте розетку шнура питания прибора в соответствующее гнездо на его задней стенке. Вставьте вилку шнура питания прибора в розетку питающей цепи.

10.4. Включите переключатель СЕТЬ прибора. При этом должна работать цифровая индикация прибора.

10.5. Прогрейте прибор в течение 15 мин, после чего прибор готов к работе.

В точке 53 во время действия сигнала "Запись" наблюдается положительный импульс длительностью около 30 мс и амплитудой около 14 В.

В точке 54 во время действия сигнала "У нач" наблюдается положительный потенциал около 14 В.

В точке 55 наблюдаются импульсы скважностью около 2, амплитудой около 14 В, частота которых равна частоте входного сигнала.

В точке 56 наблюдается инверсия сигнала, наблюдаемого в точке 28.

Если частота входного сигнала больше 800 кГц, то в точке 57 наблюдается положительный потенциал около 14 В, если же эта частота меньше 700 кГц, то потенциал становится нулевым.

В точке 58 наблюдаются импульсы, аналогичные наблюдаемым в точке 34.

В точках 59 и 62 во время цикла калибровки наблюдается положительный потенциал около 14 В.

В точке 60 наблюдаются импульсы скважностью 2, амплитудой около 14 В и частотой 0,25 Гц.

В точке 61 наблюдается нулевой потенциал.

6.5.3. Конструктивно блок управления выполнен в виде отдельной печатной платы.

Схема расположения элементов на плате приведена в приложении 6.

Так как размеры платы значительны, она имеет металлическую рамку, обеспечивающую требуемую жесткость.

Контрольные точки выполнены в виде металлизированных отверстий.

12. ХАРАКТЕРНЫЕ НЕИСПРАВНОСТИ И МЕТОДЫ  
ИХ УСТРАНЕНИЯ

12.1. Перечень характерных неисправностей

12.1.1. В табл. II проводится перечень характерных неисправностей, а также рекомендуемые методы их выявления и устранения.

Таблица II

Наименование неисправности, внешнее проявление и дополнительные признаки	Вероятная причина неисправности	Метод устранения
При нажатии кнопки СЕТЬ перегорает предохранитель	Короткое замыкание первичной или вторичной обмотки трансформатора, пробой выпрямительных диодов или конденсаторов фильтров	Проверить трансформатор и выпрямитель. Неисправные элементы заменить, короткое замыкание в схеме устранить
Прибор не включается, не светится его цифровой индикатор	Перегорел один из сетевых предохранителей. Неисправен переключатель СЕТЬ. Обрыв кабеля питания	Заменить неисправный предохранитель. Проверить переключатель СЕТЬ. Устранить обрыв кабеля питания
Показания цифрового индикатора не зависят от изменения сдвига фаз входных сигналов	Полный отказ или уход параметров микросхем Д I формирователей А1 и А2 вследствие недопустимой перегрузки по входам прибора	Заменить микросхему Д I Проверить режим работы формирователя (см. подраздел 6.1)

Продолжение табл. II

Наименование неисправности, внешнее проявление и дополнительные признаки	Вероятная причина неисправности	Метод устранения
	Отсутствуют напряжения +5 В, +14 В на входе блока питания	Устранить неисправность в стабилизаторах блока питания

12.1.2. Во всех случаях обнаружения неисправностей, не предусмотренных табл. II, для отыскания причины неисправности следует пользоваться данным описанием, принципиальными схемами, формами сигналов в разных точках схем (см. приложение 8). Для обеспечения ремонтных работ в описании приведены схемы расположения элементов на платах печатного монтажа (см. приложение 2-7).

## 12.2. Порядок разборки прибора

12.2.1. Доступ внутрь прибора обеспечивается после снятия верхней и нижней крышек прибора и поворота трех узлов на  $90^\circ$ .

Для этого:

- 1) снять верхнюю и нижнюю крышки, предварительно отвинтив четыре ошломбированных винта;
- 2) отвинтить два верхних винта на задней панели, повернуть на  $90^\circ$  блок питания;
- 3) отвинтить два винта, крепящие плату блока питания, ее можно повернуть на  $90^\circ$ , при таком положении обеспечен доступ к любому элементу блока питания;
- 4) отвинтить четыре винта, крепящие систему печатных плат к кронштейнам прибора, отодвинуть эту систему на 28 мм от передней панели и закрепить ее снова этими же винтами;
- 5) положить прибор на боковую стенку, отвинтить два винта, крепящие раму с блоком управления, и повернуть ее на  $90^\circ$ ;
- 6) отвинтить два винта, крепящие детектор фазовый, и повернуть его на  $90^\circ$ , при таком положении обеспечен доступ к любому элементу прибора.

12.2.2. Сборку прибора проводят в обратном порядке.

измерения указанные значения цикла установки нуля прибора увеличивается до 25 с и 15 с соответственно;

2) после проведения цикла установки нуля прибор индицирует значение приращения фазового сдвига между сигналами относительно того значения фазового сдвига, которое было во время проведения цикла установки нуля;

3) если уровень помех и шумов в сигналах велик, то для отсчета результата с большей точностью, необходимо увеличить время цикла измерения посредством установки тумблера "  $\Sigma$  " в положение "IO S". При этом цикл измерения увеличивается с 1 до 10 с.

## 11.4. Порядок работы с прибором в режиме дистанционного управления

11.4.1. Управление прибором в режиме дистанционного управления осуществляется подачей сигналов дистанционного управления в уровнях TTL на соответствующие контакты разъема X5 "  $\circ \circ >$  ":

- 1) на контакт 21 X5 необходимо подать потенциал логической единицы (включение ДУ);
- 2) потенциалу логической единицы на контакте 27 X5 соответствует время измерения 10 с, потенциалу логического нуля соответствует время измерения 1 с;
- 3) установка нуля прибора в режиме измерения приращения разности фаз производится по фронту одиночного импульса положительной полярности с длительностью 0,5 с, поданного на контакты 23 разъема X5 "  $\circ \circ >$  " в паузе между положительными импульсами разрешения записи на ИЧУ (контакт 19 X5);
- 4) установка нуля прибора в режиме измерения абсолютной разности фаз осуществляется подачей одиночного импульса положительной полярности длительностью не менее 1 мс на контакт 25 X5.

II.2. Порядок работы с прибором в режиме измерения фазовых сдвигов между сигналами

II.2.1. Работа с прибором в режиме измерения фазовых сдвигов между сигналами производится следующим образом:

1) нажимается кнопка "  $\varphi$  " на лицевой панели.

Цикл установки нуля длится примерно 70 с. Об окончании цикла установки нуля свидетельствует периодическое свечение нижнего сегмента символического разряда индикатора;

2) после окончания цикла установки нуля прибор начинает индицировать значение фазового сдвига исследуемого сигнала, поданного на вход "  $\rightarrow$  1", относительно опорного сигнала, поданного на вход "  $\rightarrow$  2";

3) если уровень помех и шумов в сигналах велик, то для отчета результата с большей точностью необходимо увеличить время цикла измерения посредством установки тумблера "  $\Delta$  " в положение IO S ". При этом время цикла измерения увеличивается с 1 до 10 с.

II.3. Порядок работы с прибором в режиме измерения приращения фазовых сдвигов

II.3.1. Работа с прибором в режиме измерения приращения фазового сдвига производится следующим образом:

1) нажимается кнопка "  $\Delta \varphi$  " на лицевой панели. Причем, момент нажатия этой кнопки не должен совпадать с моментом высвечивания нижнего сегмента символического разряда индикатора, индицирующего окончание измерительного цикла. Если же кнопка была нажата в момент высвечивания указанного сегмента, то необходимо нажать её повторно.

Цикл установки нуля (калибровки) прибора длится от 2,5 с на частоте 2 Гц до 1,5 с на частотах выше 1 кГц в режиме работы с малым временем измерения. В режиме работы с большим временем

### 13. ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ

13.1. Техническое обслуживание заключается в проведении работ с целью обеспечить нормальную работу прибора в течение всего срока службы и технического ресурса.

13.2. Виды профилактических работ и их периодичность перечислены в табл. 12

Таблица 12

Выполняемая профилактическая работа	Срок проведения
<p>Внешний осмотр прибора:            проверка крепления органов управления и присоединения, правильность их работы и четкость фиксации;            проверка состояния лакокрасочных и гальванических покрытий;            проверка комплектности изделия.</p> <p>Осмотр внутреннего состояния прибора</p> <p>проверка крепления блоков, узлов и деталей, состояние паяк, чистка прибора</p>	<p>При периодических проверках и после хранения на складе</p> <p>Один раз в два года, после истечения гарантийного срока и после хранения на складе сроком более трех лет.</p>

13.3. При проведении профилактических работ прибор отключить от сети.

13.4. После проведения профилактических работ, связанных со вскрытием прибора, обязательна его поверка в соответствии с разделом 14.

## 14. ПОВЕРКА ПРИБОРА

14.1. Настоящий раздел устанавливает методы и средства периодической поверки прибора.

Периодическая поверка прибора производится не реже одного раза в год при эксплуатации прибора, а также после хранения на складе и выпуске прибора из ремонта.

### 14.2. Операции и средства поверки

14.2.1. При проведении поверки должны производиться операции и применяться средства поверки, указанные в табл. 13

14.2.2. Образцовые и вспомогательные средства поверки и их основные характеристики, необходимые для поверки, указаны в табл. 14.

## II. ПОРЯДОК РАБОТЫ

### II.1. Общие указания

II.1.1. Если прибор включается впервые, то до включения необходимо произвести внешний осмотр прибора, проверить переключатели, кнопки, исправность предохранителей сети и соответствие их номинальному значению.

Доступ к предохранителям открывается при выдвигании штырей вилки прибора.

II.1.2. На разъемах " ⊕ 1" и " ⊕ 2", расположенные на лицевой панели, недопустимо подавать сигналы, уровень переменной составляющей напряжения в которых превышает 7 В (эффективное значение), а уровень постоянной составляющей напряжения в сумме с амплитудой переменной составляющей превышает 20 В.

II.1.3. Измерение сигналов большого уровня необходимо производить с помощью выносных делителей ДН I : 15 и ДН I : 100, прилагаемых в комплект прибора.

На вход делителя ДН I : 15 недопустимо подавать сигнал, уровень переменной составляющей напряжения в котором превышает 10 В (эффективное значение), а уровень постоянной составляющей напряжения в сумме с амплитудой переменной составляющей превышает 50 В.

На вход делителя ДН I : 100 недопустимо подавать сигнал, уровень переменной составляющей напряжения в котором превышает 200 В (эффективное значение), а уровень постоянной составляющей напряжения в сумме с амплитудой переменной составляющей превышает 300 В.

II.1.4. При подключении входов прибора к исследуемой схеме в первую очередь подключать заземленный проводник кабеля (или выносного делителя).

**П р и м е ч а н и я :** 1. Вместо указанных в таблице образцовых и вспомогательных средств поверки разрешается применять другие аналогичные меры и измерительные приборы, обеспечивающие измерения соответствующих параметров с требуемой точностью.

2. Образцовые (вспомогательные) средства поверки должны быть исправны, поверены и иметь свидетельства (отметки в формулярах или паспортах) о государственной или ведомственной поверке.

3. Операции 14.4.5, 14.4.6, 14.4.7 должны производиться при выпуске измерителя разности фаз из ремонта.

186

Таблица 14

Наименование средства поверки	Основные технические характеристики средства поверки		Рекомендуемое средство поверки (тип)	Примечание
	пределы измерения	погрешность		
1. Калibrator фаз	Диапазон частот 0,5 Гц-5 МГц Диапазон воспроизводимых углов фазового сдвига от 0 до 360°; Диапазон выходных напряжений от 30 мВ до 1 В через 10 дБ 1 Гц-990 кГц Выходное напряжение 2 В при нагрузке 50 Ом	Основная погрешность: ±0,05° (1 Гц и 5 Гц) ±0,03° (20 кГц) ±0,05° (100 кГц) ±0,10° (5 МГц)	Ф5224 Ф1-4	На частоте 0,5 Гц и 5 Гц -Ф5125 На остальных частотах -Ф1-4
2. Генератор сигналов специальной формы программируемый	1-5 МГц Выходное напряжение 2 В при нагрузке 50 Ом	Нестабильность частоты 10 <sup>-4</sup>	Г6-31	Источник сигнала
3. Генератор сигналов высокочастотный	1-5 МГц Выходное напряжение 2 В при нагрузке 50 Ом	Нестабильность частоты 10 <sup>-4</sup>	Г4-139	Источник сигнала

187

Продолжение табл. 14

Наименование средства поверки	Основные технические характеристики средства поверки		Рекомендуемое средство поверки (тип)	Примечание
	пределы измерения	погрешность		
4. Вольтметр переменного тока	1 мВ - 2 В Частота 20 Гц - 5 МГц	±5%	ВЗ-57	3 шт.
5. Осциллограф универсальный	Напряжение 30 мВ-2 В Частота 0-5 МГц	Погрешность измерения амплитуды напряжения ±15%	СГ-65А (СГ-114)	
6. Аггенизатор	20 дБ Частота 0-1000 МГц	±2 дБ	ДЗ-32	
7. Частотомер электронно счетный с блоком измерения интервалов	Диапазон временных интервалов от 1 до 35 с			
8. Телер интервалов времени		10 <sup>-5</sup>	ЧЗ-54	

18

Продолжение табл. 13

Номер пункта раздела поверки	Наименование операции производимых при поверке	Поверхность отметки	Допустимые значения погрешностей или предельные значения определенных параметров	Средства поверки	
				образцовые	вспомогательные
14.4.7	Средельные временные интервалы цикла	На частотах I Гц, 100 кГц	На частоте 100 кГц (I, I-1, 7) с (8-14) с на частоте I Гц (II-33) с	ТГ-31, ЧЗ-54	
14.4.8	Проверка системы дистанционного управления	0; 100° на частоте 100 кГц		Ф1-4	ЧЗ-54
14.4.9	Проверка выхода на ЦУ	0; 177; 288° на частоте I кГц	В соответствии с п. 3.13 ТО	Ф5125	В7-22А, ВЗ-57, резистор ОМЛТ-0,125 - 10 ком

106

Продолжение табл. 13

Номер пункта раздела поверки	Наименование операций производимых при поверке	Поверяемые отметки	Допустимые значения погрешностей или предельные значения определяемых параметров	Средства поверки	
				образцовые	вспомогательные
14.4.4	Определение диапазона входных напряжений и погрешности измерения из-за неравенства уровней входных напряжений	Ослабления 20; 40дБ на частотах 0,5Гц, 1Гц и 20; 40; 60 дБ на частотах 5 Гц, 200 кГц, 2 МГц, 5 МГц от 0 до 350° через 10° на частоте 100 кГц	В соответствии с п.п. 3.6 и 3.7 ТО	Д2-32 СИ-65А (СИ-114)	Г6-31 Г4-139 В3-57, СИ-65А (СИ-114)
14.4.5	Определение диапазона изменения углов фазового сдвига прибора и разрешающей способности индикатора	на частотах 990 Гц, 990 кГц	$\pm 0,1^\circ$  $\pm 15\%$	Ф1-4	Г6-31, В3-57
14.4.6	Определение ослаблений выносных делителей	на частотах 990 Гц, 990 кГц			

Продолжение табл. 14

Наименование средства поверки	Основные технические характеристики средства поверки		Рекомендуемое средство поверки (тип)	Примечание
	пределы измерения	погрешность		
В. Вольтметр универсальный цифровой	Напряжение постоянного тока 0 - 5 В		В7-22А	Источники сигнала
С. Синтезатор частот	Диапазон кварцованных частот от 34999980 Гц до 3500140 Гц 10 кОм	Нестабильность частоты $10^{-5}$	Ч6-31	
10. Резистор		$\pm 5\%$	СИЛТ-0, I25-10кОм $\pm 5\%$	Нагрузка

### 14.3. Условия поверки и подготовка к ней

14.3.1. При проведении операций поверки должны соблюдаться следующие условия:

- 1) температура окружающей среды  $293 \pm 5$  К ( $+20 \pm 5$  °С);
- 2) относительная влажность воздуха, % .....30 - 80;
- 3) атмосферное давление, кПа(мм рт.ст.)....,84-106(630-795);
- 4) напряжение сети питания ( $220 \pm 4,4$ ) В, ( $50 \pm 0,2$ ) Гц;
- 5) недопустимы быстрые изменения температуры окружающей

среды;

6) недопустимо наличие мощных импульсных помех в питающей сети.

14.3.2. Перед проведением операции поверки необходимо выполнить подготовительные работы, оговоренные в разделе "Подготовка к работе" Т0.

### 14.4. Проведение операций поверки

14.4.1. При проведении внешнего осмотра прибора должны быть проведены соответствующие операции, указанные в разделе 13 "Техническое обслуживание" Т0.

Приборы, имеющие дефекты бракуются и направляются в ремонт.

14.4.2. Опробование прибора производится при помощи калибратора фазы ФІ-4 и синтезатора частот Ч6-3І с целью проверки возможности его работы:

- 1) в режиме измерения приращения разности фаз;
- 2) в режиме измерения абсолютной разности фаз;
- 3) в диапазоне рабочих частот, в том числе на частотах, кратных частоте повторения импульсов квантования.

Опробование работы прибора при помощи калибратора фазы производить в следующем порядке:

Таблица 13

Номер пункта раздела поверки	Наименование операций производящих при поверке	Поверяемые отметки	Допустимые значения погрешностей или предельные значения определяемых параметров	Средства поверки	
				образцовые	вспомогательные
14.4.1	Внешний осмотр		$\pm(0,5-0,7)^\circ$	ФІ-4	
14.4.2	Опробование	0;100;200 и 300° на частотах 100 кГц, 300 кГц и 2 МГц			
14.4.3	Определение диапазона рабочих частот и погрешности измерения	0;90;180;270° на частотах 0,5 Гц, 1 Гц, 20 Гц, 100 кГц, 5 МГц при напряжении 1 В и на частотах 5 Гц, 100 кГц, 5 МГц при напряжении 2 мВ	В соответствии с п.п.3.4 и 3.5 Т0	ФІ-4	СИ-65А (СИ-114)

фазометра через промежутки времени, соответствующие длительно-сти одного измерительного цикла и вычислить с точностью до  $0,01^\circ$  их среднеарифметическое значение; окончание измерительного цикла индицируется высвечиванием нижнего сегмента символьного разряда индикатора;

9) случайно, редко повторяющиеся выбросы показаний фазометра, превышающие  $\pm 0,30^\circ$  относительно среднего значения, не учитываются (эти выбросы вызываются помехами по сети).

Определение погрешности прибора на частоте 1 Гц производить аналогично определению его погрешности на частоте 0,5 Гц.

Определение погрешности на частоте 20 Гц необходимо производить в следующем порядке:

1) выходы 1 и 2 калибратора фазы ФИ-4 соединить при помощи кабелей К1 из комплекта фазометра соответственно с его входами 1 и 2;

2) установить частоту 20 Гц, нулевые ослабления выходных напряжений, знак " - " и угол  $0^\circ$  фазового сдвига калибратора;

3) путем нажатия кнопки " $\Delta\psi$ " фазометра установить его показания, равные  $(0 \pm 0,10)^\circ$ ;

4) установить последовательно углы  $90^\circ$ ,  $180^\circ$  и  $270^\circ$  фазового сдвига калибратора и определить после установки каждого из этих углов отклонения от их показаний фазометра с учетом его начального показания, установленного при обнулении;

5) обработку результатов измерений при нестабильности и случайных выбросах показаний фазометра производить таким же образом, как и при определении основной погрешности на частоте 0,5 Гц.

Определение погрешности фазометра при входных напряжениях 1 В на частотах 100 кГц и 5 МГц производить аналогично её определению на частоте 20 Гц.

