

1. ВВЕДЕНИЕ

1.1. Техническое описание и инструкция по эксплуатации (ТО) предназначены для изучения принципа действия измерителя модуляции и работы с ним.

1.2. Техническое описание состоит из 3 альбомов.

Альбом 1 — техническое описание и инструкция по эксплуатации (2.740.002 ТО).

Альбом 2 — схемы электрические принципиальные (2.740.002 ТО1).

Альбом 3 — планы размещения узлов (2.740.002 ТО2).

1.3. В ТО приняты следующие обозначения и сокращения:

КАМ — коэффициент амплитудной модуляции;

УПТ — усилитель постоянного тока;

ФВ — фильтр входной;

УПЧ — усилитель промежуточной частоты;

ФНЧ — фильтр нижних частот;

ИЦ — индикатор цифровой;

ГЛИН — генератор линейно-изменяющегося напряжения;

ОЭ — общий эмиттер;

ОБ — общая база;

ЧМ — частотная модуляция;

АМ — амплитудная модуляция;

АСУ — автоматическая стабилизация уровня;

ПУПЧ — предварительный усилитель промежуточной частоты;

ЭСЧ — электронно-счетный частотомер;

ВЧ — высокая частота;

АПЧ — автоматическая подстройка частоты;

ЧД — частотный дискриминатор;

ПЧ — промежуточная частота;

СВЧ — сверхвысокая частота;

ИМС — интегральная микросхема;

АЧХ — амплитудно-частотная характеристика;

ООС — отрицательная обратная связь;

ПНК — преобразователь напряжение — код;

ПЧК — преобразователь частота — код;

ИУ — интегрирующий усилитель;
 ТУ — триггер управления;
 УК — усилитель коррекции;
 ЧМ сигнал — частотно-модулированный сигнал;
 АМ сигнал — амплитудно-модулированный сигнал;
 св. — свыше;
 НЧ — низкая частота;
 Кств — коэффициент стоячей волны по напряжению;
 Вых. ПЧ, Выход ПЧ — выход сигнала промежуточной частоты;
 КАЛИБР. — калибровка;
 УСТ. 0,01 — установка 0,01;
 МОДУЛ. — модуляция;
 КОНТРОЛЬ ГЕТЕР. — контроль частоты гетеродина;
 ГЕТ., ГЕТЕР. — гетеродин;
 СМЕСИТ. — смеситель;
 2,5 V_{макс.} — 2,5 В максимально;
 Масштаб. усилитель, масштаб. усилит. — масштабный усилитель;
 Вкл. масшт. 1 — включение масштаба 1;
 Срабат. при 150 — срабатывает при 150;
 Исключ. зпт. — исключение запятой;
 Перекл. зпт. — переключение запятой;
 И зат. — напряжение на затворе;
 Ктранс. — коэффициент трансформации;
 Исм. — напряжение смещения;
 R_{см.} — резистор в цепи смещения;
 R_к — резистор в цепи коллектора;
 R_э — резистор в цепи эмиттера;
 Ивых — выходное напряжение;
 Увх. — входное напряжение;
 Усх. форм. — напряжение на выходе схемы формирования;
 Удиф. цепи — напряжение на выходе дифференциальной цепи;
 Уоднов. — напряжение на выходе одновибратора;
 Уфнч — напряжение на выходе фильтра нижних частот;
 УСТ. КРУТИЗНЫ — установка крутизны;
 f_с — частота входного сигнала;
 f_г — частота гетеродина;
 f_{пр. пр.} — промежуточная частота при настройке на прямом канале;
 f_{пр. зерк.} — промежуточная частота при настройке на зеркальном канале;
 F_м — модулирующая частота;
 M — значение коэффициента амплитудной модуляции;
 Δf — девиация частоты;
 K_г — коэффициент гармоник;
 ед. счета — единица счета;

ВНЕШ. ГЕТ. — внешний гетеродин;
 ЦИМ — цифровой индикатор модуляции;
 изм. — измеренное;
 доп. — допустимое значение;
 И_э — напряжение на эмиттере;
 И_б — напряжение на базе;
 И_к — напряжение на коллекторе;
 И_и — напряжение на истоке;
 И_с — напряжение на стоке;
 И_з — напряжение на затворе;
 И(Е) — напряжение в контрольной точке.

2. НАЗНАЧЕНИЕ

2.1. Измеритель модуляции СКЗ-43 2.740.002 предназначен для измерения пикового значения девиации частоты и коэффициента амплитудной модуляции. Внешний вид измерителя модуляции показан на рис. 1.

2.2. Рабочие условия эксплуатации:

— температура окружающей среды от 263 до 323 К (от —10 до +50°C);

— относительная влажность воздуха 95% при температуре 303 К (+30°C);

— напряжение сети (220±22) В частоты (50±0,5) Гц и содержанием гармоник до 5% или напряжение (115±5,75) В и (220±11) В частоты (400⁺²⁸₋₁₂) Гц, содержанием гармоник до 5%;

— атмосферное давление (100±4) кПа (750 мм рт. ст. ±30 мм рт. ст.).

2.3. Основные области применения: измерение девиации частоты ЧМ сигналов и КАМ АМ сигналов. Кроме этого, может быть измерена паразитная девиация частоты, сопутствующая АМ сигналу, и коэффициент АМ, сопутствующий ЧМ сигналу. Наличие выхода низкой частоты позволяет измерять коэффициент гармоник сигнала модуляции.

3. ТЕХНИЧЕСКИЕ ДАННЫЕ

3.1. Диапазон несущих частот от 4 до 1000 МГц в режиме измерения девиации частоты и от 0,15 до 500 МГц в режиме измерения амплитудной модуляции.

Перекрытие диапазона частот от 4 до 16 МГц и от 60 до 170 МГц обеспечивается по первой гармонике встроенного гетеродина со следующими поддиапазонами:

4— 8 МГц;
 8— 16 МГц;
 60—100 МГц;
 100—170 МГц.

Перекрытие поддиапазона частот от 16 до 60 МГц и от 170 до 1000 МГц обеспечивается на гармониках встроенного гетеродина. Диапазон от 0,15 до 4 МГц — без преобразования с селекцией на участках 0,15—0,22 МГц и 0,9—1,5 МГц. Ослабление вторых гармоник на участках с селекцией не менее 15 дБ.

3.2. Погрешность индикации частоты не превышает $\pm (0,005f_c + 100 \text{ кГц} + \text{ед. счета}) \text{ кГц}$, где f_c — несущая частота сигнала, равная $f_{\text{гет}}$ — 1 МГц, $f_{\text{гет}}$ — частота гетеродина, отсчитанная встроенным электронно-счетным частотомером (ЭСЧ) в МГц, ед. счета — единица счета последнего разряда ЭСЧ.

Запас по краям диапазона не менее $2(0,005f_c + 100 \text{ кГц} + \text{ед. счета})$, а запас по краям поддиапазонов не менее $(0,005f_c + 100 \text{ кГц} + \text{ед. счета})$.

3.3. Минимальный уровень входного сигнала (чувствительность прибора) не превышает:

- 50 мВ в диапазоне от 0,15 до 4 МГц;
- 30 мВ в диапазоне св. 4 до 250 МГц;
- 50 мВ в диапазоне св. 250 до 500 МГц;
- 300 мВ в диапазоне св. 500 до 1000 МГц.

Максимальный уровень входного сигнала не превышает 2,5 В, с внешним делителем 2.151.003—10 В.