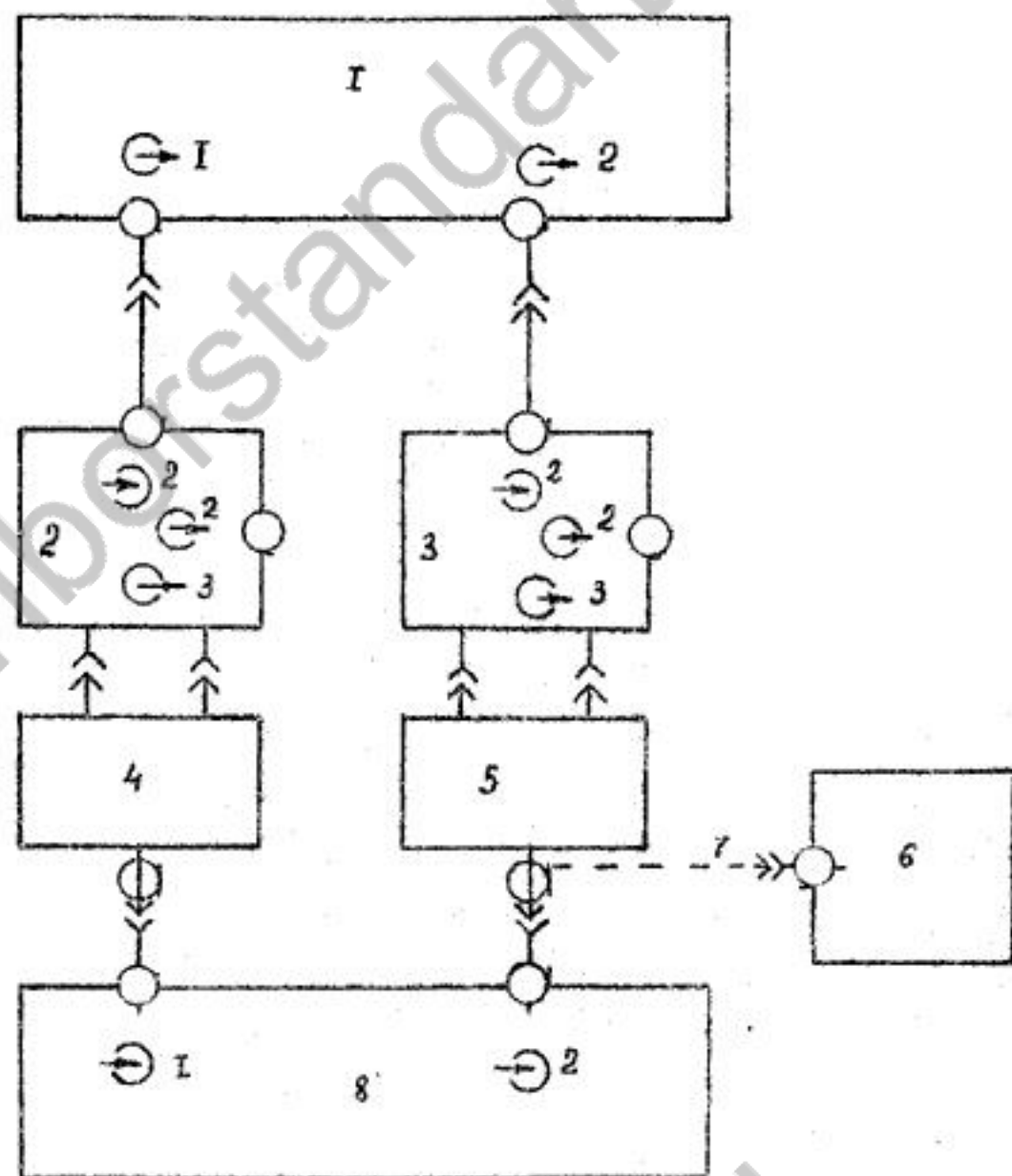
Определение погрешности фазометра при входных напряжениях 2 мВ на частоте 5 Гц производится при помощи калибратора ФБ 224 и вольтметра ВЗ-57, на остальных частотах - ФИ-4. Схема соединения приборов при проверке на частоте 5 Гц приведена на рис. 7, на частотах 100 кГц и 5 МГц - на рис. 8.

Погрешность фазометра при входных напряжениях 2 мВ на частоте 5 Гц определяется при подключенных к нему выносных делителях ДН 1:100 предварительно установив такие выходные синусоидальные напряжения калибратора фазовых сдвигов ФБ 224 при отключенных внутренних нагрузках 50 Ом, при которых на входах делителей устанавливается напряжение  $(2 \pm 0,3)$  мВ; контролируемые при помощи вольтметра ВЗ-57.

Погрешность прибора при входных напряжениях 2 мВ на частотах 100 кГц и 5 МГц определяется при подключенных к нему выносных делителях ДН 1:15, при ослаблении 30 дБ выходных напряжений и знаке " - " калибратора ФИ-4.

Процедура определения погрешности прибора - установка необходимой частоты и фазового сдвига  $0^\circ$  калибратора, установка нуля прибора с точностью  $\pm 0,1^\circ$ , последовательная установка углов  $90^\circ$ ,  $180^\circ$  и  $270^\circ$  фазового сдвига калибратора, определение отклонений показаний прибора от этих углов с учетом его начальных показаний, установленных при обнулении, усреднение показаний прибора в случае их нестабильности, исключение случайных выбросов показаний прибора, превышающих среднее значение более чем на  $\pm 1^\circ$  на частоте 5 Гц и  $\pm 0,3^\circ$  на остальных частотах - аналогична процедуре ее определения при входных напряжениях 1 В. Кроме того тумблер " $\Delta$ "

Схема соединения приборов при определении погрешности прибора Ф2-34 на частоте 5 Гц



I - калибратор фазовых сдвигов Ф 5224; 2,3 - переходы из комплекта фазометра; 4,5 - выносные делители ДН I:100 из комплекта прибора Ф2-34; 6 - вольтметр ВЗ-57; 7 - кабель К1 из комплекта фазометра; 8 - поверяемый фазометр.

Рис. 7

100 кГц и 5 МГц при помощи калибратора фазы Ф1-4;

2) при входных напряжениях 2 мВ на частоте 5 Гц при помощи калибратора фазовых сдвигов Ф5 224 и вольтметра ВЗ-57 и на частотах 100 кГц и 5 МГц при помощи калибратора фазы Ф1-4.

Определение погрешности на частоте 0,5 Гц при входных напряжениях 1 В следует производить в следующем порядке:

1) установить частоту 0,5 Гц, синусоидальную форму выходных сигналов, синхронизацию от внутреннего генератора калибратора Ф5 224;

2) установить уровень  $(1 \pm 0,1)$  В выходных напряжений калибратора Ф5 224;

3) выходы А и Б калибратора Ф5 224 соединить при помощи кабелей К1 из комплекта прибора Ф2-34 соответственно с его входами 2 и 1;

4) тумблер "  $\Delta$  " прибора Ф2-34 установить в положение "IS" (на частоте 0,5 Гц длительность цикла измерения автоматически устанавливается равной 10 с);

5) установить угол  $0^\circ$  фазового сдвига калибратора и выдержать время затухания переходных процессов фазометра;

6) путем нажатия кнопки "  $\Delta\varphi$  " фазометра установить его показания, равные  $(0 \pm 0,10)^\circ$ ; если показания фазометра после обнуления отличаются от указанных, операцию обнуления повторить;

7) установить последовательно углы  $90^\circ$ ,  $180^\circ$  и  $270^\circ$  фазового сдвига калибратора и определить после установки каждого из этих углов отклонения от них показаний фазометра с учетом его начального показания установленного при обнулении; эти отклонения показаний фазометра являются его погрешностями;

8) при нестабильности показаний фазометра (в том числе и начальных), когда разность между максимальным и минимальным из 6 последовательно снятых показаний превышает  $0,06^\circ$ , но не более  $0,60^\circ$ , необходимо зафиксировать последовательно шесть показаний

Аналогично опробыванию на частоте 500 Гц проверить работу фазометра на частоте 2 МГц. Погрешность фазометра на этой частоте не должна превышать  $\pm 0,7^\circ$ .

Проверку работы прибора на частотах, кратных частоте повторения импульсов квантования производить при помощи синтезатора частот Ч6-31 на частоте 3,5 МГц в следующем порядке:

- 1) выход синтезатора Ч6-31 при помощи тройника из комплекта генератора Г6-31 и кабелей К1 из комплекта фазометра соединить с его входами 1 и 2;
- 2) установить частоту 3 499 620 Гц синтезатора Ч6-31;
- 3) тумблер "  $\Sigma$  " фазометра установить в положение " I S ";
- 4) путем нажатия кнопки "  $\Delta \varphi$  " фазометра установить его показания равные  $(0 \pm 0,15)^\circ$ ; нестабильность этих показаний — разность между максимальным и минимальным из 6 последовательно зафиксированных показаний фазометра — не должна превышать  $0,30^\circ$ ;

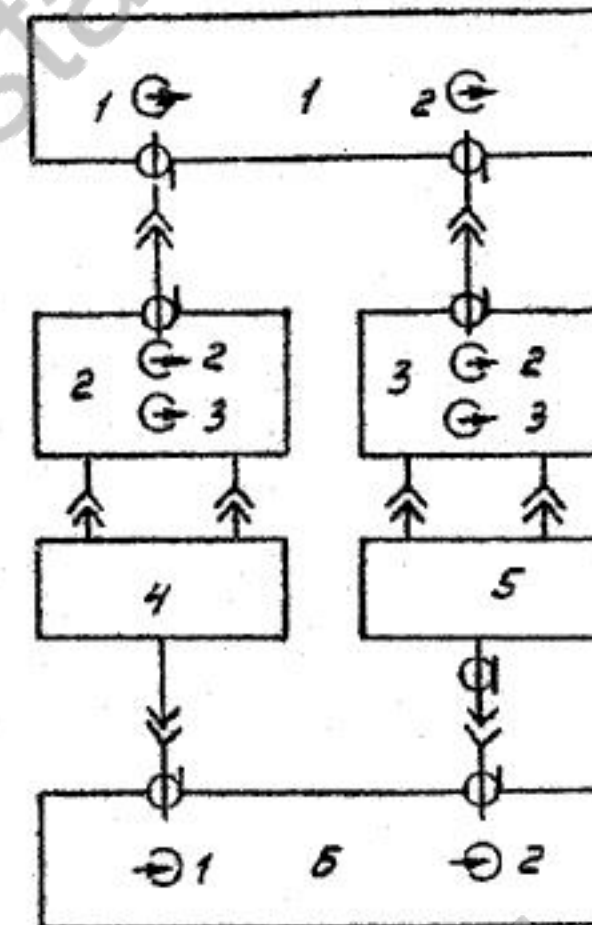
5) устанавливая последовательно частоты 3 499 620, 3 499 640, 3 499 660, 3 499 680, 3 499 700, 3 499 720, 3 499 740, 3 499 760, 3 499 780, 3 499 800, 3 499 820, 3 499 840, 3 499 860, 3 499 880, 3 499 900, 3 499 920, 3 499 940, 3 499 960, 3 499 980 и 3 500 000 Гц синтезатора и снять показания прибора после установки каждой из указанных частот; нестабильность показаний прибора, а также отклонения средних значений этих показаний, усредненных по шести последовательно снятым показаниям, от среднего значения начального установленного при обнулении прибора, показания не должны превышать  $\pm 0,15^\circ$ .

Неисправный прибор бракуется и направляется в ремонт.

14.4.3. Определение диапазона рабочих частот и погрешности фазометра производится методом непосредственной оценки:

- 1) при входных напряжениях 1 В на частотах 0,5 и 1 Гц при помощи калибратора фазовых сдвигов Ф5 224 и на частотах 20 Гц,

СХЕМА СОЕДИНЕНИЯ ПРИБОРОВ ПРИ ОПРЕДЕЛЕНИИ  
ПОГРЕШНОСТИ ПРИБОРА Ф2-34 НА ЧАСТОТАХ 100 кГц и  
5 МГц



1 — калибратор фазы Ф1-4; 2-3 — переходы из комплекта фазометра; 4-5 — выносные делители ДН I; IБ; 6 — поверяемый фазометр.

Рис. 8

фазометра на частоте 5 Гц установить в положение "IO S" обязательно, а на остальных частотах — только в случае нестабильности показаний фазометра, превышающей 30% от допускаемой погрешности при данных уровнях и частоте входных сигналов.

Определение частотного диапазона фазометра совмещается с определением его погрешности.

Результаты проверки считаются удовлетворительными, если измеренные погрешности фазометра на всех частотах не превышают значений, указанных в п.п. 3.4, 3.5, а диапазон частот соответствует диапазону указанному в п. 3.9.

При отрицательных результатах испытаний прибор бракуется и направляется в ремонт.

14.4.4. Определение диапазона входных напряжений и погрешности измерения из-за неравенства уровней входных напряжений прибора производится на частотах 0,5 Гц, 1 Гц, 5 Гц, 200 кГц, 2 МГц и 5 МГц при помощи генератора Г6-31, генератора Г4-139, осциллографа СИ-65А, вольтметра ВЗ-57 и аттенуаторов Д2-32. Схема соединения приборов приведена на рис. 9.

Определение погрешности из-за неравенства входных напряжений фазометра следует производить в следующем порядке:

1) выход генератора I (Г6-31) соединить через кабель 3, тройник 5, переходы 6,10 и проходную нагрузку II с входом 2 фазометра I3;

2) вход осциллографа I4 (СИ-65А) подключить через кабель I2 к свободному гнезду тройника 5;

3) установить частоту 0,5 Гц и синусоидальную форму сигнала генератора, а по осциллографу, включенному в режиме работы с открытым входом, выставляется уровень  $(2 \pm 0,1)$  В (размах

1) включить фазометр и выдержать время установления его рабочего режима, равное 15 минутам;

2) установить тумблер "  $\Delta$  " фазометра в положение "I S";

3) соединить выход I и 2 калибратора кабелями К1 из комплекта фазометра соответственно с его входами I и 2;

4) установить частоту 100 кГц, знак " - ", значение  $0^\circ$  фазового сдвига и нулевые ослабления выходных сигналов калибратора;

5) нажать кнопку "  $\Delta \varphi$  " фазометра; через 1-1,5 с должны установиться на время одного измерительного цикла (1-1,5с) показания фазометра, равные  $(180 \pm 5)^\circ$ , затем снова через временной промежуток, соответствующий длительности одного измерительного цикла, должны установиться показания фазометра, равные  $(0 \pm 0,03)^\circ$ ;

6) установить угол  $100^\circ$  фазового сдвига калибратора;

7) нажать кнопку "  $\varphi$  " фазометра; через 40-60 с после нажатия кнопки должны установиться показания фазометра  $(180 \pm 10)^\circ$ , а еще через 40-60 с —  $(100 \pm 8)^\circ$ ;

8) установить частоту 500 кГц, знак " - ", значение  $0^\circ$  фазового сдвига и ослабление 50 дБ в обоих каналах калибратора фазы;

9) выдержать время затухания переходных процессов фазометра, нажать кнопку "  $\Delta \varphi$  "; при этом должны установиться показания фазометра, равные  $(0 \pm 0,25)^\circ$ ;

10) устанавливая последовательно углы  $100^\circ$ ,  $200^\circ$  и  $300^\circ$  фазового сдвига калибратора, снять показания фазометра, которые не должны отличаться более чем на  $\pm 0,5^\circ$  от установленных значений фазовых сдвигов.

(  $5,6 \pm 0,28$  )В на экране осциллографа) его выходного напряжения;

4) кабель I2 отключить от осциллографа и подключить к входу I фазометра;

5) выдержать время установления показаний фазометра, равное I-I,5 минутам (время затухания переходного режима);

6) нажатием кнопки "  $\Delta \psi$  " фазометра установить его показания  $0 \pm 0,10^0$ ;

7) расстыковать переходы 6 и IO и подключить между ними аттенкуатор 7;

8) выдержать время установления показаний фазометра и снять его установившиеся показания;

9) последовательно с первым аттенкуатором 7 подключить второй аттенкуатор 8, снова выдержать время установления показаний фазометра и снять установившиеся его показания;

IO) при нестабильности показаний фазометра, превышающей 30% допустимого значения погрешности при данном ослаблении входных напряжений, произвести их усреднение по шести показаниям, последовательно снятым через промежутки времени, соответствующие длительности одного измерительного цикла;

II) погрешность измерения из-за неравенства уровней входных напряжений определяется как разность показаний фазометра при ослаблении и без ослабления одного из его входных напряжений при постоянном уровне (без ослабления) другого его входного напряжения;

I2) поменять местами входы I и 2 фазометра и повторить измерения.

Аналогично определить погрешность измерения из-за неравенства входных напряжений на остальных частотах. Причем, на

Таблица I6

Выносной делитель	Показания вольтметра, мВ	
	на частоте 990 Гц	на частоте 990 кГц
ДН I : I5	54,6 - 76,0	52,6 - 78,6
ДН I : I00	9,0 - 11,0	8,2 - 12,2

При отрицательных результатах проверки выносные делители бракуются и направляются в ремонт.

I4.4.7. Проверку времени измерительного цикла фазометра надлежит производить на частотах I Гц и I00 кГц при помощи генератора Г6-3I и частотомера Ч3-54.

Схема соединения приборов показана на рис. II.

Проверку необходимо производить в следующем порядке:

I) соединить через тройник 2 выход генератора I с входом I фазометра 5 и с входом вольтметра 6 при помощи кабелей 3 и 4;

2) установить синусоидальную форму, частоту и уровень  $I \pm 0,5$  В выходного напряжения генератора;

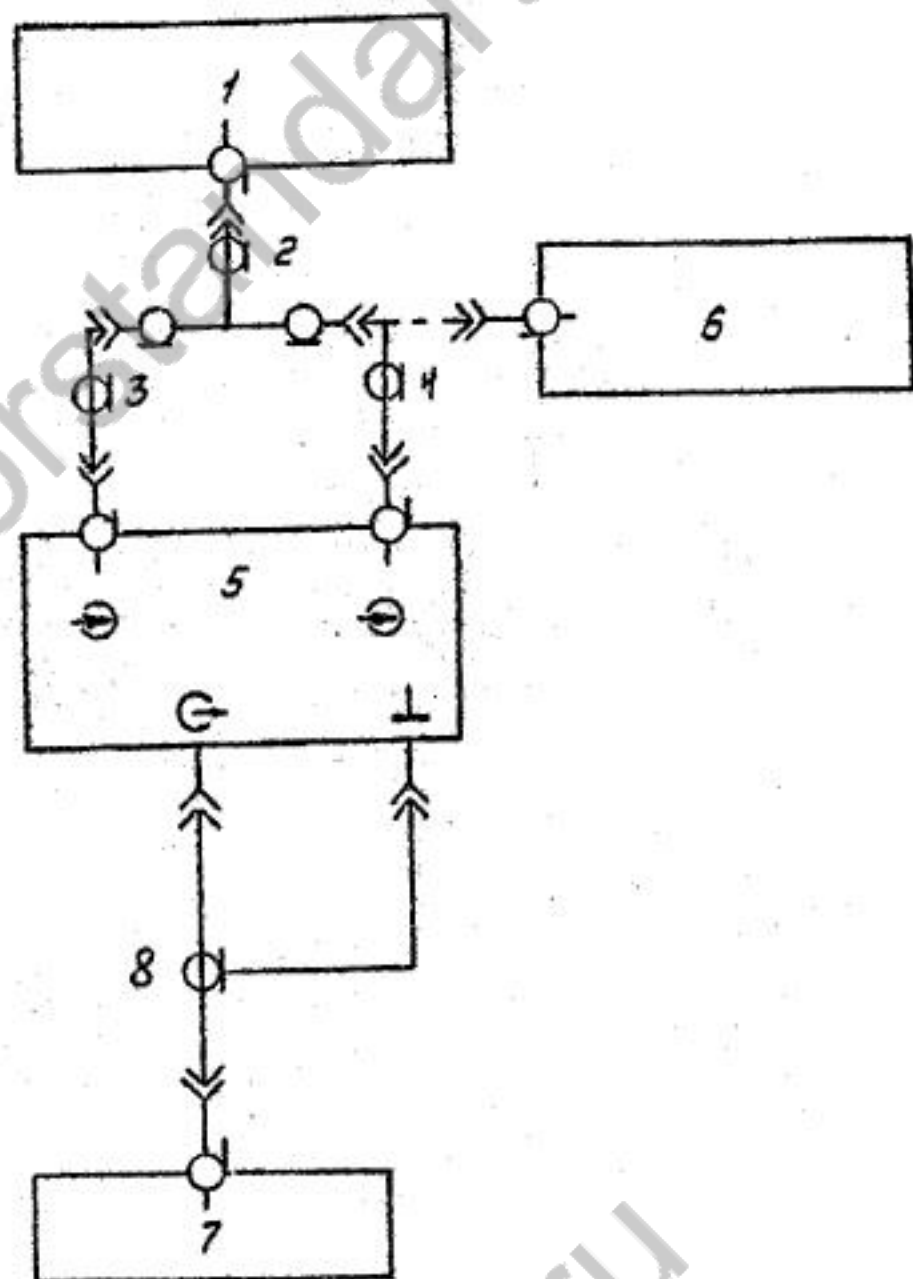
3) отключить кабель 4 от входа вольтметра и подключить его к входу 2 фазометра;

4) соединить вход частотомера 7 с гнездом "  $\leftarrow$  " прибора при помощи кабеля 8, корпусной наконечник которого соединить с гнездом "  $\perp$  " фазометра;

5) установить тумблер "  $\Sigma$  " фазометра в положение "IO S";

6) включить частотомер в режиме измерения периода повторения импульсов;