3.4. Диапазон модулирующих частот от 0,03 до 60 кГц. При этом максимальное количество воспроизводимых прибором гармоник равно целой части отношения 60 кГц к частоте первой гармоники модулирующего сигнала.

В диапазоне несущих частот от 0,15 до 0,5 МГц высшая модулирующая частота 10 кГц.

Параметры в режиме измерения девиации частоты

3.5. Пределы измерения девиации частоты от 1 до 500 кГц.

Измерение пикового значения девиации осуществляется «вверх» (+) и «вниз» (—).

3.6. Основная погрешность измерения девиации частоты ($\Delta_{\text{осн}}$) в килогерцах в диапазоне модулирующих частот от 0,4 до 5 кГц не превышает величины, определяемой формулой (1):

$$\Delta_{\text{осн}} = \pm (0,05\Delta f + \Delta f_{\text{ш}}), \quad (1)$$

где Δf — измеряемая величина девиации в кГц;

$\Delta f_{\text{ш}}$ — среднеквадратическое значение уровня собственного фона и шума в кГц.

3.7. Погрешность измерения девиации частоты в килогерцах в диапазоне модулирующих частот от 0,03 до 0,4 кГц и св. 5 до 20 кГц не превышает $\pm (0,08\Delta f + \Delta f_{\text{ш}})$; в диапазоне св. 20 до 60 кГц $\pm (0,15\Delta f + \Delta f_{\text{ш}})$.

3.8. Среднеквадратическое значение уровня собственного

фона и шума прибора в полосе модулирующих частот 0,03—20 кГц и 0,03—60 кГц не превышает соответственно:

50 Гц (150 Гц) на частотах от 4 до 100 МГц при уровне входного сигнала не менее 30 мВ;

100 Гц (300 Гц) на частотах св. 100 до 250 МГц при уровне входного сигнала не менее 30 мВ;

250 Гц (750 Гц) на частотах св. 250 до 500 МГц при уровне входного сигнала не менее 50 мВ и на частотах св. 500 до 1000 МГц при уровне входного сигнала не менее 300 мВ.

В диапазоне несущих частот 4—6 МГц допускается наличие «пораженных» участков, где уровень фона и шума может превышать указанные значения.

3.9. Коэффициент гармоник, вносимых прибором в сигнал модуляции при измерении девиации частоты в нормальных условиях в диапазоне модулирующих частот до 5 кГц, не превышает:

- 0,2% при девиации до 30 кГц;
- 0,5% при девиации до 100 кГц;
- 1,0% при девиации до 150 кГц;
- 2,0% при девиации до 500 кГц.

3.10. Коэффициент перехода амплитудной модуляции в частотную модуляцию в нормальных условиях при сигнале с коэффициентом АМ до 30% не превышает 10 Гц на один процент модуляции при частоте модуляции не более 20 кГц.

Параметры в режиме измерения амплитудной модуляции

3.11. Пределы измерения коэффициента амплитудной модуляции от 1 до 100%.

Измерение пикового значения коэффициента АМ осуществляется «вверх» (+) и «вниз» (—).

3.12. Основная погрешность измерения коэффициента АМ ($\Delta_{\text{осн}}$) в процентах при коэффициенте АМ от 1 до 80% в диапазоне модулирующих частот от 0,4 до 6 кГц при включенных фильтрах 20 (60) кГц не превышает величин, определяемых формулами (2) и (2а):

$$\Delta_{\text{осн}} = \pm (0,05M + 0,5), \quad (2)$$

$$\Delta_{\text{осн}} = \pm (0,05M + 1), \quad (2а)$$

где M — измеряемая величина коэффициента АМ в процентах.

Основная погрешность измерения коэффициента АМ св. 80 до 95% в диапазоне модулирующих частот от 0,4 до 6 кГц не превышает $\pm 0,05M\%$.

Погрешность измерения коэффициента АМ св. 95 до 100% не нормируется.

3.13. Погрешность измерения коэффициента АМ в процентах в диапазоне модулирующих частот от 0,03 до 0,4 кГц и св. 6 до 20 кГц при включенных фильтрах 20 (60) кГц не превышает

$\pm (0,08M + 0,5)$ и $\pm (0,08M + 1)$ соответственно. В диапазоне 20—60 кГц $\pm (0,1M + 1)$.

3.14. Среднеквадратическое значение уровня собственного фона и шума прибора в нормальных условиях в полосе модулирующих частот 0,03—20 кГц (0,03—60 кГц) не превышает:

0,2% (0,3%) в диапазоне частот от 0,15 до 4 МГц при уровне входного сигнала не менее 50 мВ;

0,3% (0,45%) в диапазоне частот св. 4 до 250 МГц при уровне входного сигнала не менее 30 мВ;

0,4% (0,6%) в диапазоне частот св. 250 до 500 МГц при уровне входного сигнала не менее 50 мВ.

В диапазоне несущих частот 4—6 МГц допускается наличие «пораженных» участков, где уровень фона и шума может превышать указанные значения.

3.15. Коэффициент гармоник огибающей, возникающих в тракте модулометра в нормальных условиях в диапазоне модулирующих частот от 0,4 до 6 кГц не превышает:

0,5% при коэффициенте АМ до 30%;

1,0% при коэффициенте АМ до 90%.

3.16. Динамический диапазон входных сигналов не менее 40 дБ, если минимальный входной сигнал, при котором срабатывают индикаторы НОРМА, менее 25 мВ.

Если минимальный входной сигнал более 25 мВ, то динамический диапазон не менее:

34 дБ в диапазоне от 0,15 до 4 МГц;

38 дБ в диапазоне св. 4 до 250 МГц;

34 дБ в диапазоне св. 250 до 500 МГц;

18 дБ в диапазоне св. 500 до 1000 МГц.

3.17. Коэффициент перехода частотной модуляции в амплитудную модуляцию не превышает 0,02% на 1 кГц при девиации не более 150 кГц.

Прочие параметры

3.18. Погрешность измерения девиации частоты в рабочих условиях в диапазоне модулирующих частот от 0,4 до 5 кГц не превышает $\pm (0,1\Delta f + \Delta f_{ш})$, в диапазоне модулирующих частот от 0,03 до 0,4 кГц и св. 5 до 20 кГц не превышает $\pm (0,15\Delta f + \Delta f_{ш})$, в диапазоне модулирующих частот 20—60 кГц не превышает $\pm (0,2\Delta f + \Delta f_{ш})$. Погрешность измерения коэффициента АМ в рабочих условиях в диапазоне модулирующих частот от 0,4 до 6 кГц не превышает $\pm (0,1M + 0,5)$ и $\pm (0,1M + 1)$ при включенных соответственно фильтрах 20 и 60 кГц; в диапазоне модулирующих частот от 0,03 до 0,4 и св. 6 до 20 кГц не превышает $\pm (0,15M + 0,5)$ и $\pm (0,15M + 1)$ при включенных соответственно фильтрах 20 и 60 кГц. В диапазоне модулирующих частот 20—60 кГц не превышает $\pm (0,2M + 1)$.

3.19. Промежуточная частота прибора в нормальных условиях (1000 ± 100) кГц.

3.20. Входное сопротивление прибора 50 Ом при $K_{ств}$ не более 5 в диапазоне частот до 1000 МГц.

Уровень напряжения низкой частоты на гнезде НЧ при величине девиации до 100 кГц не менее 0,5 В на нагрузке 1 кОм.

Уровень напряжения промежуточной частоты на гнезде Вых. ПЧ не менее 0,15 В на нагрузке 1 кОм и емкости не более 100 пФ.

3.21. Время самопрогрева прибора 15 минут.

3.22. Прибор сохраняет свои технические характеристики при непрерывной работе в течение 16 ч в рабочих условиях.

3.23. Питание прибора от сети переменного тока напряжением (220 ± 22) В частотой $(50 \pm 0,5)$ Гц и содержанием гармоник до 5%; $(115 \pm 5,75)$ В или (220 ± 11) В частотой $(400 \pm 12)^{+28}$ Гц и содержанием гармоник до 5%.

3.24. Мощность, потребляемая прибором от сети при номинальном напряжении, не более 85 В·А.

3.25. Нарботка на отказ не менее 5000 часов.

Срок службы прибора 10 лет.

Срок хранения прибора:

в отапливаемом хранилище 5 лет;

в неотапливаемом хранилище 3 года.

Технический ресурс 5000 часов.

3.26. Габаритные размеры прибора не более 345×140×420 мм; в укладочном ящике не более 610×315×545 мм; в транспортной таре не более 715×385×610 мм.

3.27. Масса прибора не более 9,5 кг; в укладочном ящике не более 35 кг; в транспортной таре не более 50 кг.

3.28. Нормальные условия эксплуатации:

температура окружающего воздуха, К (°С) 293 ± 5 (20 ± 5);

относительная влажность воздуха, % 65 ± 15 ;

атмосферное давление, кПа (мм рт. ст.) 100 ± 4 (750 ± 30);

напряжение сети, В $220 \pm 4,4$ для сети с частотой 50 Гц; $220 \pm 4,4$ или $115 \pm 2,5$ для сети с частотой 400 Гц.

Рабочие условия:

температура окружающего воздуха, К (°С) 263—323 (от минус 10 до +50);

относительная влажность воздуха до 95% при температуре до 303 К (30°С);

напряжение сети, В 220 ± 22 для сети с частотой 50 Гц; 220 ± 11 или $115 \pm 5,75$ для сети с частотой 400 Гц.

4. СОСТАВ ПРИБОРА

4.1. Прибор поставляется в комплекте согласно табл. 3.

Таблица 3

Наименование	Обозначение	Количество	Примечание
Измеритель модуляции СКЗ-43	2.740.002	1	
Делитель напряжения	2.151.003	1	По спецзаказу
Делитель напряжения	2.151.004	1	
Плата технологическая	5.282.291	2	
Лампа СМН10-55-2		3	
Вставка плавкая ВП1-1-1,0А 250 В		2	
Вставка плавкая ВП1-1-0.5А 250 В		2	
Вставка плавкая ВП2Б-1В-1,0А 250 В		4	
Переход	2.236.223	1	
Шнур соединительный	4.860.159	1	
Кабель соединительный	4.853.226	1	
Кабель соединительный	4.851.081-1	1	
Кабель соединительный	4.851.082-11	2	
Кабель соединительный	4.853.037	1	Для ремонта
Техническое описание и инструкция по эксплуатации	2.740.002 ТО	1	
Формуляр	2.740.002 ФО	1	
Ящик укладочный	4.161.650	1	
Ящик укладочный	4.161.646-03	1	

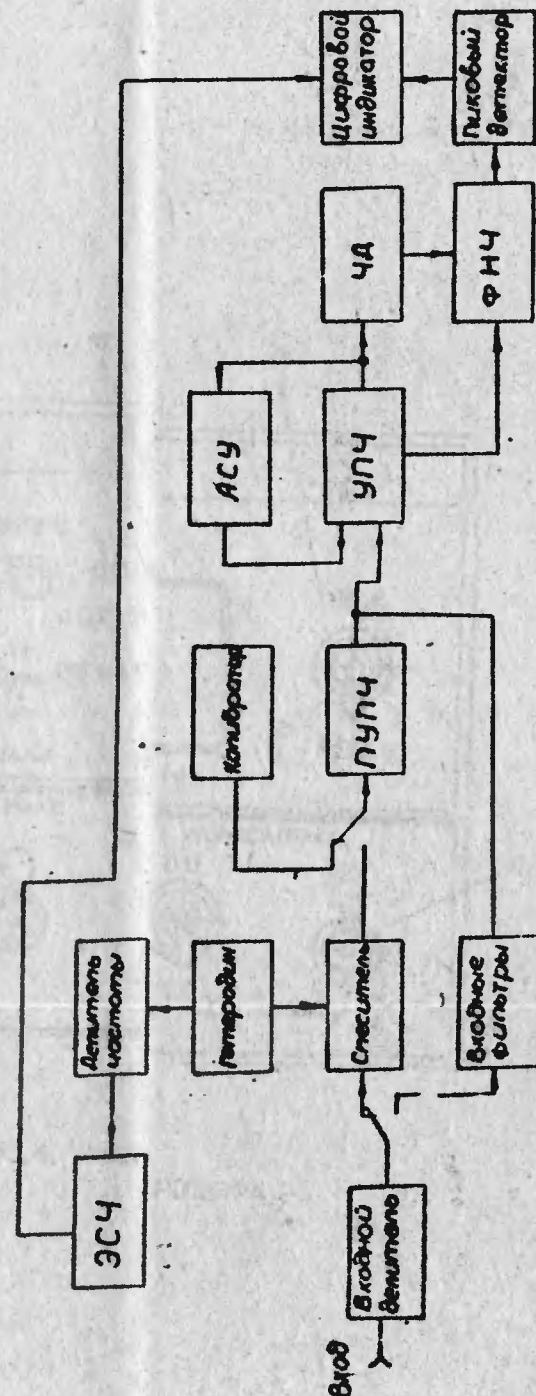


Рис.3. Упрощенная структурная схема измерителя модуляции СКЗ-43

5. УСТРОЙСТВО И РАБОТА ПРИБОРА И ЕГО СОСТАВНЫХ ЧАСТЕЙ

5.1. Принцип действия.

Измеритель модуляции предназначен для измерения девиации частоты в диапазоне несущих частот $4 \div 1000$ МГц и КАМ в диапазоне несущих частот $0,15 \div 500$ МГц.

В диапазоне несущих частот $4 \div 1000$ МГц измеритель модуляции работает по принципу супергетеродинного приемника с однократным преобразованием частоты сигнала в промежуточную частоту, равную 1 МГц. В диапазоне несущих частот $0,15 \div 4$ МГц измеритель модуляции работает по принципу прямого усиления измеряемого сигнала (рис. 3). В этом диапазоне измеряемый сигнал проходит через входные фильтры и подается на УПЧ.

Измерение девиации частоты основано на преобразовании модулированного по частоте сигнала промежуточной частоты в последовательность импульсов с постоянной амплитудой и длительностью, временное положение которых соответствует закону модуляции измеряемого ЧМ сигнала. Сигнал модуляции выделяется фильтром нижних частот, детектируется пиковым детектором и измеряется цифровым индикатором.

Измерение КАМ (m) основано на методе двух вольтметров: измерение среднего (I_{cp}) и пикового ($I_{\sim}$) значения положительной (+) или отрицательной (—) полуволн протектированного АМ сигнала.

$$m(+)=\frac{U_{\sim}(+)}{U_{cp}}$$

$$m(-)=\frac{U_{\sim}(-)}{U_{cp}}$$

Среднее значение протектированного АМ сигнала поддерживается постоянным схемой автоматической стабилизации уровня. Сигнал модуляции протектированного АМ сигнала выделяется ФНЧ, детектируется пиковым детектором и измеряется цифровым индикатором как и при измерении девиации частоты.