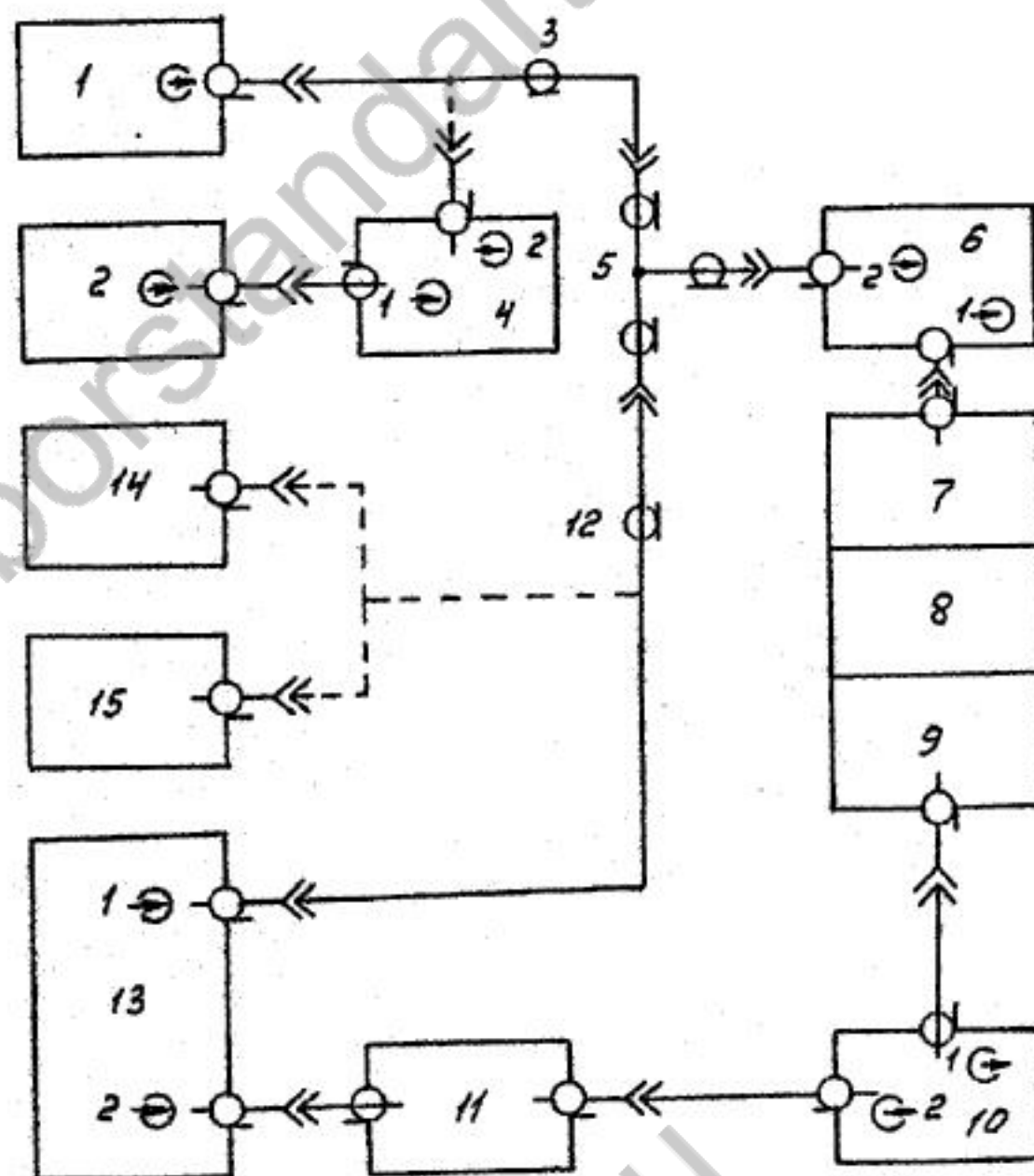
СХЕМА СОЕДИНЕНИЯ ПРИБОРОВ ПРИ ОПРЕДЕЛЕНИИ ВРЕМЕНИ  
ИЗМЕРИТЕЛЬНОГО ЦИКЛА ФАЗОМЕТРА НА ЧАСТОТАХ  
1 Гц и 100 кГц



1 - генератор Г6-31; 2- тройник СР-50-95Ф из комплекта генератора Г6-31; 3,4- кабели К1 из комплекта фазометра; 5- поверяемый фазометр; 6 - вольтметр ВЗ-57; 7- частотомер ЧЗ-54; 8- кабель К2 из комплекта фазометра.

Рис. II

СХЕМА СОЕДИНЕНИЯ ПРИБОРОВ ПРИ ОПРЕДЕЛЕНИИ ДИАПАЗОНА  
ВХОДНЫХ НАПРЯЖЕНИЙ И ПОТРЕБНОСТИ ИЗМЕРЕНИЯ ПРИ ИХ  
НЕРАВЕНСТВЕ



1- генератор Г6-31; 2-генератор Г4-139; 3,12-кабели К1 из комплекта фазометра; 4,6,10- переходы из комплекта фазометра; 5- тройник СР-50-95Ф из комплекта генератора Г6-31; 7,8,9 - аттенуаторы Л2-32; 11- проходная нагрузка 50 Ом из комплекта генератора Г6-31; 13- фазометр; 14-осциллограф СИ-65А; 15- вольтметр ВЗ-57.

Рис. 3

Таблица 15

Частота	2 МГц		5 МГц	
	1	2	1	2
Номер входа фазометра на котором вводится ослабление	1	2	1	2
Фазовая задержка одного аттенюатора, град	+0,17	-0,17	+0,43	-0,43
Фазовая задержка двух аттенюаторов, град	+0,34	-0,34	+0,86	-0,86
Фазовая задержка трех аттенюаторов, град	+0,51	-0,51	+1,29	-1,29

14.4.5. Диапазон измерения углов фазового сдвига фазометра следует проверять при помощи калибратора фазы ФГ-4 на частоте 100 кГц при нулевых ослаблениях его выходных напряжений следующим образом:

- 1) выходы 1 и 2 калибратора соединить при помощи кабелей К1 из комплекта фазометра соответственно с его входами 1 и 2;
- 2) установить частоту 100 кГц, знак " - ", угол  $0^\circ$  фазового сдвига и нулевые ослабления выходных напряжений калибратора;
- 3) нажатием кнопки "  $\Delta \Psi$  " фазометра установить с точностью  $\pm 0,10^\circ$  нулевые показания;
- 4) установить последовательно через  $10^\circ$  значения фазового сдвига калибратора в диапазоне от  $0^\circ$  до  $350^\circ$  и снять после установки каждого из них показания фазометра.

Разрешающую способность индикатора необходимо определять по показаниям фазометра при определении его основной погрешности по методике п.14.4.3 и погрешности из-за неравенства уровней входных напряжений по методике п. 14.4.4.

Результаты проверки считаются удовлетворительными, если показания фазометра не отличаются от воспроизводимых калибратором фазы углов фазового сдвига более чем на  $\pm 0,10^\circ$ , а его показания при всех испытаниях по п.п. 14.4.3 и 14.4.4 устанавливались с разрешающей способностью  $0,01^\circ$ . При отрицательных результатах проверки фазометр бракуется и направляется в ремонт.

14.4.6. Определение ослабления выносных делителей фазометра следует производить при помощи генератора Г6-31 и вольтметра ВЗ-57 путем измерения выходных напряжений делителей на частотах 990 Гц и 990 кГц при фиксированном уровне напряжения 1 В на их входах. Схема соединения приборов при определении ослабления делителей приведены на рис. 10.

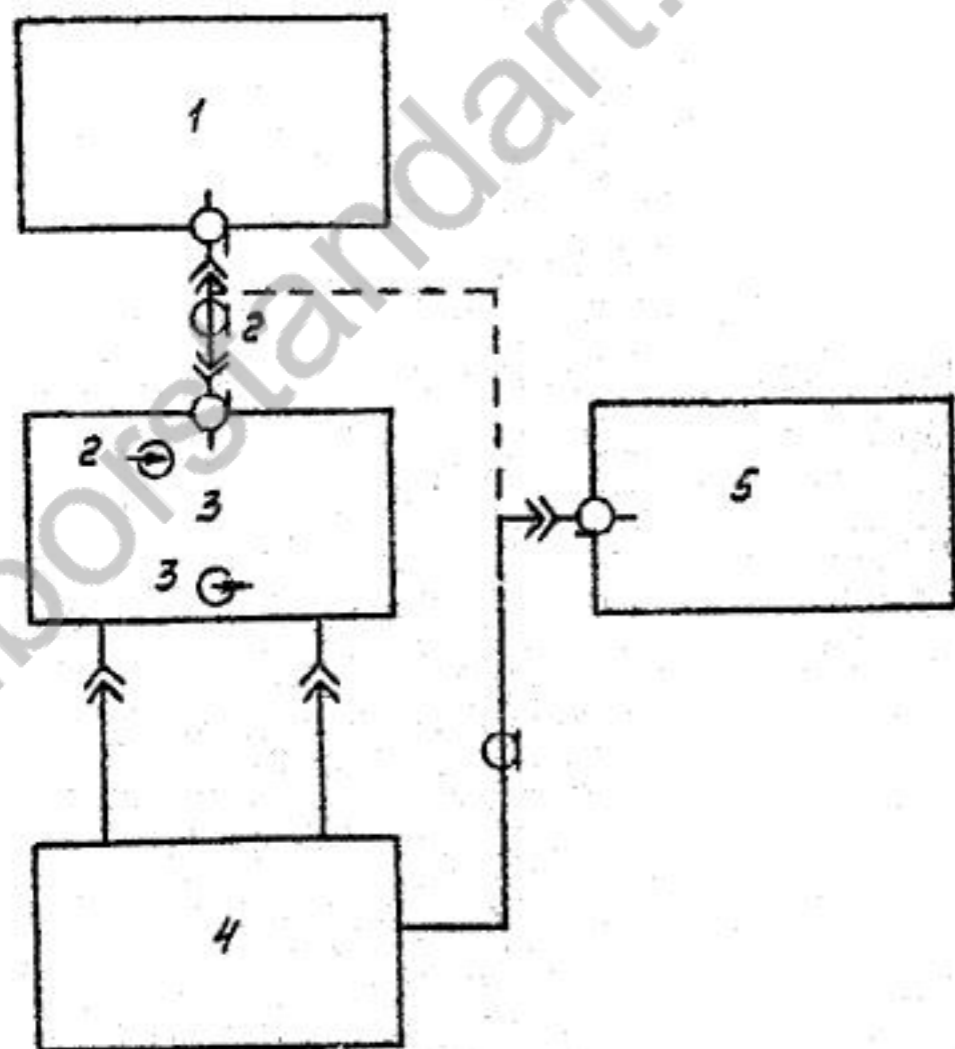
Определенке ослабления делителей необходимо производить в следующем порядке:

- 1) предварительно соединить при помощи кабеля 1 выход генератора 1 (Г6-31) с входом вольтметра 2 (ВЗ-57);
- 2) установить частоту 990 Гц, уровень  $(1 \pm 0,05)$  В и синусоидальную форму выходного напряжения генератора;
- 3) вход поверяемого делителя 4 соединить с выходом генератора при помощи кабеля 2 и перехода 3;
- 4) к выходу поверяемого делителя подключить вход вольтметра и снять его показания.

Аналогичным образом определить выходные напряжения поверяемых делителей на частоте 990 кГц.

Результаты испытаний считаются удовлетворительными, если показания вольтметра находятся в пределах, указанных в табл.16.

СХЕМА СОЕДИНЕНИЯ ПРИБОРОВ ПРИ  
ОПРЕДЕЛЕНИИ ОСЛАБЛЕНИЯ ВЫНОСНЫХ ДЕЛИТЕЛЕЙ



1 - генератор Г6-31; 2 - кабель К1 из комплекта фазометра; 3 - переход из комплекта фазометра; 4 - проверяемый делитель ДН 1:15 (ДН 1:100); 5 - вольтметр ВЗ-57

Рис. 10

этих частотах дополнительно определить погрешность фазометра после подключения последовательно с первыми двумя третьим аттенкуатора 9. На частотах 200 кГц и выше вместо осциллографа I4 для установки и контроля выходного напряжения генератора, равного  $(2 \pm 0,1)$  В следует использовать вольтметр I5 (ВЗ-57). А на частотах 2 МГц и 5 МГц вместо генератора I (Г6-31) необходимо использовать генератора 2 (Г4-139).

Кроме того, на частотах 2 МГц и 5 МГц в результате измерений необходимо вносить систематические поправки на фазовые задержки аттенкуаторов, возникающие из-за влияния их электрических длин. Величины и знаки этих поправок приведены в табл. 15.

Тумблер "  $\Delta$  " фазометра на частоте 5 Гц установить в положение "10 S". На остальных частотах этот тумблер следует устанавливать только в том случае, если нестабильность показаний фазометра превышает 30% допустимого значения погрешности при данных частоте и ослаблении его входных напряжений.

Определение диапазона входных напряжений фазометра совмещается с определением его погрешности из-за неравенства их уровней.

Результаты проверки считаются удовлетворительными, если измеренные погрешности фазометра из-за неравенства уровней входных напряжений не превышают значений указанных в табл. 5 и 3. 7 и табл. 6 и 3.8, а диапазон входных напряжений соответствует диапазону, указанному в табл. 2 и 3.2. При отрицательных результатах испытаний прибор бракуется и направляется в ремонт.

5) нажать кнопку "  $\Delta \varphi$  " фазометра; через 1,5–2,5 секунды должны установиться показания фазометра  $(0 \pm 0,03)^\circ$ ;

6) нажать кнопку "  $\varphi$  " фазометра; через 1–1,5 минуты должны установиться показания фазометра  $100 \pm 8^\circ$ ;

7) подключить вход частотомера включенного в режиме измерения периода повторения импульсов, при помощи кабеля К2 из комплекта фазометра к гнезду "  $\ominus$  " на задней панели прибора, корпусной наконечник кабеля К2 соединить с гнездом "  $\perp$  " фазометра;

8) снять показания частотомера, которые должны быть в пределах от 1,1 с до 1,7 с;

9) установить тумблер "  $\Delta$  " фазометра в положение " I S ";

10) снять показания частотомера, которые должны быть в пределах от 8 до 14 с.

Результаты проверки считаются удовлетворительными, если данные измерений соответствует значениям указанным в подпунктах 5, 6, 8 и 10 настоящего пункта. При отрицательных результатах проверки фазометр бракуется и направляется в ремонт.

14.4.9. Проверку выхода на цифропечатающее устройство (ЦПУ) следует производить на частоте 1 кГц при помощи калибратора фазовых сдвигов Ф5224, вольтметров ВЗ-57, В7-22А и резистора ОМЛТ – 0,125–10 кОм  $\pm 5\%$  в следующем порядке:

1) установить частоту 1 кГц, угол  $0^\circ$  фазового сдвига, синусоидальную форму выходных сигналов и синхронизацию от внутреннего кварцевого генератора калибратора;

2) поочередно соединяя вход вольтметра ВЗ-57 при помощи кабеля К1 из комплекта поверяемого фазометра с выходами 1 и 2 калибратора, установить его выходные напряжения равные  $(1 \pm 0,5)$  В;

3) соединить при помощи кабелей К1 из комплекта фазометра выходы 1 и 2 калибратора соответственно с входами 1 и 2 фазометра;

## 15. ПРАВИЛА ХРАНЕНИЯ

15.1. Приборы предназначены для кратковременного (гарантийного) хранения до 12 месяцев в следующих условиях:

1) для отапливаемого хранилища:

температура воздуха от 278 К ( $+5^\circ\text{C}$ ) до 313 К ( $+40^\circ\text{C}$ );

относительная влажность воздуха до 80% при  $t = 298$  К ( $+25^\circ\text{C}$ );

2) для неотапливаемого хранилища (хранение в транспортных ящиках):

температура воздуха от 223 К (минус  $50^\circ$ ) до 313 К ( $+40^\circ\text{C}$ );

относительная влажность воздуха до 98% при  $t = 298$  К ( $+25^\circ\text{C}$ ).

15.2. Прибор допускает длительное хранение в отапливаемых и неотапливаемых хранилищах в условиях, оговоренных в п. 15.1, при этом срок сохраняемости прибора 10 лет – в отапливаемых хранилищах и 5 лет – неотапливаемых хранилищах.

## 16. ТРАНСПОРТИРОВАНИЕ

## 16.1. Тара, упаковка и маркирование упаковки

16.1.1. Комплект тары включает укладочный и тарный ящики.

16.1.2. Сверху каждого укладочного ящика маркируется тип изделия Ф2-34.

16.1.3. В укладочном ящике размещается собственно прибор, комплект ЗИИ и сопроводительная документация.

16.1.4. Перед упаковкой прибор должен быть просушен (выдержан не менее 24 часов в помещении с относительной влажностью не более 60% при температуре  $293 \pm 5 \text{ K}$  ( $+20 \pm 5^\circ \text{C}$ )).

16.1.5. Каждый предмет в укладочных ящиках заворачивается в оберточную бумагу.

16.1.6. Укладочный ящик закрывается и пломбируется.

16.1.7. Укладочный ящик помещается в тарный ящик с внутренними размерами 570x555x320 мм, изнутри застланный битумной бумагой и слоем картона на дне не менее 50 мм.

16.1.8. Свободные места между стенками тарного ящика и укладочным ящиком заполняются гофрированным картоном.

16.1.9. Тарный ящик маркируется и пломбируется. В приложениях IО и II приведены эскизы изделия в таре и упаковке.

## Основные надписи:

- 1) получатель;
- 2) место назначения.

## Дополнительные надписи:

- 1) брутто и нетто в килограммах;
- 2) размеры грузового места в метрах;
- 3) количество мест;
- 4) отправитель;
- 5) место отправления.

7) выдерживать время установления показаний фазометра, нажать его кнопку "  $\Delta \Psi$  " и снять показания частотомера, которые должны быть в пределах от 8 с до 14 с;

8) установить тумблер "  $\Sigma$  " фазометра в положение " I S " и снять показания частотомера, которые должны быть в пределах от 1,1 с до 1,7 с;

9) установить частоту 1 Гц генератора, а тумблер "  $\Sigma$  " фазометра оставить в положении " I S ";

10) снять показания частотомера, которые должны быть в пределах от 11 с до 33 с.

Результаты проверки считаются удовлетворительными, если измеренные значения времени измерительного цикла соответствуют значениям, указанным в п. 3.II.

При отрицательных результатах проверки фазометр бракуется и направляется в ремонт.

14.4.8. Проверку системы дистанционного управления фазометра следует производить при помощи соединителя XI из его комплекта, калибратора фазы Ф1-4 и частотомера ЧЗ-54 в следующем порядке:

1) выходы 1 и 2 калибратора соединены кабелями KI из комплекта фазометра соответственно с входами 1 и 2 фазометра;

2) подсоединить соединитель XI к розетке "  $\circ \circ >$  " фазометра;

3) установить частоту 100 кГц, знак " - ", угол  $100^\circ$  фазового сдвига и нулевые ослабления выходных напряжений калибратора;

4) установить тумблер "  $\Sigma$  " фазометра в положение " I O S ";

Контакт разъема " 0 0 > "	Показания фазометра, град								
	169,96	169,97	169,98	169,99	177,00	177,01	177,02	177,03	177,04
17	I	I	I	I	I	I	I	I	I
18	0	0	0	0	0	0	0	0	0

4) выдержать время установления показаний фазометра и путем нажатия кнопки "  $\Delta \varphi$  " произвести установку его нуля с точностью  $\pm 0,03^\circ$ ;

5) установить угол  $177^\circ$  фазового сдвига калибратора;

6) включить вольтметр В7-22А в режиме измерения постоянного напряжения и подключив параллельно его входу резистор 10 кОм, измерить им логические уровни выходных кодовых сигналов на контактах разъема " 0 0 > " фазометра в соответствии с табл. 17; клемму " \* " вольтметра соединить с гнездом " 1 " фазометра;

7) установить угол  $288^\circ$  фазового сдвига калибратора и измерить логические уровни выходных кодовых сигналов на контактах разъема " 0 0 > " фазометра в соответствии с табл. 18.

Результаты проверки считаются удовлетворительными, если логические уровни кодовых сигналов выхода на ЦПУ соответствуют значениям, указанным в п. 3.14. При отрицательных результатах проверки фазометр бракуется и направляется в ремонт.

#### 14.5. Оформление результатов поверки

14.5.1. Положительные результаты поверки должны быть оформлены путем записи результатов поверки в формуляре прибора, заверенной подписью поверителя и оттиском поверительного клейма.

14.6. Прибор, имеющий отрицательные результаты поверки в обращение не допускается, прибор передается в ремонт, а в формуляре делается соответствующая запись.

После ремонта производится повторная поверка прибора.



## ПРИЛОЖЕНИЕ I

## ИЗМЕРИТЕЛЬ РАЗНОСТИ ФАЗ Ф2-34

## Перечень элементов

Поз. обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
A1	Детектор фазовый 2.204.025	I	
A2	Индикатор 2.746.014	I	
A3	Устройство индикаторное 3.045.006	I	
A4	Блок управления 2.390.033	I	
A5	Блок питания 2.087.104	I	
S I	Микрогумблер МТИ 0.360.016 ТУ	I	
X1... X3	Розетка СНО51-40/71x9P-2-B 0.364.006 ТУ	3	
X4	Розетка СНО53-8/30x9P-2-B 0.364.006 ТУ	I	
X5	Розетка РПМ7-32Г-ПБ-В 0.364.043 ТУ	I	
X6	Зажим 6.625.003-08	I	
X7	Зажим 6.625.003-03	I	

## ПЛАТА ФОРМИРОВАТЕЛЯ

## Перечень элементов

Поз. обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
	Конденсаторы К73-16 0461.108 ТУ		
	Конденсаторы КМ-6А 0.460.061 ТУ		
	Конденсаторы КД-1 0.460.154 ТУ		
	Конденсаторы КТ4-216 0.460.116 ТУ		
C1	К73-16-63 В-0,47 мкФ ±20%-В	I	
C2	КМ-6Б-Н90-1,5 мкФ-В	I	
C3...C8	КМ-6А-Н90-0,1 мкФ -В	6	
C9	КД-1-М47-15 пФ ±10%-3	I	
C10	КТ4-216-4/20 пФ	I	
C11	КМ-6А-Н90-0,1 мкФ - В	I	
C12	КД-1-М47-15 пФ ± 10%-3	I	
C13	КТ4-216-4/20 пФ	I	
C14, C15	КМ-6А-Н90-0,1 мкФ-В	2	
C16, C17	КМ-6А-М47-180 пФ ±20%-В	2	
C18	КМ-6А-М1500-1500 пФ ±20%-В	I	
C19, C20	КМ-6А-Н90-0,33 мкФ -В	2	
C21, C22	КМ-6А-Н90-0,1 мкФ - В	2	

Поз. обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
	<u>Микросхемы</u>		
D1	I90KT2 0.347.013 TY	1	
D2, D3	I59HT1B 3.456.014 TY	2	
D4	I00LH116 3.088.068 TY10	1	
D5, D6	I42EN1B 0.347.098 TY1	2	
D7	544UD1A 0.347.040 TY	1	
K1	Реле РЭ055А 4.569.600-01.01 0.456.011 TY	1	
	Резисторы СМЛТ 0.467.107 TY		
	Резисторы СПЗ-19 0.468.134 TY		
R1	СМЛТ-0,125-В-910 Ом $\pm$ 10%	1	
R3	СМЛТ-0,125-В-6,8 кОм $\pm$ 10%	1	
R4	СМЛТ-0,125-В-2,4 МОм $\pm$ 5%	1	
R5	СМЛТ-0,125-В-2 МОм $\pm$ 10%	1	
R6...R8	СМЛТ-0,125-В-3 кОм $\pm$ 10%	3	
R9	СПЗ-19а-0,5-6,8 кОм $\pm$ 20%-В	1	
R10	СМЛТ-0,125-В-100 кОм $\pm$ 10%	1	
R11	СМЛТ-0,125-В-2 кОм $\pm$ 10%	1	
R12	СМЛТ-0,125-В-6,8 кОм $\pm$ 10%	1	
R13, R14	СМЛТ-0,125-В-270 Ом $\pm$ 5%	2	

## 16.2. Условия транспортирования

16.2.1. Транспортироваться прибор должен в упакованном состоянии в закрытых железнодорожных вагонах, закрытых кузовах автомобилей, трюмах, герметизированных отсеках летательных аппаратов и другими видами транспорта, при условии защиты от прямого воздействия атмосферных осадков, при температуре окружающего воздуха от минус 50 до + 50 $^{\circ}$ С.

16.2.2. Ящики с упакованными изделиями должны быть хорошо закреплены, чтобы в пути не было смещения и ударов друг о друга.

16.2.3. Необходимо учитывать правила обращения с грузом согласно предусмотренным знакам на ящике:

- 1) ОСТОРОЖНО, ХРУПКОЕ;
- 2) ВЕРХ, НЕ КАНТОВАТЬ;
- 3) БОИТСЯ СЫРОСТИ.

16.2.4. Хранение прибора во время транспортирования должно производиться так, чтобы исключить прямое воздействие атмосферных осадков.

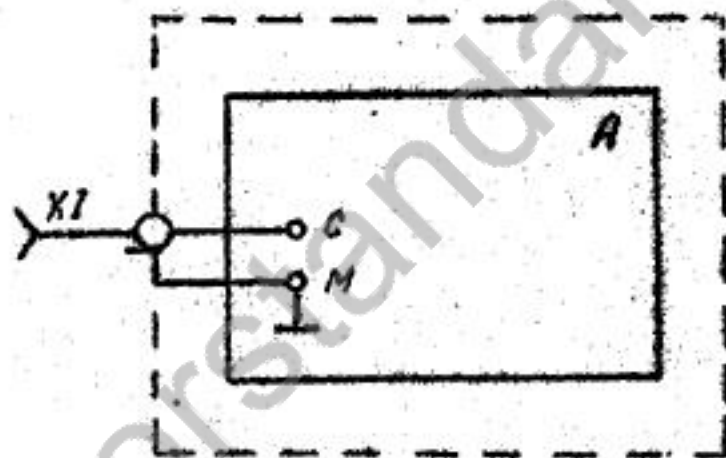
16.2.5. При повторном транспортировании прибора в процессе эксплуатации потребителем упаковку прибора следует производить согласно разделу 16.1.

ФОРМИРОВАТЕЛЬ

ПЕРЕЧЕНЬ ЭЛЕМЕНТОВ

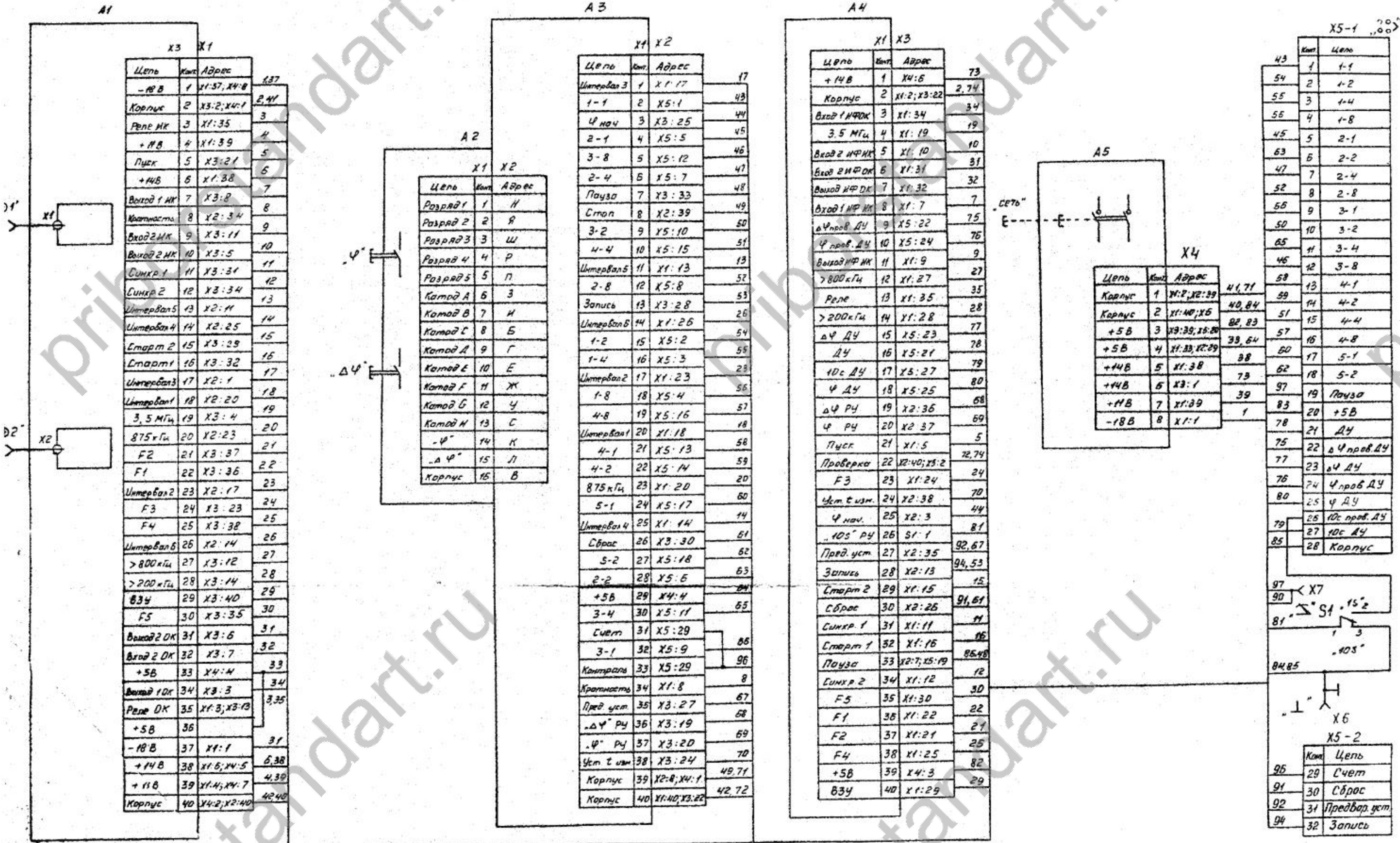
Поз. обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
XI	Розетка СР-50-73 ФВ 0,364.008 ТУ	I	
	Переменные данные для исполнения		
	<u>2.035.022</u>		
A	Плата формирователя 4.883.117 <u>2.035.022-0I</u>	I	
A	Плата формирователя 4.883.117-0I	I	

ФОРМИРОВАТЕЛЬ  
СХЕМА ЭЛЕКТРИЧЕСКАЯ ПРИНЦИПАЛЬНАЯ



Обозначение формирователей	Обозначение плат (А)
2.035.022	4.883.117
2.035.022-01	4.883.117-01

Измеритель разности фаз Ф2-34. Схема электрическая принципиальная



Поз. обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
V1	Транзистор 2Т312Б 3.365.143 ТУ	1	
V2	Диод 2С156А 3.362.805 ТУ	1	
V3	Транзистор 2П303Д 3.365.003 ТУ	1	
V4	Диод 2С213Ж 3.362.825 ТУ	1	
V5	Транзистор 2Т313Б 0.336.049 ТУ	1	
V6, V7	Транзистор 2Т363Б 0.336.008 ТУ	2	
<u>Переменные данные</u>			
Отсутствуют			
Различия исполнений 4.883.117 и 4.883.117-01 по принципиальной схеме			

ДЕТЕКТОР ФАЗОВЫЙ  
ПЕРЕЧЕНЬ ЭЛЕМЕНТОВ

Поз. обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
A1	Формирователь 2.035.022	1	
A2	Формирователь 2.035.022-01	1	
A3	Плата 4.883.142	1	
<u>Конденсаторы КМ-6А 0.460.061 ТУ</u>			
C1	КМ-6А-М47-180 пФ ±10%-В	1	
C2	КМ-6А-Н90-0,033 мкФ -В	1	
C3	КМ-6А-М47-180 пФ ±10%-В	1	
C4	КМ-6А-Н90-0,033 мкФ-В	1	
C5	КМ-6А-М47-180 пФ ±10% - В	1	
C6	КМ-6А-Н90-0,033 мкФ -В	1	
C7...C9	КМ-6А-Н90-0,033 мкФ-В	3	
C10...C19	КМ-6А-Н90-0,33 мкФ -В	10	
C20, C21	КМ-6А-Н90-0,033 мкФ-В	2	
<u>Микросхемы</u>			
D1, D2	530ЛАЗ 0.347.022-01 ТУ	2	
D3	564ЛН2 0.347.064 ТУ2	1	
D4	530ЛАЗ 0.347.022-01 ТУ	1	
D5	530ЛАЗ 0.347.022-01 ТУ	1	
D6	530ЛАЗ 0.347.022-01 ТУ	1	
D7	530ЛАЗ 0.347.022-01 ТУ	1	

Поз. обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
V1	Транзистор 2Т312Б 3.365.143 ТУ	1	
V2	Диод 2С156А 3.362.805 ТУ	1	
V3	Транзистор 2П303Д 3.365.003 ТУ	1	
V4	Диод 2С213Ж 3.362.825 ТУ	1	
V5	Транзистор 2Т313Б 0.336.049 ТУ	1	
V6, V7	Транзистор 2Т363Б 0.336.008 ТУ	2	
<u>Переменные данные</u>			
Отсутствуют			
Различия исполнений 4.883.117 и 4.883.117-01 по принципиальной схеме			

ДЕТЕКТОР ФАЗОВЫЙ  
ПЕРЕЧЕНЬ ЭЛЕМЕНТОВ

Поз. обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
A1	Формирователь 2.035.022	1	
A2	Формирователь 2.035.022-01	1	
A3	Плата 4.883.142	1	
<u>Конденсаторы КМ-6А 0.460.061 ТУ</u>			
C1	КМ-6А-М47-180 пФ ±10%-В	1	
C2	КМ-6А-Н90-0,033 мкФ -В	1	
C3	КМ-6А-М47-180 пФ ±10%-В	1	
C4	КМ-6А-Н90-0,033 мкФ-В	1	
C5	КМ-6А-М47-180 пФ ±10% - В	1	
C6	КМ-6А-Н90-0,033 мкФ -В	1	
C7...C9	КМ-6А-Н90-0,033 мкФ-В	3	
C10...C19	КМ-6А-Н90-0,33 мкФ -В	10	
C20, C21	КМ-6А-Н90-0,033 мкФ-В	2	
<u>Микросхемы</u>			
D1, D2	530ЛАЗ 0.347.022-01 ТУ	2	
D3	564ЛН2 0.347.064 ТУ2	1	
D4	530ЛАЗ 0.347.022-01 ТУ	1	
D5	530ЛАЗ 0.347.022-01 ТУ	1	
D6	530ЛАЗ 0.347.022-01 ТУ	1	
D7	530ЛАЗ 0.347.022-01 ТУ	1	

Поз. обозна- чение	Наименование	Кол.	Примечание
	<u>Микросхемы</u>		
D 8	530ЛАЗ 0.347.022-01 ТУ	1	
D 9, D 10	530ТМ2 0.347.022 ТУ16	2	
D 11	530ТВ10 0.347.022 ТУ3	1	
D 12	530ЛАЗ 0.347.022-01 ТУ	1	
D 13...			
D 15	530ТВ10 0.347.022 ТУ3	3	
D 16	133МЕ5 3.088.023 ТУ11	1	
D 17	530ТВ10 0.347.022 ТУ3	1	
D 18	564Е10 0.347.064 ТУ9	1	
D 19	530ТВ10 0.347.022 ТУ3	1	
D 20	530ЛА1 0.347.022-01 ТУ	1	
D 21,			
D 22	530ЛН5 0.347.022-02 ТУ	2	
D 23...			
D 25	530ТВ10 0.347.022 ТУ3	3	
D 26	130ТВ1 0.347.060 ТУ1	1	
D 27	530ЛА1 0.347.022-01 ТУ	1	
D 28	100ЛП6 3.088.068 ТУ10	1	
L 1	Катушка индуктивности 4.777.011-02	1	

Поз. обозна- чение	Наименование	Кол.	Примечание
	Резисторы ОМЛТ 0.467.10 ТУ		
	Резисторы СПЗ-19 0.468.134 ТУ		
	Резисторы СЗ-14 0.467.113 ТУ		
R15, R16	ОМЛТ-0,125-В-20 Ом $\pm 10\%$	2	
R17	ОМЛТ-0,125-В-820 Ом $\pm 10\%$	1	
R18	ОМЛТ-0,125-В-2 кОм $\pm 10\%$	1	
R19, R20	ОМЛТ-0,125-В-1,2 кОм $\pm 10\%$	2	
R21, R22	ОМЛТ-0,125-В-120 Ом $\pm 10\%$	2	
R23, R24	ОМЛТ-0,125-В-1,2 кОм $\pm 10\%$	2	
R25	ОМЛТ-0,125-В-5,1 кОм $\pm 5\%$	1	
R26	СПЗ-19а-0,5-1,5 кОм $\pm 20\%$	1	
R27	ОМЛТ-0,125-В-1,5 кОм $\pm 10\%$	1	
R28, R29	ОМЛТ-0,125-В-120 Ом $\pm 10\%$	2	
R30	ОМЛТ-0,125-В-1,2 кОм $\pm 10\%$	1	
R31	СПЗ-19а-0,5-1,5 кОм $\pm 20\%$ -В	1	
R32	ОМЛТ-0,125-В-1,5 кОм $\pm 10\%$	1	
R33, R34	ОМЛТ-0,125-В-1,2 кОм $\pm 10\%$	2	
R35, R36	ОМЛТ-0,125-В-120 Ом $\pm 10\%$	2	
R37, R38	СЗ-14-0,125-3 МОм $\pm 10\%$ -В	2	
R39, R40	ОМЛТ-0,125-В-1,2 кОм $\pm 10\%$	2	
R41, R42	ОМЛТ-0,125-В-120 Ом $\pm 10\%$	2	
R43	ОМЛТ-0,125-В-200 Ом $\pm 10\%$	1	
R44, R45	ОМЛТ-0,125-В-150 Ом $\pm 5\%$	2	
R46	ОМЛТ-0,25-В-470 Ом $\pm 10\%$	1	