Внутренний калибратор имитирует сигнал с калиброванной девиацией частоты, равной 500 кГц, и сигнал с коэффициентом АМ, равным 100%.

По этим сигналам производится установка коэффициента усиления тракта измерения (калибровка прибора). Индикация частоты гетеродина осуществляется с помощью встроенного ЭСЧ.

5.2. Схема электрическая принципиальная.

5.2.1. Органы управления и контроля.

Органы управления и подсоединительные розетки расположены на передней и задней панелях прибора (рис. 4, 4а).

1. $\Rightarrow$ 2,5 МАКС — розетка подачи измеряемых ВЧ сигналов.
 2. НАСТРОЙКА — потенциометр изменения частоты гетеродина.
 3. АПЧ — тумблер включения АПЧ гетеродина.
 4. КАЛИБР. — кнопка включения калибратора.
 5. АМ—100,0 — потенциометр калибровки в режиме АМ.
 6. ЧМ—500 — потенциометр калибровки в режиме ЧМ.
 7. УСТ. 0,01 — кнопка выключения сигнала со входа амплитудного детектора.
 8. УСТ. 0,01 — потенциометр установки компенсации напряжения смещения операционного усилителя пикового детектора.
 9. МОДУЛ. — тумблер включения измерения модуляции «вверх» (+) и «вниз» (—).
 10. ПОЛОСА kHz 60,20 — тумблер переключения ФНЧ 60 и 20 кГц.
 11. $\Leftarrow$ НЧ — розетка снятия модулирующего сигнала.
 12. СЕТЬ — тумблер включения прибора.
 13. М%, Δf kHz — тумблер переключения режимов измерения;
 - 13а. КОНТРОЛЬ ГЕТЕР. — кнопка для контроля частоты гетеродина в режиме измерения модуляции.
 14. ВЫШЕ, НИЖЕ — индикаторные лампочки для индикации настройки прибора на несущую частоту измеряемого сигнала.
 15. ДИАПАЗОНЫ MHz — переключатель с положениями 0,15—0,22; 0,9—1,5; 0,15—4; 4—8; 8—16; 60—100; 100—170 — переключение поддиапазонов.
 16. МНОГО, МАЛО — индикаторные лампочки для индикации уровня входного сигнала.
 17. ВЫХ. ПЧ — розетка снятия сигнала промежуточной частоты.
 18. СМЕСИТ. — розетка подачи сигнала гетеродина на смеситель.
 19. ГЕТ. — розетка снятия выхода внутреннего гетеродина.
 21. 0,5А—12V — предохранитель для защиты источника —12В от перегрузки.
 22. 1А +12V — предохранитель для защиты источника +12В от перегрузки.
 23. 220V, 50 Hz —220V, 400 Hz —115V, 400 Hz — переключатель для переключения обмоток трансформатора блока питания.
 24. +5,2V; +12V; —12V; —27V; +5V — розетка для контроля питающих напряжений.
 25. 1А~115V~220V 1А — вилка подключения питающей сети с предохранителями в крайних контактах.
- 5.2.2. Описание электрической структурной схемы прибора. Структурная схема измерителя модуляции показана на рис. 5. Входящие в схему функциональные узлы и их назначение:

Преобразователь частоты 2.206.004 — ослабление входного сигнала, преобразование входного сигнала в сигнал промежуточной частоты, получение гетеродинного напряжения, деление частоты гетеродина.

Фильтр входной 2.067.016 — предварительное усиление и селекция сигнала промежуточной частоты, селекция входных сигналов на участках 0,15—0,22 МГц, 0,9—1,5 МГц.

На плате фильтра входного размещен компаратор пределов измерения 15—150.

Усилитель промежуточной частоты 2.031.003 — регулирование уровня сигнала ПЧ, усиление сигнала ПЧ, детектирование сигнала ПЧ, усиление сигнала АСУ, индикация уровня сигнала ПЧ, управление работой делителя преобразователя частоты.

Дискриминатор частотный 2.204.002 — детектирование ЧМ сигнала, предварительная фильтрация модулирующего сигнала, масштабное усиление модулирующего сигнала, индикация настройки гетеродина на промежуточную частоту.

Детектор амплитудный 2.204.003 — инвертирование, фильтрация, масштабное усиление, пиковое детектирование модулирующего сигнала.

Цифровой индикатор модуляции частоты, включающий в себя собственно индикатор цифровой 3.000.001, преобразователь напряжение — код 3.036.000, преобразователь частота—код 3.036.001 — преобразование сигнала модуляции в код, преобразование частоты гетеродина в код, индикация измеряемой девиации частоты и коэффициента АМ, индикация частоты гетеродина.

Калибратор 2.085.003 — генерирование калиброванного ЧМ и АМ сигнала. На плате калибратора размещается схема ключа для управления делителем входного сигнала; компаратор пределов измерения 150÷1500.

Блок питания 2.087.019 — преобразование переменного напряжения сети в постоянное стабилизированное напряжение. Измеряемый ВЧ сигнал через розетку → 2,5V МАКС. поступает в преобразователь частоты, включающий в себя делитель, смеситель, гетеродин, делитель частоты. Ослабленный делителем ВЧ сигнал через реле, включаемое переключателем ДИАПАЗОНЫ МНz, поступает в смеситель сигнала, где он смешивается с напряжением гетеродина. Сигнал промежуточной частоты, равный разности частот гетеродина и измеряемого сигнала, поступает далее в предварительный усилитель промежуточной частоты фильтра входного, который кроме ПУПЧ включает в себя два фильтра нижних частот 0,15÷0,22 МГц, 0,9÷1,5 МГц и компаратор пределов 15÷150. Измеряемые ВЧ сигналы в диапазоне 0,15÷4 МГц через реле, включаемые переключателем ДИАПАЗОНЫ МНz проходят на выход ПУПЧ без преобразования.

Сигналы в диапазоне $0,15 \div 0,22$ МГц и $0,9 \div 1,5$ МГц проходят на выход ПУПЧ через соответствующие фильтры нижних частот. Фильтры предназначены для фильтрации сигнала от гармоник несущей частоты. С выхода ПУПЧ сигнал промежуточной частоты поступает в усилитель промежуточной частоты, включающий в себя: аттенуатор АСУ, широкополосный усилитель, детектор несущей, усилитель АСУ, компараторы 1,2 АСУ.

Компараторы 1,2 АСУ управляют работой делителя преобразователя частоты и индикацией уровня входного сигнала МАЛО, МНОГО. Сигнал ПЧ с широкополосного усилителя поступает на частотный дискриминатор, предназначенный для детектирования ЧМ сигнала. В состав ЧД входит схема индикации настройки гетеродина на промежуточную частоту, включающая индикаторы ВЫШЕ, НИЖЕ.

Продетектированный ЧМ сигнал фильтруется одной ступенью ФНЧ, усиливается масштабным усилителем и через реле, включаемое переключателем М%, Δf kHz, поступает в детектор амплитудный, где последовательно проходит инвертор, переключаемые фильтры нижних частот 20 и 60 кГц, масштабный усилитель и пиковый детектор.

Через реле, включаемое переключателем М%, Δf kHz, на детектор амплитудный поступает продетектированный АМ сигнал. Инвертор, поворачивая фазу измеряемого сигнала модуляции, обеспечивает измерение модуляции «вверх» (+) и «вниз» (-); управление работой инвертора осуществляет реле, включаемое переключателем МОДУЛ; фильтры нижних частот 20 и 60 кГц включает в тракт измерения поочередно реле, включаемое переключателем ПОЛОСА kHz; переключение масштаба (коэффициент усиления 10:1) осуществляет реле, включаемое компаратором пределов $15 \div 150$.