Схема расположения элементов платы формирователя

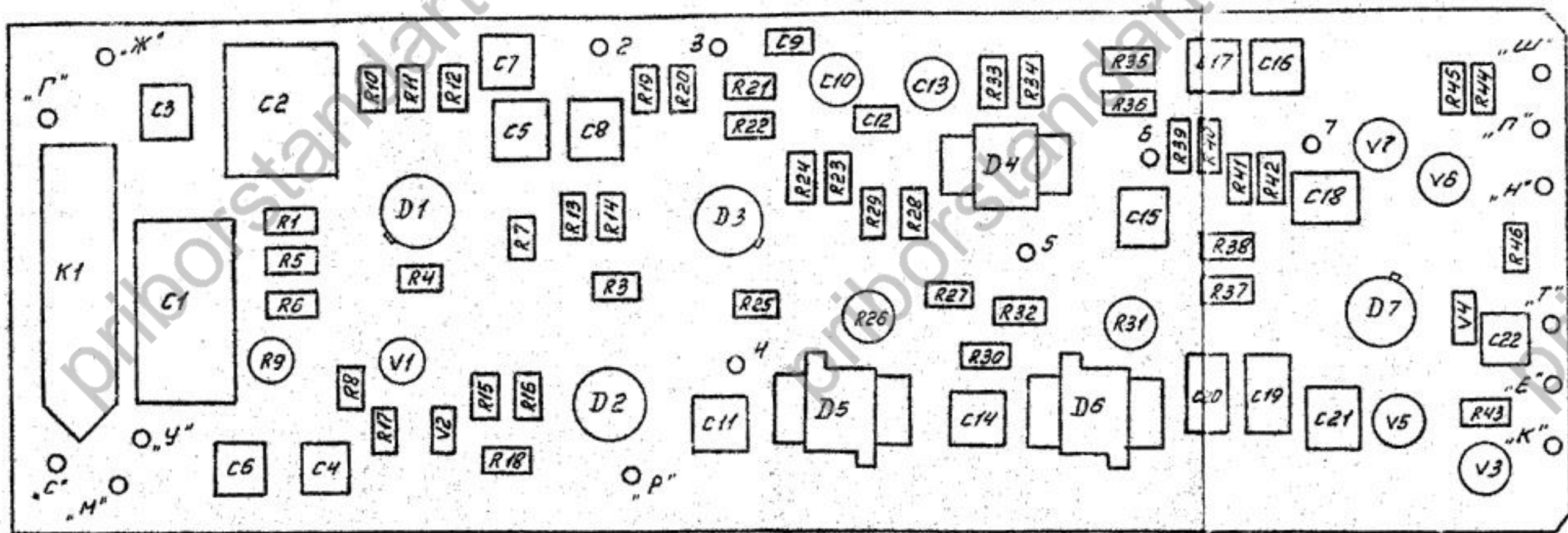


Схема электрическая принципиальная платы формирователя

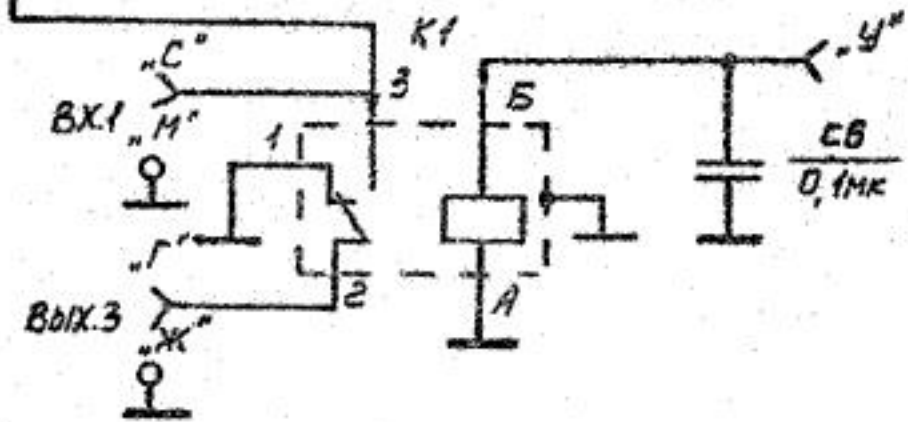
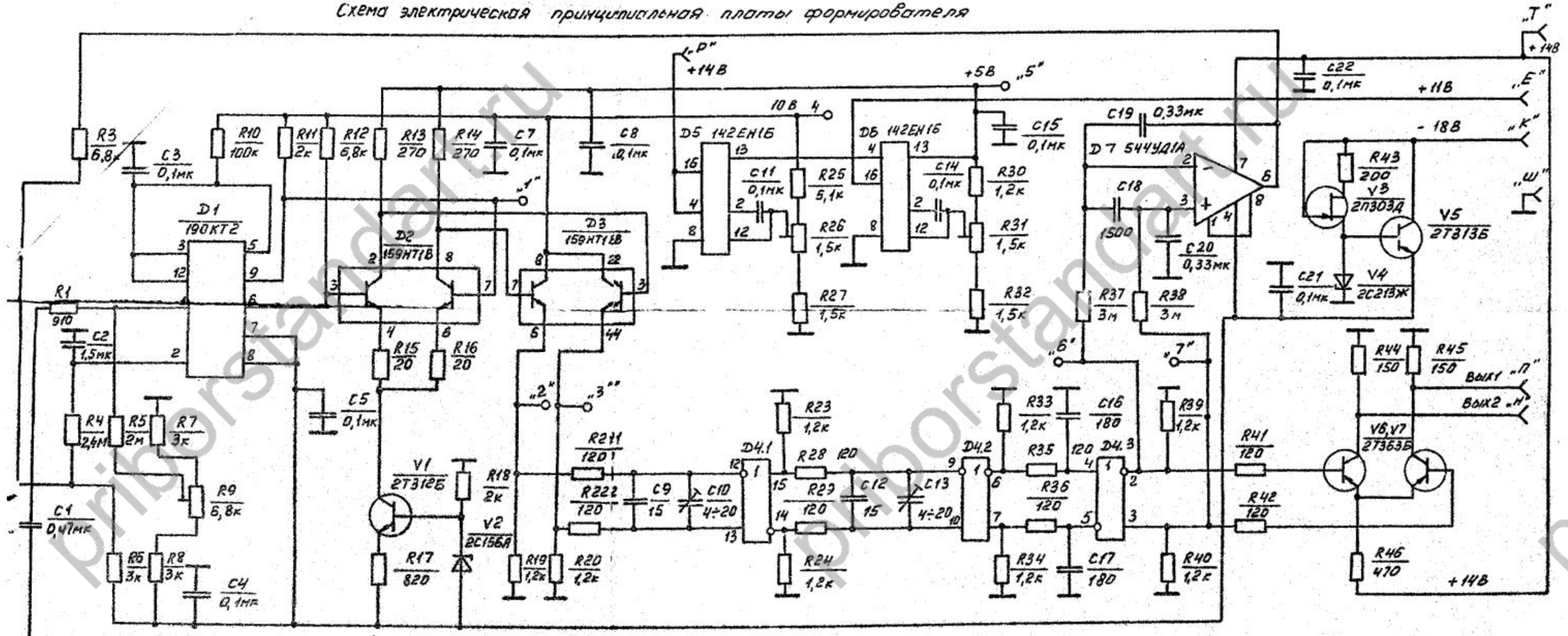
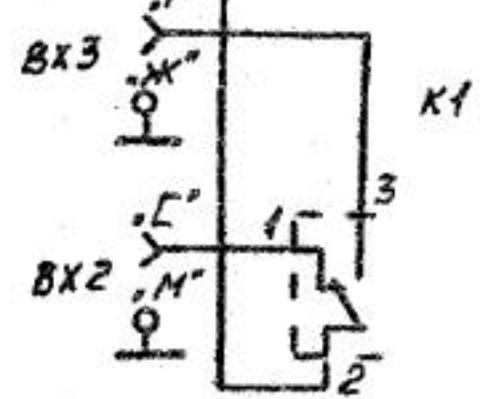


Рис. 2  
остальное см. рис. 1



Поз. обозначение	Тип микросхемы
D4	100ЛП11Б

Обозначение	Рис.	Применение
4.883.117	1	для опорного канала
4.883.117-01	2	для измерительного канала

Контакт 8 микросхемы D4 соединен с шиной "Корпус"  
Контакты 1,16 микросхемы D4 соединены с контактом 13 микросхемы D6 (+5В)

Рис. 1

УСТРОЙСТВО ИНДИКАТОРНОЕ  
ПЕРЕЧЕНЬ ЭЛЕМЕНТОВ

Поз. обозна- чение	Наименование	Кол.	Примечание
C1...C5	Конденсатор КМ-6А-Н90- -0,1 мкФ-В 0.460.061 ТУ	5	
C6	Конденсатор КМ-6А-Н90- -0,33 мкФ-В 0.460.061 ТУ	1	
	<u>Микросхемы</u>		
D 1...			
D 6	I33IE5 3.088.02S TУ11	6	
D 13...			
D 15	564ТМ2 0.347.064 ТУ1	3	
D 16	564ЛП2 0.347.064 ТУ13	1	
D 17	564ЛА8 0.347.064 ТУ1	1	
D 18...			
D 20	564ТМ2 0.347.064 ТУ1	3	
D 21	564ЛП2 0.347.064 ТУ13	1	
D 22,			
D 23	564ТМ2 0.347.064 ТУ1	2	
D 24	564ИЕ10 0.347.064 ТУ9	1	
D 25	564ЛН2 0.347.064 ТУ2	1	
D 26	564ИП 0.347.064 ТУ11	1	
D 27	564ЛН2 0.347.064 ТУ2	1	
D 28	564ИЕ14 0.347.064 ТУ16	1	
D 29	564ИУ4 0.347.064 ТУ7	1	

Поз. обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
	<u>Микроохламы</u>		
30	564MEI4 0.347.064 TVI6	I	
31	564TM2 0.347.064 TVI	I	
32,			
33	INT25I 3.346.000 TV	2	
34	564MH2 0.347.064 TVI3	I	
35	564KH2 0.347.064 TV6	I	
36	564MII 0.347.064 TVII	I	
37	564MII2 0.347.064 TV9	I	
38	564KH2 0.347.064 TV6	I	
39,			
40	564JA7 0.347.064 TVI	2	
41	564MH2 0.347.064 TVI3	I	
42	564KH2 0.347.064 TV6	I	
43	564MEI4 0.347.064 TVI6	I	
44	564MH2 0.347.064 TV2	I	
46	564KH2 0.347.064 TV6	I	
47	INT25I 3.466.000 TV	I	
48	564MP9 0.347.064 TVI	I	
49,			
50	564MEI4 0.347.064 TVI6	2	
51	564MH2 0.347.064 TV2	I	
52	564MP9 0.347.064 TVI	I	

Поз. обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
	<u>Резисторы ОМЛТ 0.467.107 TV</u>		
RI, R2	ОМЛТ-0,125-В-150 Ом $\pm 10\%$	2	
R3	ОМЛТ-0,125-В-680 Ом $\pm 10\%$	I	
R4, R5	ОМЛТ-0,125-В-5I кОм $\pm 10\%$	2	
R6	ОМЛТ-0,125-В-12 кОм $\pm 10\%$	I	
R7	ОМЛТ-0,125-В-1,2 кОм $\pm 10\%$	I	
R8...R10	ОМЛТ-0,125-В-1 кОм $\pm 10\%$	3	
RII, RI2	ОМЛТ-0,125-В-680 Ом $\pm 10\%$	2	
RI4	ОМЛТ-0,125-В-200 Ом $\pm 10\%$	I	
RI5*	ОМЛТ-0,125-В-1,2 кОм $\pm 10\%$	I	3 кОм; 2 кОм
VI	Варикап 2В104В 4.660.006 TV	I	
V2	Транзистор 2Т312Б 3.365.143 TV	I	
V3, V4	Диод 2Д522Б 3.362.029-04 TV	2	
XI	Вилка СНО-5I-40/69x9В-23-В 0.364.006 TV	I	
ZI	Резонатор кварцевый РГ-05-14БВ-28 М - МА-В 0.338.065 TV	I	

Детектор фазовый. Схема расположения элементов.

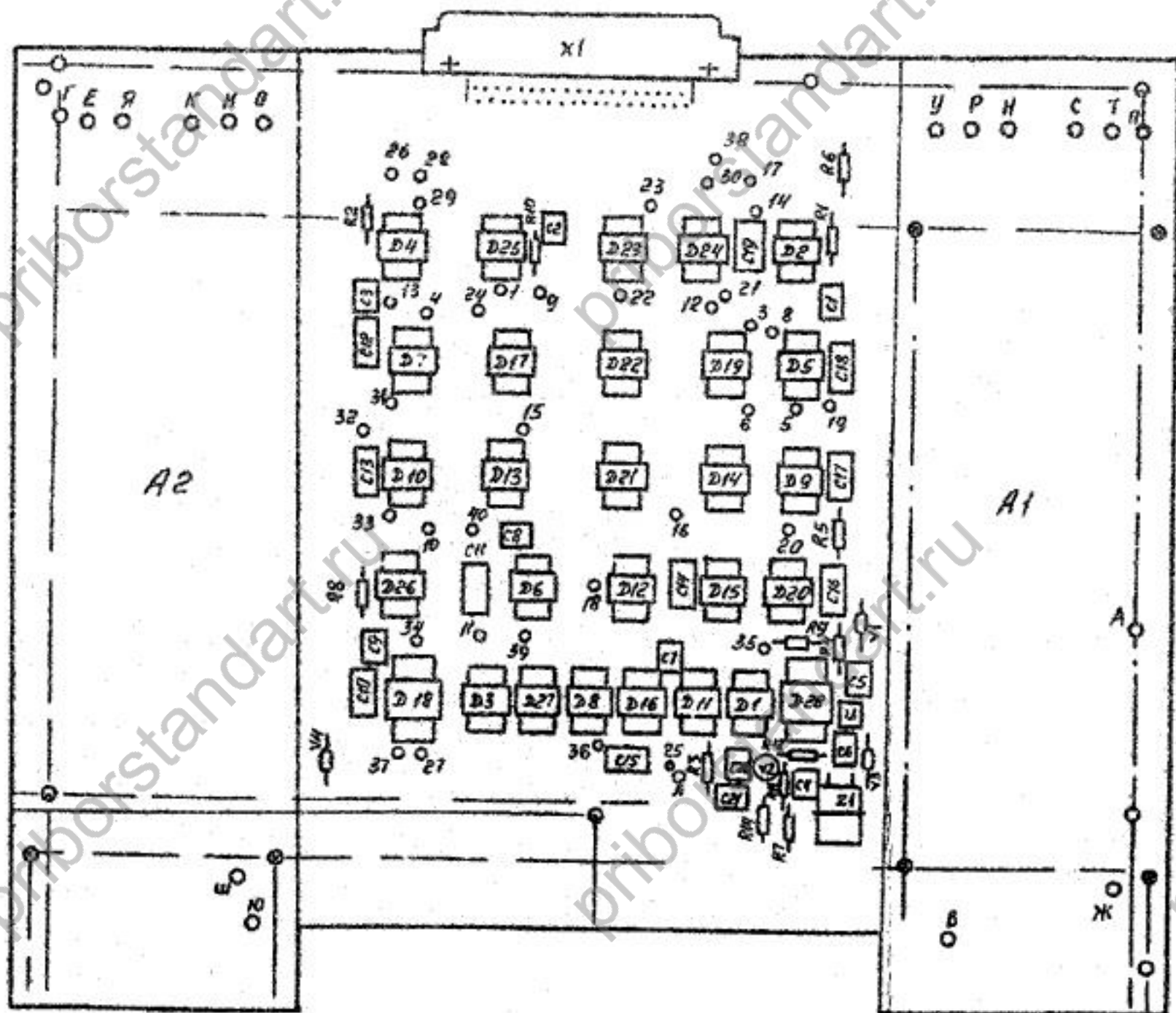
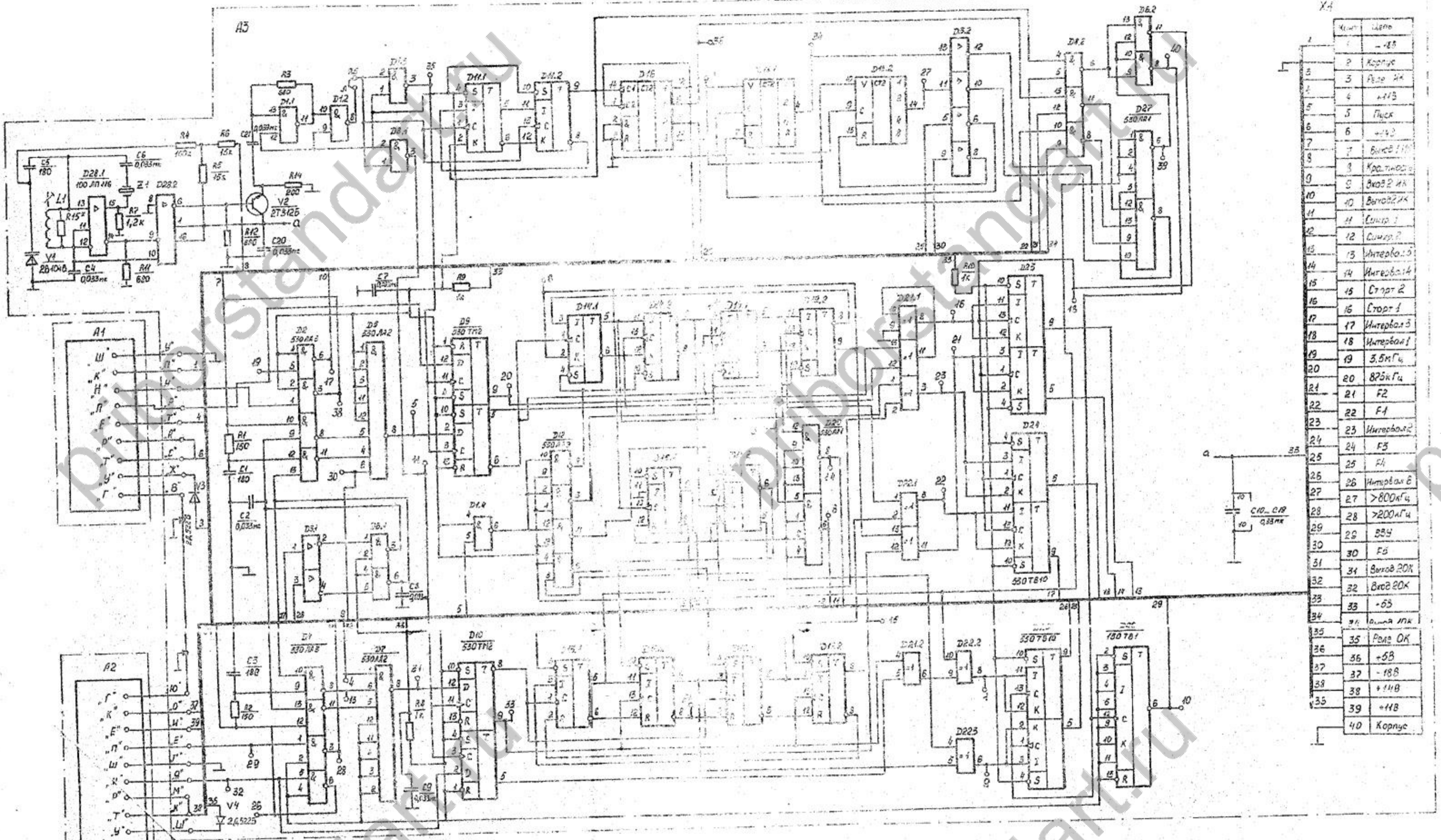


Рис. 2



Конт.	Цепь
1	-188
2	Корпус
3	Реле ОК
4	+118
5	Пуск
6	+188
7	Выход 118
8	Кратковозм.
9	Выход 218
10	Выход 218
11	Сигнал 1
12	Сигнал 2
13	Интервал 1
14	Интервал 1
15	Старт 2
16	Старт 1
17	Интервал 3
18	Интервал 1
19	3,5 мГц
20	825 мГц
21	F2
22	F1
23	Интервал 2
24	F3
25	F4
26	Интервал 6
27	>800 мГц
28	>200 мГц
29	ББЧ
30	F5
31	Выход 20К
32	Выход 20К
33	-53
34	Время 10К
35	Реле ОК
36	+53
37	-188
38	+118
39	+118
40	Корпус

Поз. обозначение	Тип
D1, D6, D8	530A12
D3	534 АН2
D4, D13, D14, D15, D17, D18, D23	5307810
D16	127AE5
D18	564HE10
D21, D22	530A15

Схема для установочных целей



Рис. 1

\* Устанавливается при регулировке

БЛОК УПРАВЛЕНИЯ  
Перечень элементов

Поз. обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
	Конденсаторы КМ-6А 0.460.061 ТУ		
C1	КМ-6А-Н90-0,33 мкФ-В	1	
C2	КМ-6А-М47-180 пФ ±10%-В	1	
C3...C7	КМ-6А-Н90-0,1 мкФ-В	5	
C8	КМ-6А-М47-180 пФ ±10%-В	1	
C9...C14	КМ-6А-Н90-0,1 мкФ-В	6	
	<u>Микросхемы</u>		
D 1	564ЛЕ10 0.347.064 ТУ21	1	
D 2	564ЛЕ5 0.347.064 ТУ13	1	
D 3	ИИТ251 3.456.000 ТУ	1	
D 4...D 6	564ТМ2 0.347.064 ТУ1	3	
D 7	564ЛЕ10 0.347.064 ТУ21	1	
D 8, D 9	564ЛЕ6 0.347.064 ТУ13	2	
D 10	564ЛЕ10 0.347.064 ТУ21	1	
D 11,			
D 12	564ЛЕ6 0.347.064 ТУ13	2	
D 13,			
D 14	564ЛЕ10 0.347.064 ТУ21	2	
D 15...			
... D 34	564МЕ11 0.347.064 ТУ3	20	
D 35,			
D 36	564ЛЕ5 0.347.064 ТУ13	2	

Поз. обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
	<u>Микросхемы</u>		
D 37	564ЛН2 0.347.064 ТУ2	1	
D 38	564ТМ2 0.347.064 ТУ1	1	
D 39	564ТВ1 0.347.064 ТУ1А	1	
D 40...			
D 42	564МЕ10 0.347.064 ТУ9	3	
D 43	564ЛА7 0.347.064 ТУ1	1	
D 44	564ЛН2 0.347.064 ТУ2	1	
D 45,			
D 46	564ТМ2 0.347.064 ТУ1	2	
D 47	564ТВ1 0.347.064 ТУ1А	1	
D 48	564ТМ2 0.347.064 ТУ1	1	
D 49	564ЛА7 0.347.064 ТУ1	1	
D 50	564МЕ10 0.347.064 ТУ9	1	
D 51,			
D 52	ЛНТ251 3.456.000 ТУ	2	
D 53	130ТМ2 0.347.060 ТУ2	1	
D 54	564МЕ10 0.347.064 ТУ9	1	
D 55	564ЛН2 0.347.064 ТУ2	1	
D 56	564МЕ10 0.347.064 ТУ9	1	
D 57	564ЛН2 0.347.064 ТУ2	1	
D 58	564ТМ2 0.347.064 ТУ1	1	
D 59	564ЛС2 0.347.064 ТУ7	1	
D 60	564ЛА8 0.347.064 ТУ1	1	
D 61,			
D 62	564ЛА7 0.347.064 ТУ1	2	

ИНДИКАТОР  
ПЕРЕЧЕНЬ ЭЛЕМЕНТОВ

Поз. обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
D 1... ... D 6	Индикатор цифровой ЗМС324Б1 0.339.103 ТУ. Дополнение № 1  <u>Резисторы 0.467.107 ТУ</u>	6	
R1	ОМЛТ-0,125-В-160 Ом $\pm 10\%$	1	
R2	ОМЛТ-0,25-В-43 Ом $\pm 10\%$	1	
R3...R10	ОМЛТ-0,125-В-100 Ом $\pm 10\%$	8	
S1, S2	Кнопка	2	
XI	Розетка РГН-1-5 0.364.002 ТУ	1	

Индикатор.  
Схема электрическая принципиальная.