С помощью потенциометра УСТ. 0,01 осуществляется компенсация напряжения смещения нуля операционного усилителя пикового детектора. Постоянное напряжение продетектированного сигнала модуляции, пропорциональное пиковому значению измеряемой модуляции, поступает в цифровой индикатор модуляции.

Для калибровки измерителя модуляции, а также для оперативной самопроверки его работоспособности предусмотрен встроенный калибратор, который выдает сигнал промежуточной частоты 1 МГц, модулированный меандром частоты 1 кГц, что эквивалентно девиации частоты 500 кГц и КАМ 100%. Сигнал калибратора поступает через реле, включаемое кнопочным переключателем КАЛИБР, на вход ПУПЧ. В калибраторе размещен ключ и компаратор пределов $150 \div 1500$. Компаратор пределов управляет автоматическим переключателем масштабного усилителя ЧД.

Ключ совместно с компаратором АСУ управляет автоматическим переключением делителя входного ВЧ сигнала преобразователя частоты. В приборе предусмотрена автоматическая подстройка частоты, включаемая тумблером АПЧ.

Схема электрическая принципиальная прибора приведена на рис. 1, альбом 2; на рис. 15, альбом 2 приведена схема электрическая принципиальная платы коммутации. В приложении 1 к ТО приведена таблица соединений между контактами разъемов на плате коммутации (таблица 1а).

Ниже описывается работа отдельных узлов прибора.

5.2.3. Преобразователь частоты 2.206.004 (рис. 8, альбом 2).

Измеряемый ВЧ сигнал через розетку ВХОД поступает на плату делителя 5.282.310. Делитель представляет из себя две ступени деления ВЧ сигнала по 15 дБ каждая.

Первая ступень — R1, R2, R3 с ослаблением 15 дБ;

вторая ступень — R8, R6, R3 с ослаблением 30 дБ;

начальное ослабление — R3, R7 — 2 дБ.

Сигнал с выхода делителя через соединитель ХР7 и контакты 2—1 реле КР1 преобразователя частоты поступает на сигнальный вход платы смесителя.

Начальная ступень включается через контакты 2—1 реле КР2 делителя, первая ступень включается через контакты 2—3 реле КР2 и контакты 2—1 реле КР1 делителя. Вторая ступень включается через контакты 2—3 реле КР2 и контакты 2—3 КР1 делителя.

Включение той или иной ступени осуществляется автоматически при изменении уровня входного ВЧ сигнала. Работа автоматики описана ниже. Диод VD1, резистор R5 и конденсатор C2 — схема последовательного детектирования входного ВЧ сигнала, обеспечивающая работу автоматики. Резистор R4 — развязывающий.

Смеситель 5.282.309 выполнен на маломощном СВЧ транзисторе 2Т382А. Напряжение гетеродина подается в цепь эмиттера, напряжение сигнала — в цепь базы. Применение маломощного СВЧ транзистора обеспечило широкополосность смесителя ($4 \div 1000$ МГц) при малом уровне шумов. Коэффициент преобразования смесителя порядка 1.

Резисторы R1, R2, R5 обеспечивают согласование смесителя в диапазоне частот $4 \div 1000$ МГц.

В диапазоне частот входного сигнала $16 \div 60$ и $170 \div 1000$ МГц смеситель работает на гармониках гетеродина. Для увеличения коэффициента преобразования ток коллектора транзистора выбирается в пределах $1 \div 3$ мА. С нагрузочного резистора R3 преобразованный сигнал через розетку ХР4 (ВЫХОД ПЧ) поступает на ПУПЧ фильтра входного 2.067.016.

Автогенератор 5.282.269 состоит из четырех идентичных гетеродинов, выполненных на транзисторах VT1, VT2, VT3, VT4 по схеме с автотрансформаторной связью, обеспечивающей наличие в спектре колебаний большого уровня гармоник основной частоты, на которых осуществляется работа в диапазоне частот $16 \div 60$ и $170 \div 1000$ МГц.

Использование полевых транзисторов в качестве активных

элементов гетеродинов, включение в цепь питания стока RC фильтров позволило получить минимальные значения паразитной ЧМ. В гетеродинах применена электронная перестройка частоты с помощью варикапов VD1—VD7. Включение требуемого гетеродина осуществляется путем подачи питания в цепь стока. Выходы всех гетеродинов соединены и подаются на вход усилителя 5.282.270.

Усилитель 5.282.270 предназначен для усиления напряжения гетеродина, подаваемого на гетеродинный вход смесителя 5.282.309 и делитель частоты 5.282.311.

Для защиты смесителя от пролезания импульсов делителя частоты первый каскад усилителя общий, а два других каскада отдельные. Двухкаскадный усилитель гетеродинного напряжения, обеспечивающий работу смесителя, выполнен по схеме с ОЭ на транзисторах VT2, VT3. Через резистор R11 осуществляется отрицательная обратная связь по постоянному току, обеспечивающая стабильность работы усилителя. На транзисторе VT1 выполнен развязывающий каскад усиления гетеродинного напряжения, обеспечивающий работу делителя частоты. Выходной уровень напряжения гетеродина на выходах усилителя 0,5—1 В. Дифференцирующая цепочка C10, L1 предназначена для формирования спектра гармоник до 1000 МГц при максимальной частоте гетеродина 170 МГц.

Делитель частоты 5.282.311 предназначен для понижения частоты гетеродина и обеспечения работы ЭСЧ. Делитель частоты выполнен на интегральных микросхемах 100 ТМ231, которые включают в себя два триггера с коэффициентом деления 4. Общий коэффициент деления равен 16.

На входе делителя частоты включен развязывающий каскад на транзисторе VT1, выполненный по схеме с ОЭ.

Требуемый выходной уровень 2,4 В обеспечивает ключевой каскад на транзисторе VT2. ВЧ реле KP1 преобразователя частоты включается в первых трех положениях переключателя ДИАПАЗОНА МГц (0,15—0,22; 0,9—1,5; 0,15—4). При этом ВЧ сигнал с делителя 5.282.310 поступает через контакты 2—3 реле на фильтр 2.067.016.

5.2.4. Фильтр входной 2.067.016 (рис. 3, альбом 2).

Фильтр входной включает в себя ПУПЧ, два ФНЧ 0,15—0,22 МГц и 0,9—1,5 МГц, компаратор пределов 15÷150. Двухкаскадный ПУПЧ выполнен на транзисторе VT1 и ИМС D3 и разделен Т-образными ФНЧ. Первый каскад-усилитель с общим истоком обеспечивает усиление, второй включен в режим повторителя и обеспечивает согласование с УПЧ. Сигнал с преобразователя частоты 2.206.004 на вход ПУПЧ поступает через контакты 1—2 реле KP1. Через контакты 3—2 этого реле на вход ПУПЧ поступает сигнал калибратора. Реле KP1 включается кнопкой КАЛИБР. прибора.

Основные параметры ПУПЧ:

- полоса пропускания $0,3 \div 1,7$ МГц;
- неравномерность АЧХ не более 4%;
- подавление напряжения гетеродина не менее 50 дБ;
- коэффициент передачи 1.

ФНЧ 0,15—0,22 МГц; 0,9—1,5 МГц выполнены по схемам фильтров с максимально плоской вершиной, неравномерность АЧХ фильтров не превышает 4%.