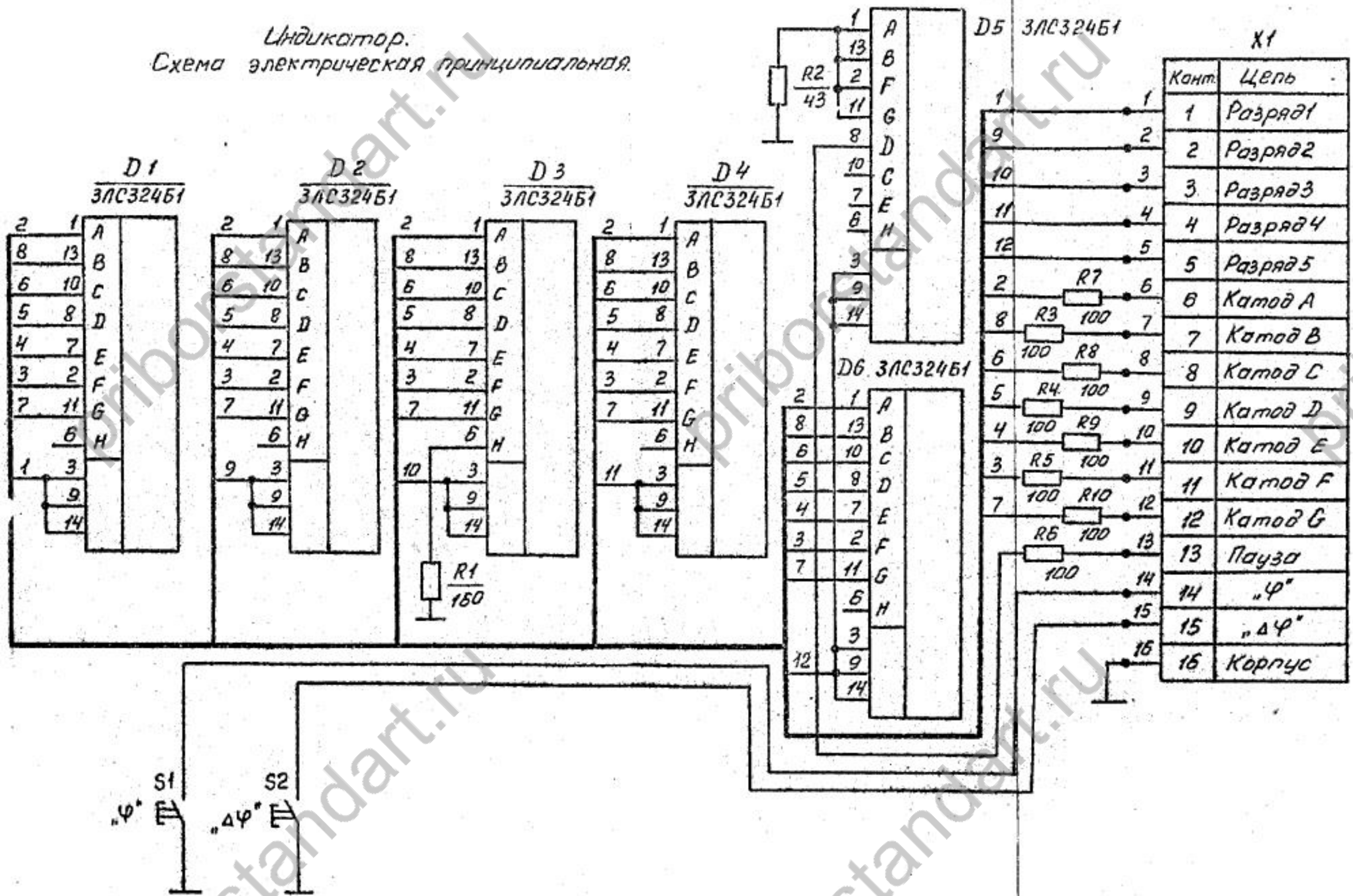


Рис. 1

Индикатор. Схема расположения элементов

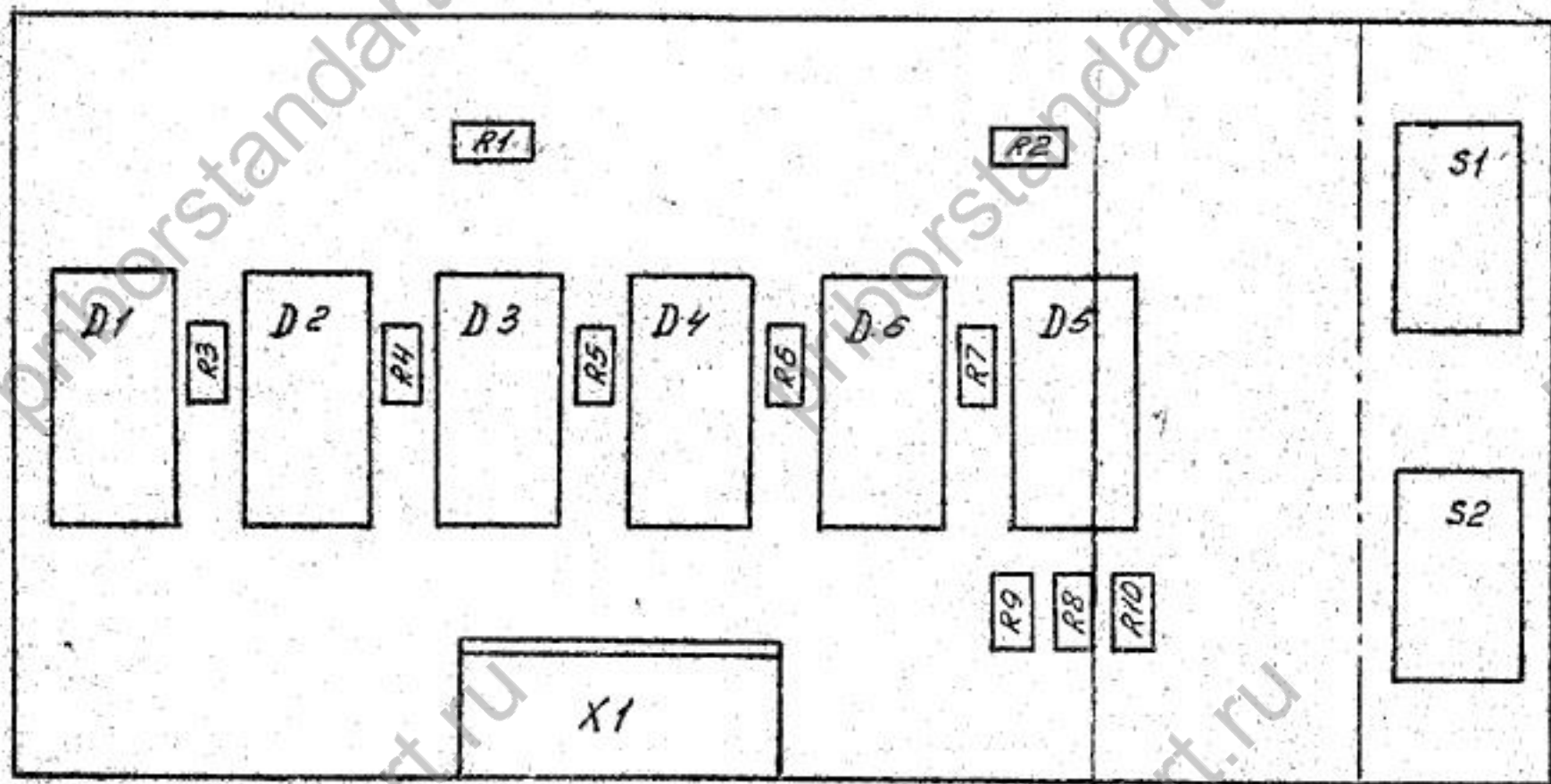


Рис. 2

Поз. обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
D 90	Микросхема 564ИИ2 0.347.064 ТУ9	1	
	Резисторы ОМЛТ 0.467.107 ТУ		
R1	ОМЛТ-0,125-В-1 МОм $\pm 10\%$	1	
R2, R3	ОМЛТ-0,125-В-150 Ом $\pm 10\%$	2	
R4, R5	ОМЛТ-0,125-В-680 Ом $\pm 10\%$	2	
R6	ОМЛТ-0,125-В-18 кОм $\pm 10\%$	1	
R7	ОМЛТ-0,125-В-330 кОм $\pm 10\%$	1	
R8	ОМЛТ-0,125-В-100 кОм $\pm 10\%$	1	
R9...R15	ОМЛТ-0,125-В-10 кОм $\pm 10\%$	7	
R16	ОМЛТ-0,125-В-150 Ом $\pm 10\%$	1	
R17	ОМЛТ-0,125-В-470 Ом $\pm 10\%$	1	
R18	ОМЛТ-0,125-В-1 кОм $\pm 10\%$	1	
R19	ОМЛТ-0,125-В-100 кОм $\pm 10\%$	1	
R20	ОМЛТ-0,125-В-10 кОм $\pm 10\%$	1	
R21	ОМЛТ-0,125-В-100 кОм $\pm 10\%$	1	
R22	ОМЛТ-0,125-В-10 кОм $\pm 10\%$	1	
R23	ОМЛТ-0,125-В-100 кОм $\pm 10\%$	1	
R24	ОМЛТ-0,125-В-10 кОм $\pm 10\%$	1	
R25	ОМЛТ-0,125-В-100 кОм $\pm 10\%$	1	
R26	ОМЛТ-0,125-В - 10 кОм $\pm 10\%$	1	
R27	ОМЛТ-0,125-В-680 Ом $\pm 10\%$	1	
R28	ОМЛТ-0,125-В-2 кОм $\pm 10\%$	1	
R29	ОМЛТ-0,125-В-68 кОм $\pm 10\%$	1	
R30	ОМЛТ-0,125-В- 3 кОм $\pm 10\%$	1	

Поз. обозна- чение	Наименование		Кол.	Примечание
	<u>Микросхемы</u>			
D 63,				
D 64	564TM2	0.347.064 TVI	2	
D 65	564ЛA7	0.347.064 TVI	I	
D 66	564ЛH2	0.347.064 TV2	I	
D 67	564ЛA7	0.347.064 TVI	I	
D 68...				
D 70	564TM2	0.347.064 TVI	3	
D 71	564ЛH2	0.347.064 TV2	I	
D 72	564TM2	0.347.064 TVI	I	
D 73	564MEII	0.347.064 TV3	I	
D 74,				
D 75	564TM2	0.347.064 TVI	2	
D 76	564MEIO	0.347.064 TV9	I	
D 77	564ПV4	0.347.064 TV7	I	
D 78	564TM2	0.347.064 TVI	I	
D 79	IHT25I	3.456.000 TV	I	
D 80	564MEII	0.347.064 TV3	I	
D 81,				
D 82	564MEIO	0.347.064 TV9	2	
D 83...				
D 85	564MP9	0.347.064 TVI	3	
D 86	564ИД	0.347.064 TVII	I	
D 87,				
D 88	564MP2	0.347.064 TV9	2	
D 89	564MP9	0.347.064 TVI	I	

Поз. обозна- чение	Наименование	Кол.	Примечание
	<u>Резисторы ОМЛТ 0.467.107 ТУ</u>		
R31	ОМЛТ-0,125-В-15 кОм $\pm 10\%$	1	
R32	ОМЛТ-0,125-В-22 Ом $\pm 10\%$	1	
R33	ОМЛТ-0,125-В-1 кОм $\pm 10\%$	1	
R34...R37	ОМЛТ-0,125-В-2 кОм $\pm 10\%$	4	
VI	Транзистор 2Т312Б 3.365.143 ТУ	1	
XI	Вилка СНО-51-40/69х9В-23-В 0.364.006 ТУ	1	



Блок управления. Схема электрическая структурная.

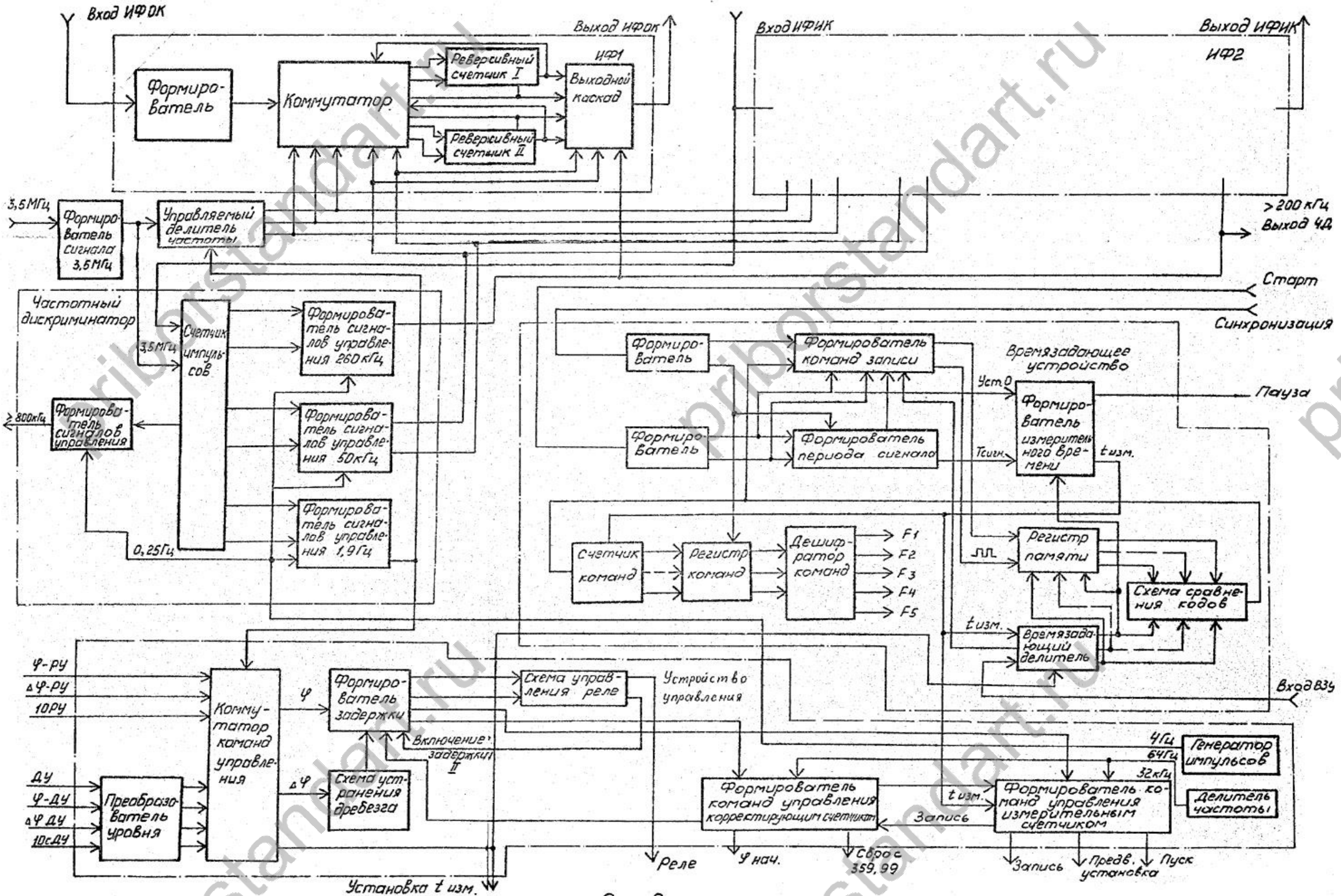


Рис. 3



БЛОК ПИТАНИЯ  
ПЕРЕЧЕНЬ ЭЛЕМЕНТОВ

Поз. обозна- чение	Наименования	Кол.	Примечание
C7	Конденсатор КМ-6А-Н90-0,1 мкФ-В 0.460.061 ТУ	1	
D1	Микросхема I42ЕН3 0.347.098 ТУ4	1	
D2	Микросхема I42ЕН5В 0.347.098 ТУ3	1	
F1, F2	Вставка плавкая ВП2Б-1-0,5А 0.481.005 ТУ	2	
PI	Счетчик ЭСВ-2,5-12,6-1 0.281.008 ТУ	1	*
Q1	Переключатель сети ШКН 41-1-2 0.360.006 ТУ	1	
TI	Трансформатор ШЛ16х25 4.710.161	1	
XI	Вилка приборная 3.645.305 0.364.054 ТУ	1	
	<u>Плата 4.883.141</u>		
	<u>Конденсаторы К50-29 0.464.156 ТУ</u>		
C1	К50-29-25В-470 мкФ	1	
C2	К50-29-25В-1000 мкФ	1	
C3, C4	К50-29-16В-2200 мкФ	2	
C5	К50-29-25В-47 мкФ	1	
C6	К50-29-16В-470 мкФ	1	

Пою.обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
	<u>Резисторы</u>		
R1	ОМЛТ-0,5-В-75 Ом $\pm 10\%$ 0.467.107 ТУ	1	
R2	СНЗ-19а-0,5-15 кОм $\pm 20\%$ 0.468.134 ТУ	1	
R3	С2-29В-0,125-1,6 кОм $\pm 10\%$ -1,0-Б 0.467.099 ТУ	1	
R4	ОМЛТ-0,25-В-1,2 кОм $\pm 10\%$ 0.467.107 ТУ	1	
R5	ОМЛТ-0,125-В-6,8 кОм $\pm 10\%$ 0.467.107 ТУ	1	
	<u>Диоды</u>		
V1, V2	2Д102Б 3.362.074 ТУ	2	
V3, V4	Д237Б 3.362.021 ТУ	2	
V5... V8	2Д202В 3.362.035 ТУ	4	
V9, V10	2ДБ22Б 3.362.029-01 ТУ	2	
X2	Вылка СН053-8/28х9В-23-В-С 0.364.006 ТУ	1	

Примечание. ж - устанавливает по особому заказу

Блок питания. Схема электрическая принципиальная

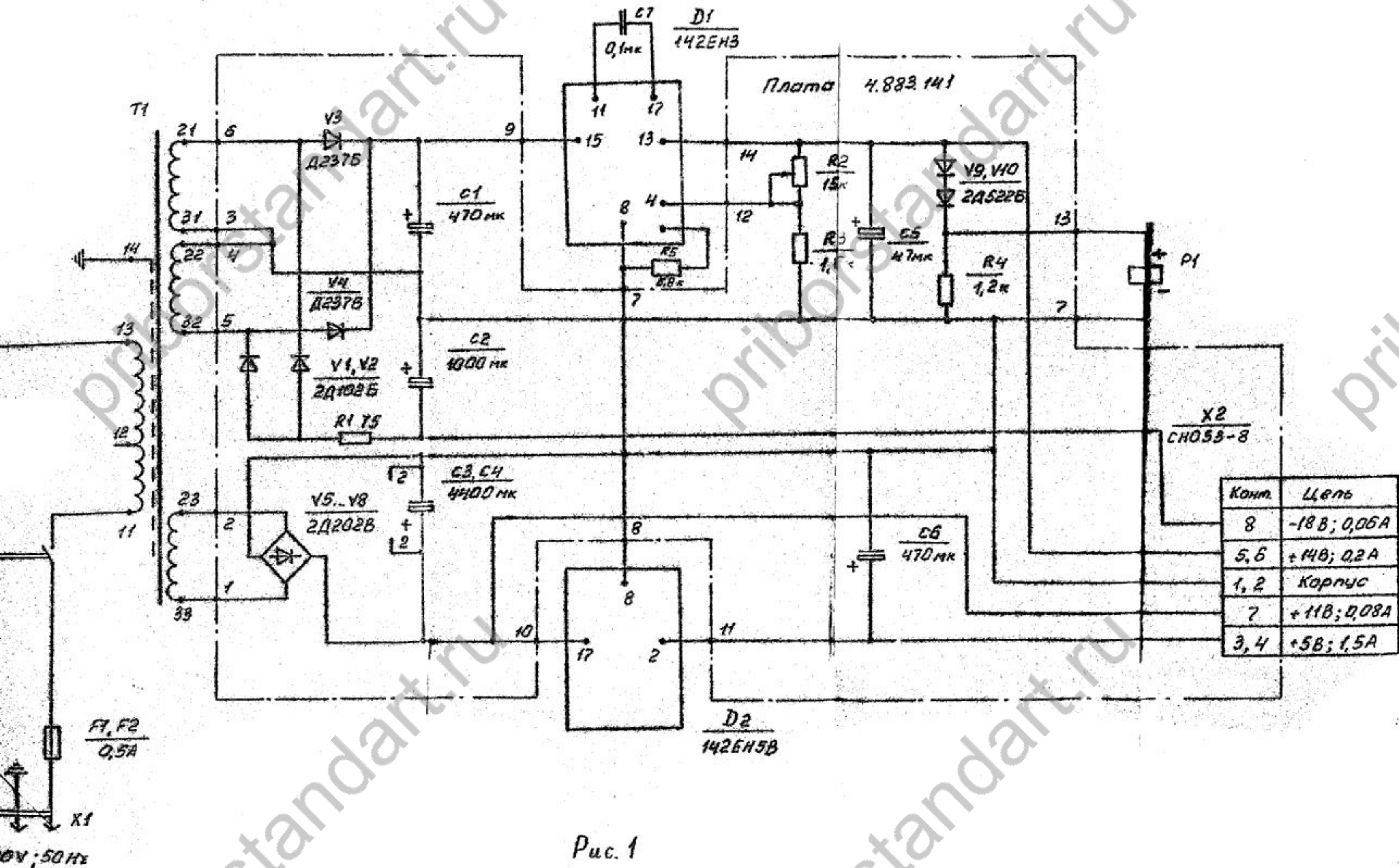
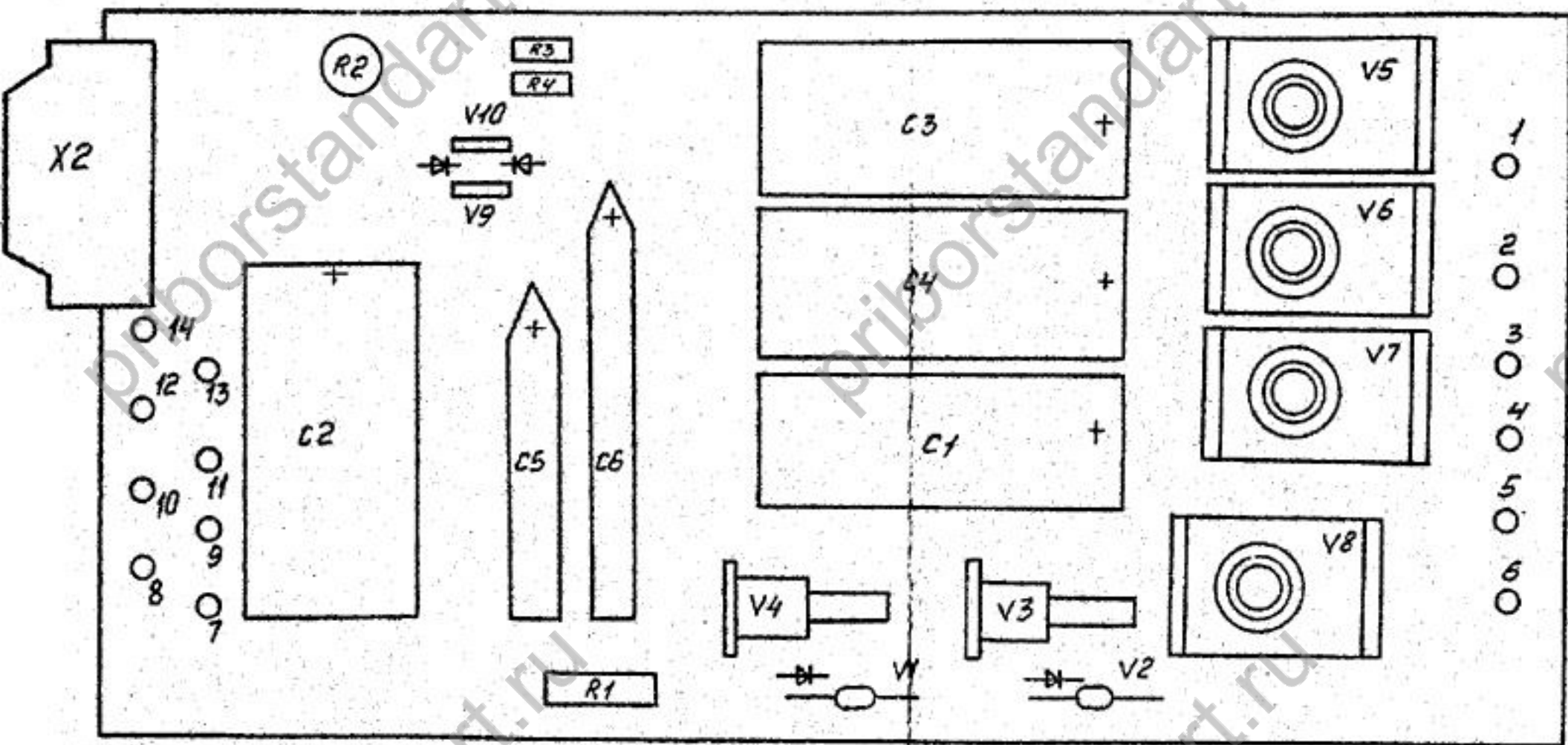


Рис. 1

Блок питания. Схема расположения элементов



Карта напряжений на выводах полупроводниковых элементов и контрольных точках формирователей А1 и А2

Измерения производятся относительно корпуса вольтметром цифровым типа В7-22А с погрешностью  $\pm 1\%$ .

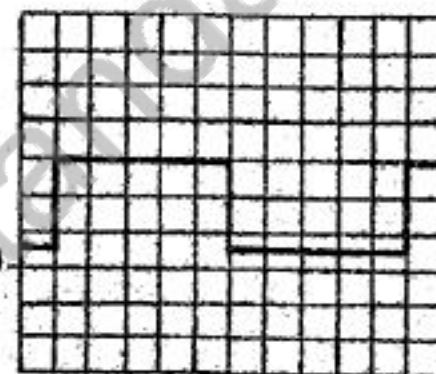
Напряжения измерены при подаче на вход синусоидального сигнала с амплитудой 1В и частотой 10 кГц.

В связи с разбросом параметров полупроводниковых приборов напряжения на выводах могут отличаться от указанных в таблице на 25%.

Точка измерения		V1	V5	V6	V7	КТ2	КТ3	Т	Е
Напряжение, В	Э	-7,4	-12,4	+4,5	+4,5	3,7±0,5	3,7±0,5	14±0,7	11±1,1
	К	-7,2	-18,2	+1,5	+1,5				
	Б	-6,7	-13,0	+4,0	+4,0				

Форма сигналов на элементах платы фазового детектора

1 В/дел



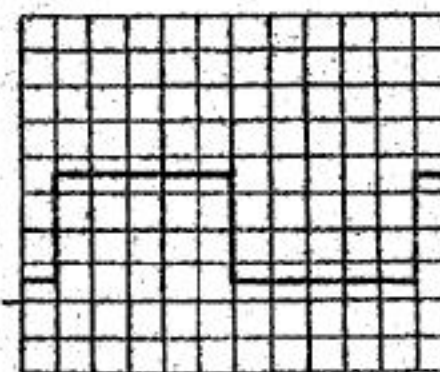
10 мкс/дел

Контрольные точки 19, 29, 32

Контакты ID2

Рис. 3

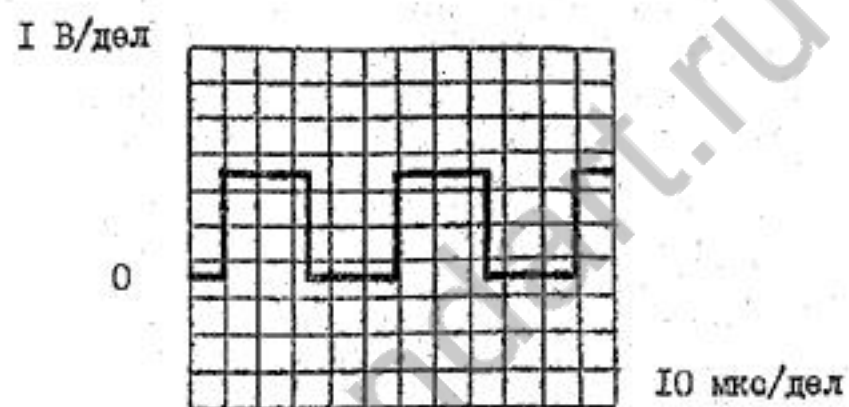
1 В/дел



10 мкс/дел

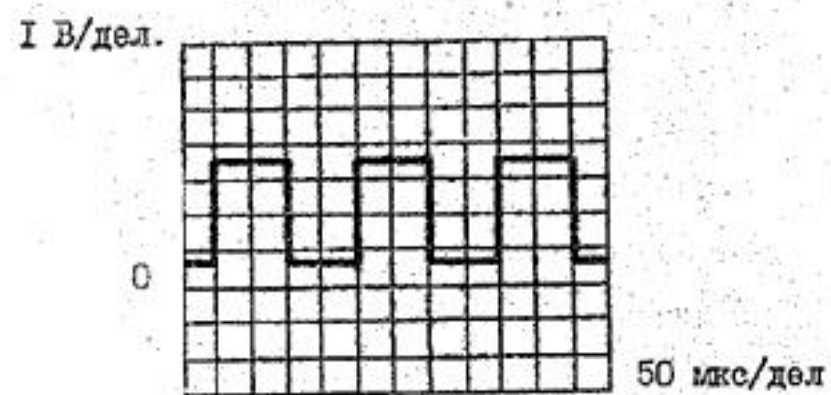
Контрольные точки 2, 3, 5, 8, 14, 17, 20, 26, 28, 31, 33, 38

Рис. 4



Контрольные точки I, I6

Рис. 5



Контрольные точки 6, I2, I5, 24

Рис. 6

ФОРМЫ СИГНАЛОВ

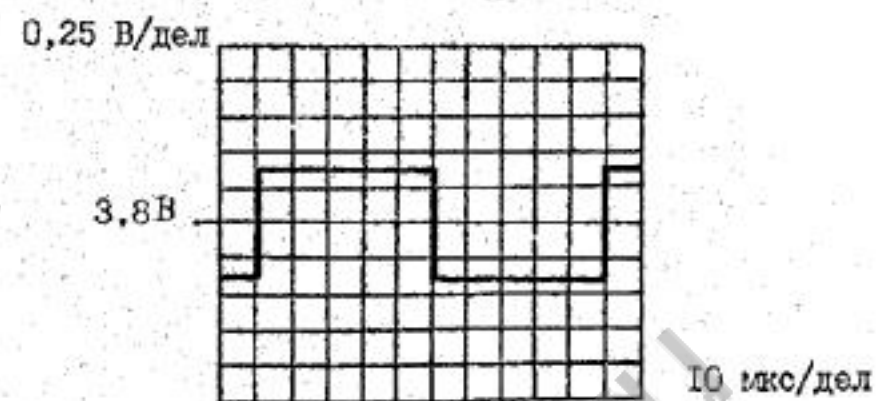
Форма сигналов на контрольных точках платы  
формирователя А1 и А2



Контрольные точки 2,3

На вход подан сигнал напряжением I В частотой 10 кГц

Рис. I

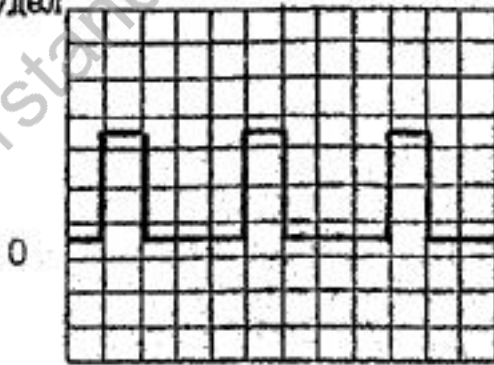


Контрольные точки 6,7

На вход подан сигнал напряжением 10 мВ частотой 10 кГц

Рис. 2

IB/дел

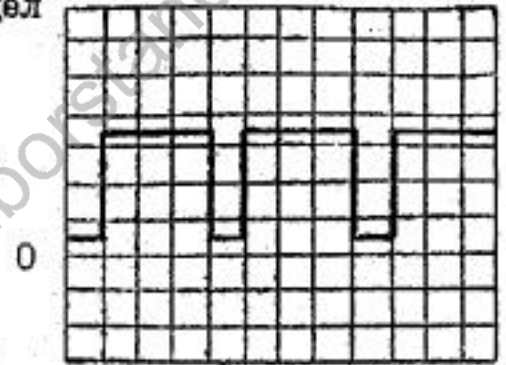


50 мкс/дел

Контрольные точки 9, 21, 22, 23

IB/дел

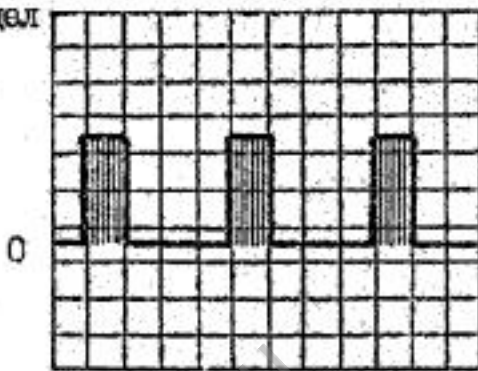
ИЛИ



50 мкс/дел

Рис. 7

IB/дел

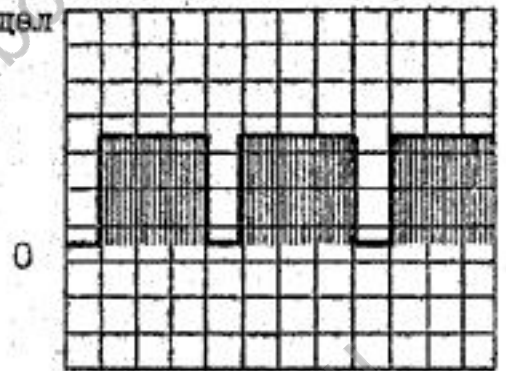


50 мкс/дел

Контакты 5D23; 5 и 9D24, 5D25

IB/дел

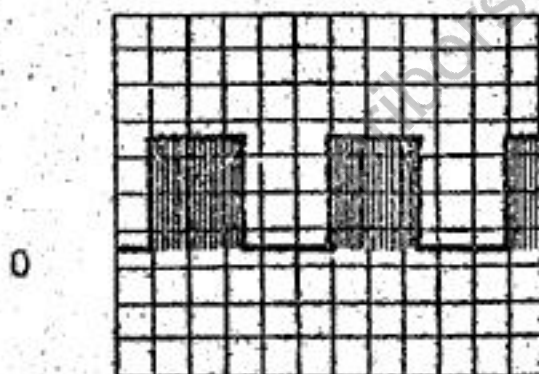
ИЛИ



50 мкс/дел

Рис. 8

1 В/дел

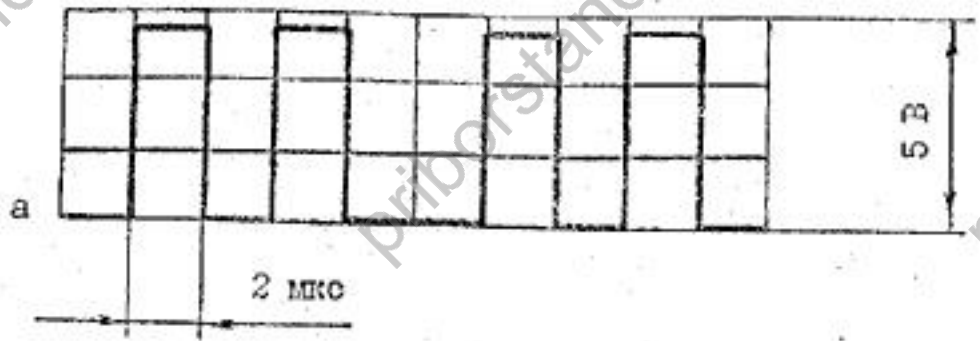


10 мкс / дел.

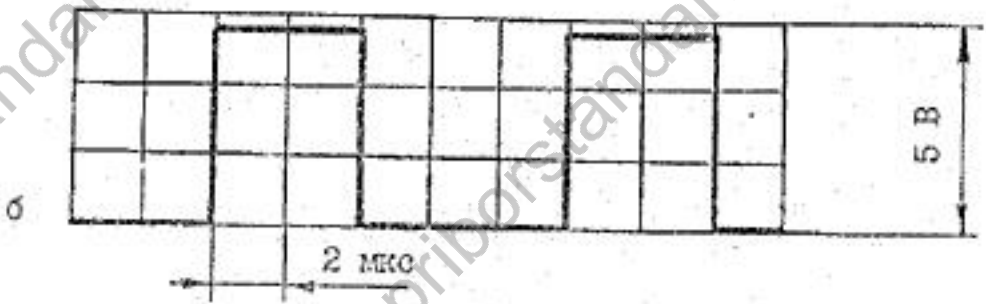
Контакты 9D23 и 9D25

Рис. 9

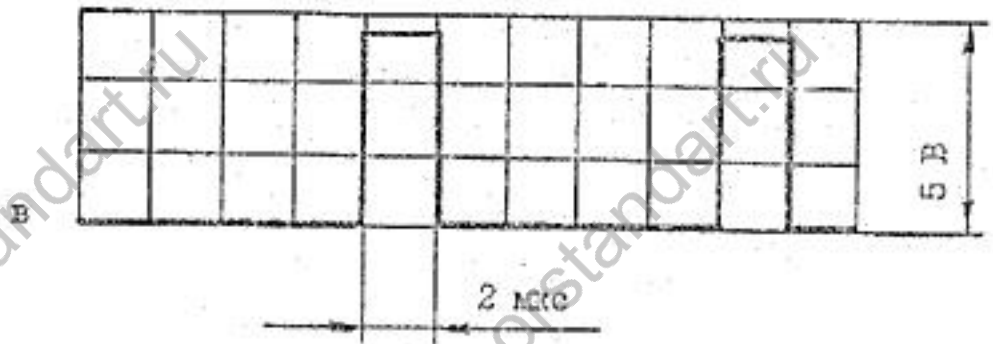
Примечание. На входы прибора подан сигнал напряжением 1 В частотой 10 кГц, разность фаз которых равна  $-180^\circ$ .