Коммутация ФНЧ осуществляется с помощью реле КР2, КР3, КР4, КР6, управляемых переключателем ДИАПАЗОНЫ МГц прибора.

Компаратор пределов $15 \div 150$ включает в себя:

пиковый детектор, собственно компаратор и ключевой каскад.

Пиковый детектор, предназначенный для детектирования измеряемого сигнала модуляции, выполнен на диоде VD2 и операционном усилителе ИМС D1, повышающем линейность детектирования за счет включения внутреннего сопротивления детекторного диода VD2 в цепь отрицательной обратной связи.

Собственно компаратор выполнен на операционном усилителе — ИМС D2. На инвертирующий вход микросхемы (вывод 8) подается опорное напряжение с переменного резистора R16, на неинвертирующий вход (вывод 11) — продетектированное напряжение измеряемого НЧ сигнала. Переменным резистором R16 устанавливается порог срабатывания компаратора. При срабатывании компаратора на выходе ИМС D2 появляется положительное напряжение, закрывающее ключ, выполненный на транзисторе VT2; при этом выключается реле КР5 детектора амплитудного 2.204.003 (рис. 7, альбом 2), включенное в цепь коллектора ключа, и изменяется масштаб (коэффициент усиления, равный 10) масштабного усилителя, выполненного на ИМС D8 детектора амплитудного. Одновременно с переключением масштаба положительное напряжение выхода компаратора через контакт ХР2/8,3 (ХР6/8,3 схема рис. 15, альбом 2) поступает на индикатор цифровой 3.000.001 (ХР3/1 рис. 15, альбом 2) для переключения запятой цифровых индикаторов (структурная схема автоматического переключения пределов приведена на рис. 5а).

Диоды VD1, VD3, VD4, VD5 — защитные.

5.2.5. Усилитель промежуточной частоты 2.031.003 (рис. 2, альбом 2).

УПЧ включает в себя электронный attenuator АСУ, широкополосный усилитель, детектор несущей, истоковый повторитель огибающей, истоковый повторитель постоянной составляющей, интегрирующий усилитель сигнала ошибки АСУ, компараторы АСУ и индикации уровня измеряемого сигнала.

Измеряемый сигнал ПЧ с выхода ПУПЧ фильтра входного поступает на вход УПЧ. На входе УПЧ включен электронно управляемый attenuator АСУ, выполненный на полевом транзисто-

ре VT2, резисторах R10, R13 и входном сопротивлении транзистора VT4.

Аттенюация осуществляется за счет изменения сопротивления канала полевого транзистора VT2 при подаче на его затвор управляющего напряжения с выхода усилителя АСУ, выполненного на микросхеме D3. Переменный резистор R1 задает начальное смещение на затворе полевого транзистора и позволяет выбрать рабочий участок характеристики R канала $= f(U_{зат.})$, обеспечивающий динамический диапазон АСУ не менее 15 дБ.

Для эффективной работы аттенюатора первый каскад широкополосного усилителя выполнен на полевом транзисторе VT4, обеспечивающем высокое входное сопротивление. Предварительная ступень широкополосного усилителя выполнена на транзисторах VT6, VT7, VT8. Каскады усилителя имеют гальваническую связь и охвачены как местными, так и общими петлями отрицательной обратной связи по постоянному и переменному току. Это обеспечивает стабильность режимов транзисторов и высокую линейность усиления.

Переменный резистор R27, изменяя глубину ООС, изменяет коэффициент передачи УПЧ, а следовательно начало зоны работы АСУ. Оконечная ступень усилителя выполнена на транзисторах VT10, VT11, VT12 также с применением глубоких отрицательных обратных связей по постоянному току.

Широкополосный повышающий трансформатор TV1 (Ктранс.=2), являющийся нагрузкой выходного эмиттерного повторителя на транзисторе VT12, увеличивает напряжение на выходе до 6 В амплитудного значения и обеспечивает линейное детектирование несущей. Детектор несущей выполнен на диодах VD6, VD8 по двухполупериодной схеме. Для линеаризации детекторной характеристики применена нелинейная нагрузка VD9, R55.

Нагрузкой по переменному току является высокое входное сопротивление полевого транзистора VT14, включенного по схеме истокового повторителя, с выхода которого напряжение огибающей продетектированного сигнала через контакт ХР2/7,Ж подается на детектор амплитудный 2.204.003.

Постоянная составляющая продетектированного сигнала через интегрирующую цепочку R57, C27 поступает на истоковый повторитель, выполненный на полевом транзисторе VT13, затем на интегрирующий усилитель сигнала ошибки D3, представляющий собой схему сравнения с емкостной (C17) отрицательной обратной связью, на один вход которого (вывод 11) подается опорное напряжение с делителя R49, R50, R46, а на второй вход (вывод 8) — постоянная составляющая продетектированного сигнала с истокового повторителя (VT13). Разность этих напряжений, усиленная операционным усилителем (ИМС D3), подается на затвор полевого транзистора электронного аттенюатора АСУ (VT2) и компараторы АСУ.

Полярность опорного напряжения и постоянной составляющей продетектированного сигнала ПЧ — отрицательная. При любых уровнях сигнала ПЧ опорный уровень превышает по абсолютному значению напряжение постоянной составляющей продетектированного сигнала ПЧ; поэтому на выходе ИМС D3 всегда отрицательное напряжение, так как вход 11 ИМС D3 — неинвертирующий. При малых уровнях сигнала на входе УПЧ отрицательное напряжение постоянной составляющей продетектированного сигнала ПЧ будет минимальным, а разность напряжений на входах 8 и 11 ИМС D3 — максимальной.

Отрицательное напряжение на выходе 5 ИМС D3 будет по абсолютному значению максимальным. Сопротивление канала полевого транзистора VT2 будет также максимальным, а ослабление сигнала ПЧ — минимальным. При увеличении сигнала ПЧ отрицательное напряжение постоянной составляющей продетектированного сигнала ПЧ будет по абсолютному значению возрастать, приближаясь к значению опорного уровня, а напряжение на выходе ИМС D3 (вывод 5) будет уменьшаться по абсолютному значению, сопротивление канала полевого транзистора VT2 аттенюатора АСУ будет также уменьшаться. Ослабление сигнала будет увеличиваться.

Большая постоянная времени интегрирующего усилителя устраняет демодуляцию сигнала ПЧ при самой низкой модулирующей частоте, равной 30 Гц. С помощью стабилитрона VD7 дополнительно увеличивается стабилизация опорного уровня интегрирующего усилителя. Переменный резистор R49 позволяет изменять величину опорного уровня интегрирующего усилителя, а следовательно выходное напряжение УПЧ (ручная регулировка усиления УПЧ).

При калибровке прибора модулирующим напряжением сигнала калибратора является меандр с частотой 1000 Гц, постоянная составляющая которого при детектировании больше, чем синусоидального сигнала. Это привело бы к уменьшению абсолютного значения отрицательного напряжения на выходе интегрирующего усилителя и затворе полевого транзистора VT2 аттенюатора АСУ, а следовательно, к увеличению величины ослабления аттенюатора.

Для предотвращения этого при включении калибратора срабатывает реле КР1 и в цепь делителя опорного напряжения включается переменный резистор R43, позволяющий на такую же величину увеличить напряжение на опорном входе интегрирующего усилителя АСУ. Кроме этого реле КР1 подключает конденсатор C31 к нагрузке истокового повторителя VT14 для интегрирования выбросов меандра калибратора.

Компараторы АСУ предназначены для управления индикацией уровня входного сигнала (МНОГО, МАЛО), автоматического переключения ступеней делителя входного сигнала преобра-

зователя частоты и выключения измеряемого сигнала в случае, когда уровень входного сигнала не лежит в требуемых пределах.

Схема компараторов выполнена на операционных усилителях — микросхемах D1, D2.

Опорное напряжение отрицательной полярности на компараторы подается с делителя R4, R5. Если уровень сигнала ПЧ ниже требуемого или совсем отсутствует, то отрицательное напряжение на выходе ИМС D3 и на инвертирующем входе компаратора на ИМС D1 (вывод 8) будет максимальным по абсолютной величине и превышать опорный уровень, поданный на неинвертирующий вход ИМС D1 (вывод 11). Напряжение на выходе компаратора на ИМС D1 (вывод 5) будет положительным и откроет ключ на транзисторе VT5, в коллекторную цепь которого включена индикаторная лампочка HL2 (МАЛО) прибора.

При увеличении уровня сигнала ПЧ отрицательное напряжение на выходе ИМС D3 и на неинвертирующем входе (вывод 11) компаратора на ИМС D2 по абсолютной величине будет уменьшаться и при достижении порогового значения, определяемого опорным уровнем напряжения на инвертирующем входе компаратора на ИМС D2 (вывод 8), компаратор сработает и откроет ключ на транзисторе VT9, в коллекторную цепь которого включена индикаторная лампочка HL1 (МНОГО) прибора. Засвеченные лампочки МАЛО, МНОГО сигнализируют о том, что уровень сигнала ПЧ находится в зоне эффективной работы аттенюатора АСУ.

Параметры системы АСУ и пороги компараторов выбраны таким образом, что зона эффективной работы аттенюатора АСУ обеспечивает динамический диапазон входных сигналов порядка 15 дБ. При увеличении входного сигнала, превышающего динамический диапазон 15 дБ, напряжение на выходе ИМС D3 и инвертирующем входе (вывод 8) компаратора на ИМС D1 уменьшится по абсолютной величине и будет ниже значения опорного уровня. Компаратор сработает и напряжение на его выходе будет отрицательным. Ключ на транзисторе VT5 закроется и индикаторная лампочка HL2 (МАЛО) прибора погаснет. Для увеличения динамического диапазона входных сигналов до 45 дБ в приборе предусмотрено автоматическое переключение ступеней делителя входного сигнала (5.282.310) преобразователя частоты 2.206.004.

Рассмотрим работу АСУ в динамическом диапазоне 45 дБ с индикацией уровней входного сигнала по принципу мало, много с соответствующей индикацией лампочек МАЛО, МНОГО. Структурная схема работы АСУ в динамическом диапазоне 45 дБ приведена на рис. 56.

При уровне входного сигнала ниже значения чувствительности прибора напряжение на выводе 11 ИМС D2 будет больше по абсолютной величине напряжения опорного уровня (вывод 8). На выходе компаратора — ИМС D2 (вывод 5) будет отрицательное напряжение, которое закроет ключ на VT9 и индикаторная

лампочка НЛ1 (МНОГО) погаснет. Это же отрицательное напряжение выхода компаратора на ИМС D2 через резистор R32 контакт ХР2/10, К, контакт ХР2/7, Ж калибратора 2.085.003, диод VD2 откроет правое плечо триггера (VT4). При этом ключи на транзисторах VT6 и VT7 будут закрыты, а реле КР2, КР1 делителя 5.282.310, включенные в коллекторную цепь этих транзисторов, будут обесточены. ВЧ сигнал будет проходить через делитель без ослабления (не считая начального ослабления 2 дБ на резисторах R7, R3).

При дальнейшем увеличении уровня входного сигнала до уровня чувствительности прибора срабатывает компаратор на ИМС D2 и засветится индикаторная лампочка МНОГО. Индикаторная лампочка МАЛО была засвечена. Уровень сигнала при этом находится в зоне работы АСУ. Состояние триггера VT2, VT4 калибратора не изменится (запомнится) и реле КР1, КР2 делителя останутся обесточенными. При дальнейшем увеличении уровня входного сигнала, при котором он выходит из зоны работы АСУ (более 15 дБ), абсолютное значение напряжения на выводе 8 ИМС D1 будет меньше величины опорного напряжения на выводе 11.

Компаратор на ИМС D1 срабатывает, отрицательное напряжение выхода компаратора закроет ключ на транзисторе VT5 (индикаторная лампочка МАЛО выключится) и через резистор R18, контакт ХР2/6, Е, диод VD3 калибратора 2.085.003 изменит состояние триггера (VT2, VT4), при котором транзистор VT4 будет закрыт и отрицательным напряжением на его коллекторе откроет ключ на транзисторе VT6, в коллекторную цепь которого включено реле КР2 делителя 5.282.310 преобразователя частоты 2.206.004. Включенное реле КР2 включит первую ступень ослабления делителя (R1, R2, R3), уровень входного сигнала уменьшится на 15 дБ и войдет в зону работы АСУ.

Компаратор ИМС D1 вновь сработает и включит индикаторную лампочку МАЛО (индикаторная лампочка МНОГО была включена). Состояние триггера VT2, VT4 калибратора не изменится (запомнится) и реле КР2 делителя останется включенным.

Ключ на транзисторе VT7 калибратора будет заперт положительным напряжением выхода компаратора ИМС D5 калибратора. При дальнейшем увеличении входного ВЧ сигнала сработает компаратор на ИМС D5, снимет запирающее напряжение с ключа (VT7), ключ сработает и включит реле КР1 делителя, который соответственно включит вторую ступень с ослаблением 30 дБ. Уровень входного сигнала уменьшится и войдет в зону работы АСУ. Компаратор на ИМС D5 калибратора управляется протектированным напряжением входного ВЧ сигнала делителя (VD1, R5, C2). Так как на детектор (VD1, R5, C2) подается ВЧ сигнал до делителя, то при включении второй ступени делителя реле КР1 останется включенным.

Для того, чтобы цифровой индикатор модуляции отсчитывал измеряемую модуляцию только при уровне сигнала, находящемся в зоне работы АСУ, предусмотрен составной ключ на транзисторах VT1, VT3, который срабатывает при выходе из зоны работы АСУ, когда на выходе любого из компараторов (ИМС D1, D2) будет отрицательное напряжение. В коллекторную цепь ключа VT1 включено реле КР3 детектора амплитудного 2.204.003, которое при срабатывании разрывает цепь сигнала. Это же реле срабатывает при нажатии кнопки SB3 (УСТ. 0,01) прибора при установке нуля цифрового индикатора модуляции.

С эмиттера транзистора VT12 через переходной конденсатор C22 и резистор R45 напряжение ПЧ поступает через контакт ХР1/8,3 на розетку ХР5 (ВЫХ. ПЧ) прибора.

5.2.6. Дискриминатор частотный 2.204.002 (рис. 6, альбом 2).

Дискриминатор частотный счетчикового типа включает в себя ФНЧ, ограничитель, триггер, одновибратор, ключевой каскад, масштабный усилитель, компараторы индикации настройки гетеродина, усилитель АПЧ.

Сигнал ПЧ с выхода УПЧ поступает через ФНЧ на вход ограничителя. При настройке прибора на частоту входного сигнала на выходе ПУПЧ из-за недостаточного подавления второй гармоники промежуточной частоты фильтром ПУПЧ последняя может осуществить через периодный запуск ЧД и таким образом появится возможность ложной настройки на промежуточную частоту 2 МГц.