Контрольная точка 29



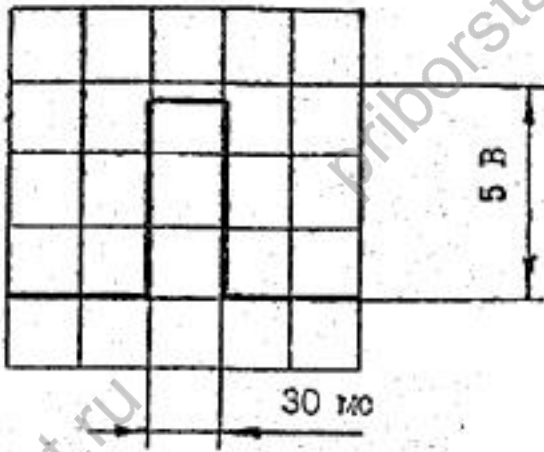
Контрольная точка 30



Контрольная точка 31

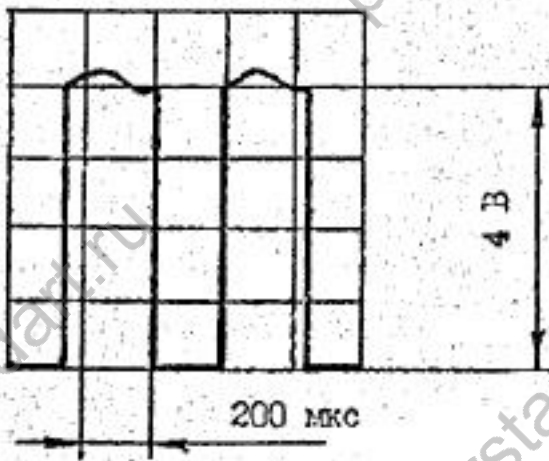
Рис. 13

Форма сигналов в контрольных точках  
устройства индикаторного



Контрольные точки 24, 25

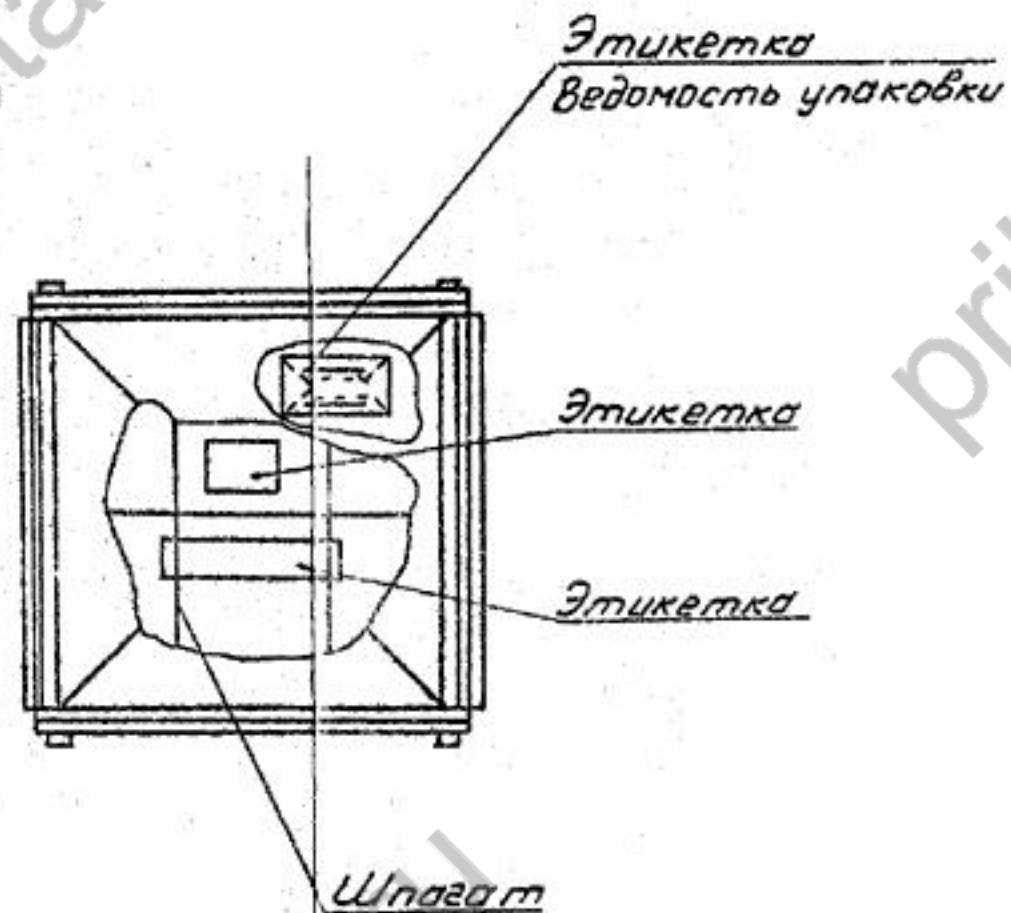
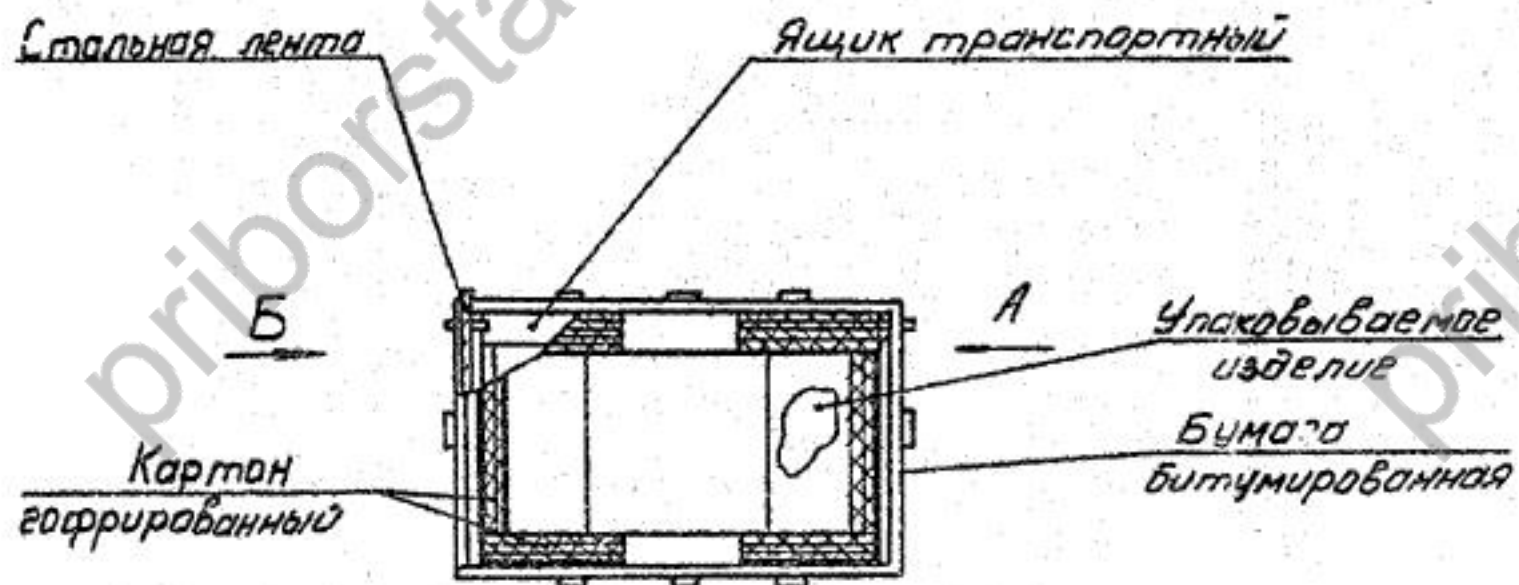
Рис. 11



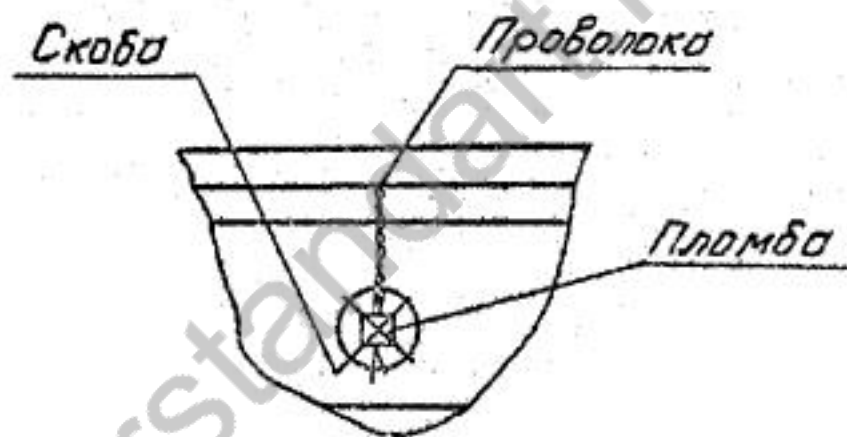
Контрольная точка 28

Рис. 12

Схема упаковки и пломбирования прибора



Вид А, Вид Б (повернуто)



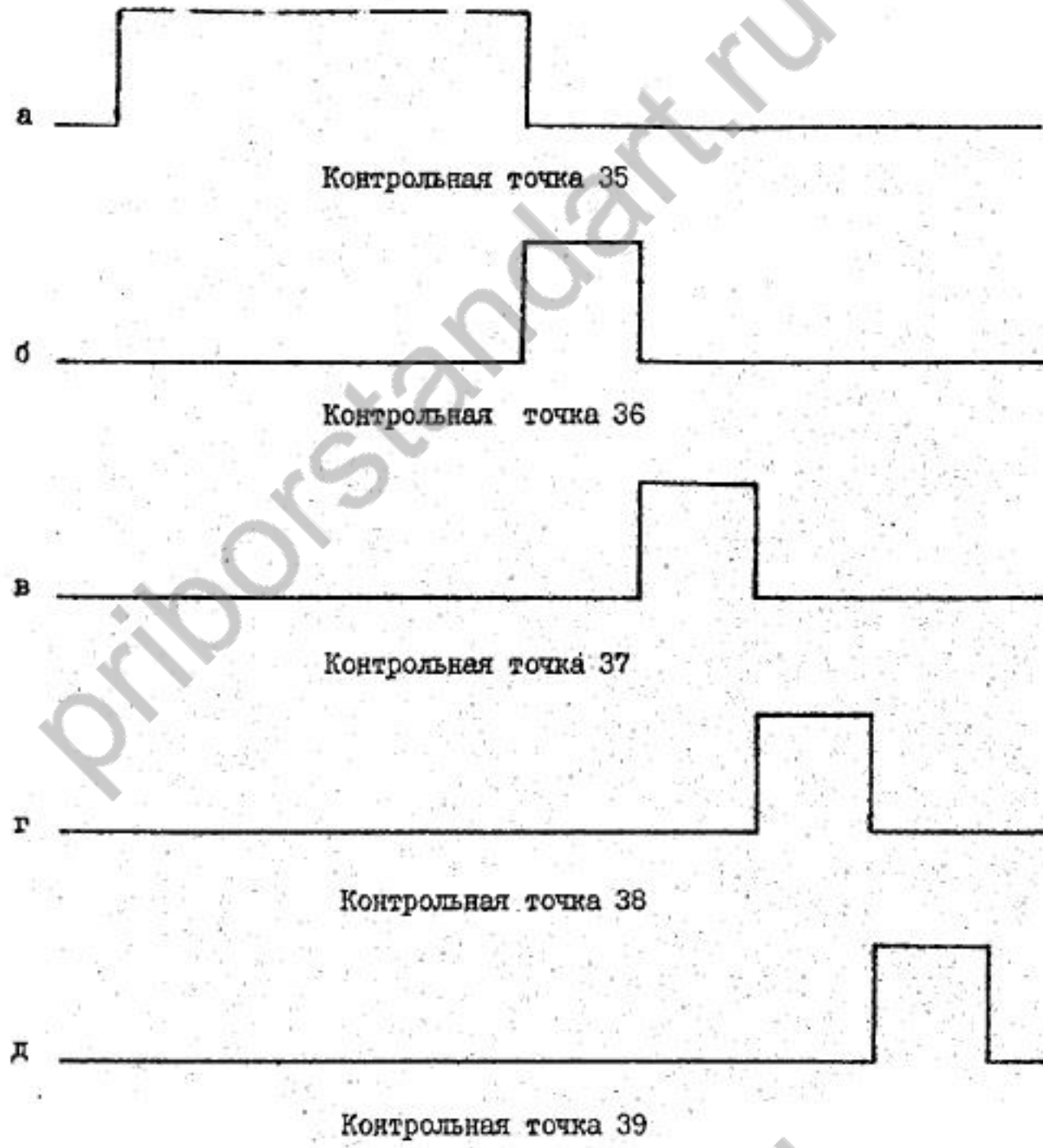


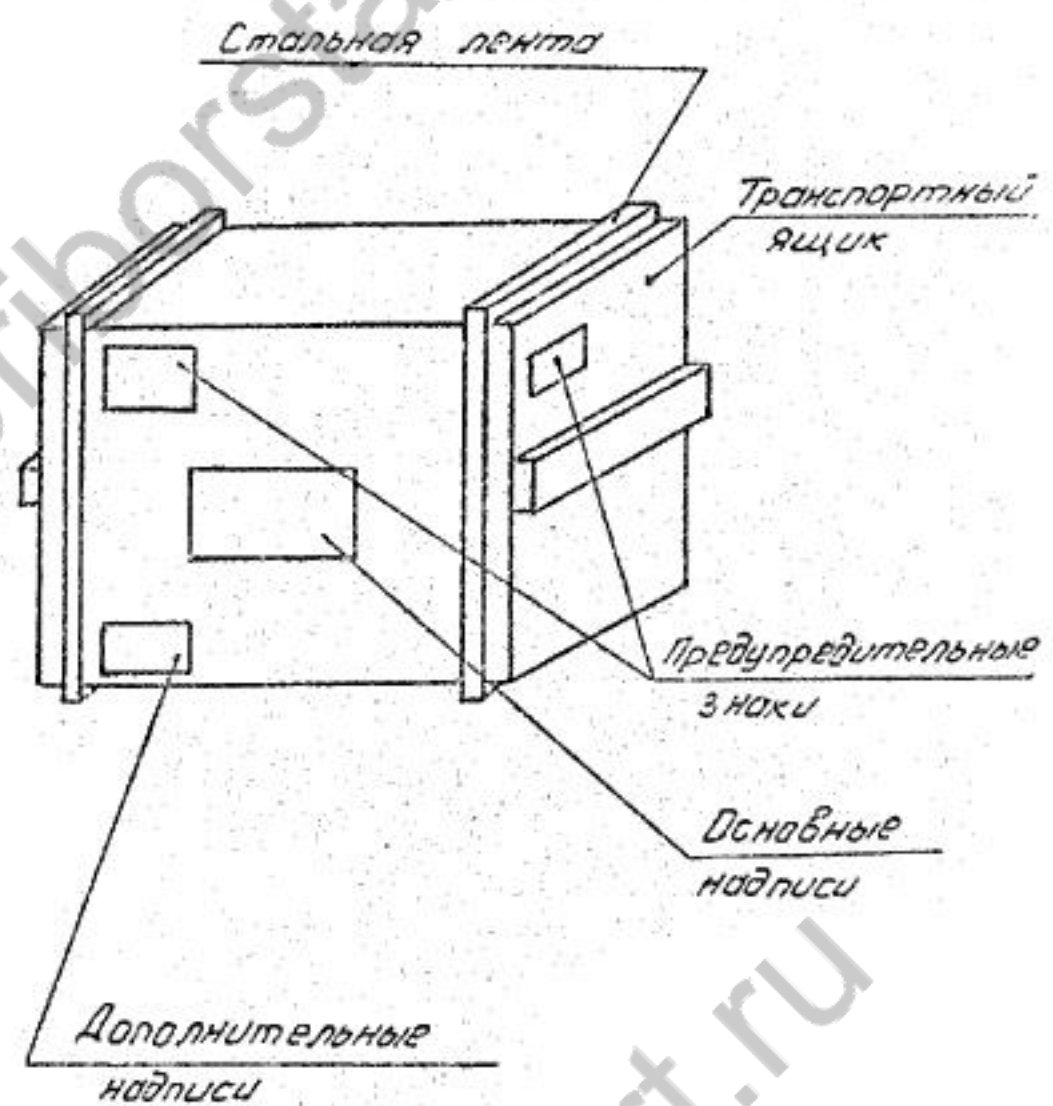
Рис.16

## ПРИЛОЖЕНИЕ 9

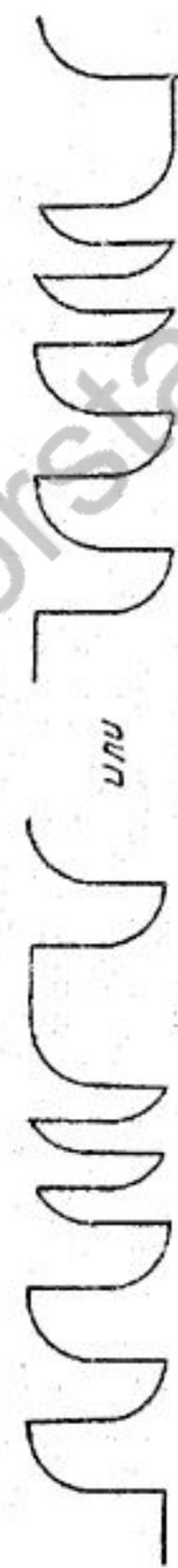
## НАМОТОЧНЫЕ ДАННЫЕ КАТУШЕК ИНДУКТИВНОСТИ И ТРАНСФОРМАТОРОВ ПРИБОРА

Узел прибора	Наименование	Обозначение на схеме	Номера выводов	Число витков	Вид монтажа	Марка, диаметр провода	Тип сердечника и каркаса
Фазовый детектор	AI	L I	I-2	6,75	Рядовая	ПЭВ-2 0,315	
	A	TrI	II, I2, I3	I688 отвод	Рядовая	ПЭВ-2 0,25	
Блок питания			2I, 22, 23	I520 260	Рядовая	ПЭВ-2 0,4	
			3I, 32, 33	отвод I30 I38 отвод 69	Рядовая	ПЭВ-2 0,8	

Места маркирования транспортного ящика

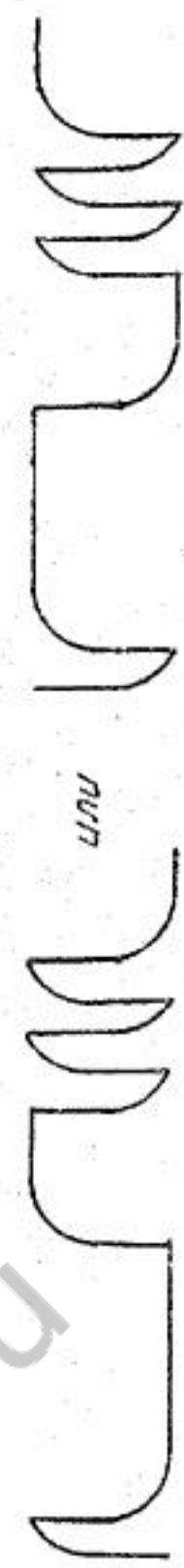


Форма сигналов в контрольных точках блочного управления



Контрольные точки 4-7

Рис. 14



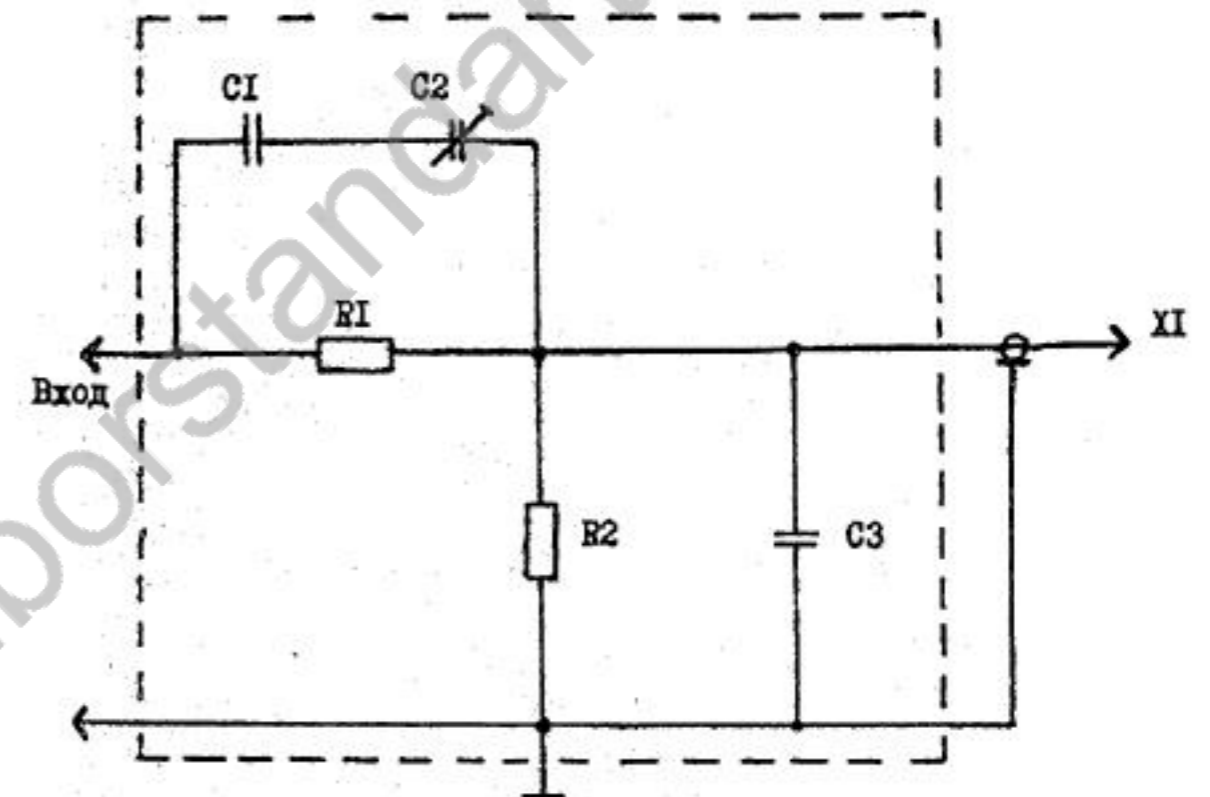
Форма сигналов в контрольных точках 8-11 при частоте входного сигнала от 50 кГц до 220 кГц и в контрольных точках 12-15 при частоте входного сигнала меньше 45 кГц

Рис. 15

Поз. обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
СЗ	Конденсатор КМ-6А-М47-470 пФ $\pm 10\%$ -В 0.460.061 ТУ	1	
RI	Резистор С2-36-1,21 МОм $\pm 0,5\%$ -А-Н-В 0.467.089 ТУ	1	
R2	Резистор С2-36-12,1 кОм $\pm 0,5\%$ -А-Н-В 0.467.089 ТУ	1	
XI	Вилка СР50-74ПВ 0.364.008 ТУ	1	

## ДЕЛИТЕЛЬ

## СХЕМА ЭЛЕКТРИЧЕСКАЯ ПРИНЦИПИАЛЬНАЯ



Обозначение	Делитель	R I МОм	R2 кОм	C1 пФ	C2 пФ	C3 пФ
2.727.035	1:15	1,21	82,5	12	4/20	-
2.727.035-01	1:100	1,21	12,1	12	4/20	470