Для устранения этого предусмотрен ФНЧ L1, C4, L2, C9, C10 для подавления второй гармоники промежуточной частоты. Двухкаскадный ограничитель выполнен на транзисторах VT1, VT2, VT3, VT4 и предназначен для устранения влияния сопутствующей АМ. Каждый каскад ограничителя, выполненный по схеме ОЭ—ОБ, имеет минимальные фазовые искажения сигнала.

Симметричность ограничения и начальное смещение туннельного диода VD2 устанавливается переменным резистором R19. Триггер, выполненный на туннельном диоде VD2 и транзисторе VT5, предназначен для формирования импульсов в момент перехода входного напряжения через уровень, близкий к нулевому. Работу формирующего каскада можно пояснить с помощью рис. 6, на котором изображена вольтамперная характеристика транзистора VT5 с подключенным туннельным диодом VD2. Упрощенная схема формирующего каскада изображена на рис. 7.

Комбинация туннельного диода с транзистором дает возможность получить схему с двумя устойчивыми состояниями (точки 1, 5 рис. 6). Предположим, что при отсутствии сигнала рабочая точка находится в положении 1, причем эта точка может занимать любое положение на ветви 2—7 вольтамперной характеристики в зависимости от выбранного тока смещения. При этом напряжение на базе транзистора мало, транзистор практически закрыт, напряже-

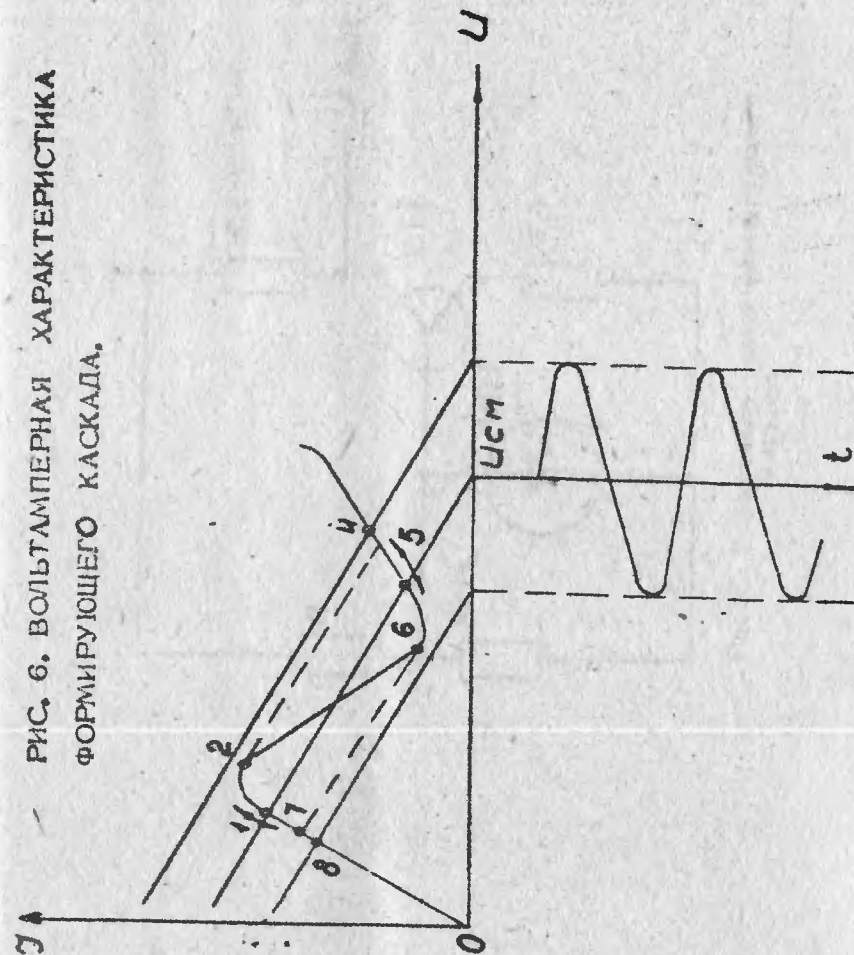


РИС. 6. ВОЛЬТАМПЕРНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ФОРМИРУЮЩЕГО КАСКАДА.

ние на коллекторе равно напряжению источника питания. При подаче на вход сигнала (например, в момент его возрастания) ток через диод начинает соответственно возрастать, рабочая точка передвигается вверх по ветви 1—2. В точке 2 схема опрокидывается и происходит резкий скачок в точку 3. При этом напряжение на базе транзистора резко возрастает до величины, достаточной для насыщения транзистора. Напряжение на его коллекторе становится близким к нулю, т. е. появляется перепад напряжения. Далее рабочая точка проходит последовательно положения 4, 5, 6, при этом напряжение на коллекторе практически не меняется, так как транзистор находится в состоянии насыщения. В точке 6 происходит обратное опрокидывание схемы; транзистор запирается и напряжение на его коллекторе становится равным напряжению источника питания.

Далее рабочая точка проходит положения 7, 8, 1 и процесс повторяется. Таким образом, при подаче на вход синусоидального напряжения, на выходе схемы формируются перепады напряжения, соответствующие определенным уровням входного сигнала.

Как видно из рис. 6, меняя уровень начального смещения на туннельном диоде (т. е. положение точки 1 на характеристике), можно менять момент срабатывания схемы и совместить момент срабатывания с моментом перехода входного напряжения через уровень, близкий к нулевому. Последнее необходимо для эффективного подавления амплитудной модуляции, т. е. обеспечения малого коэффициента перехода АМ в ЧМ.

Осциллограммы напряжений частотного детектора показаны на рис. 8.

Импульсы триггера дифференцируются звеном C18, R36.

Отрицательные импульсы дифференцирующей цепи через диод VD5 запускают одновибратор, выполненный на транзисторах VT6, VT8.

Длительность сформированных импульсов одновибратора определяется цепочкой C25, R51. Эмиттерный повторитель на транзисторе VT7 предназначен для повышения быстродействия одновибратора.

Длительность импульсов одновибратора — 0,4 мкс; сформированные импульсы одновибратора поступают на ключевой каскад, выполненный на транзисторе VT11, где они нормируются по амплитуде.

Нестабильность амплитуды и длительности сформированных импульсов влияет на погрешность измерения девиации частоты.

Для повышения стабильности сформированных импульсов напряжение коллекторного питания одновибратора и ключевого каскада дополнительно стабилизируется стабилитроном VD8. Импульсы с ключевого каскада поступают на масштабный усилитель, выполненный на операционном усилителе — ИМС D5. Масштаб

усилителя переключается с помощью реле КР2 автоматически при величине девиации частоты превышающей 165 кГц.

На этом же операционном усилителе выполнено звено ФНЧ для выделения сигнала модуляции. В режиме калибровки включается реле КР1, подключая параллельно резистору R61 цепочку R63, C32 для интегрирования выбросов меандра калибратора и изменения коэффициента передачи в режиме калибровки.

С выхода масштабного усилителя (вывод 5 ИМС D5) измеряемый сигнал поступает на детектор амплитудный 2.204.003 (рис. 7, альбом 2). Рассмотрим работу автоматического переключения масштаба масштабного усилителя на ИМС D5.

Постоянное положительное напряжение с выхода пикового детектора детектора амплитудного 2.204.003 через контакт ХР2/6,Е поступает на входы компараторов ИМС D2, D4 калибратора 2.085.003 (рис. 4, альбом 2): вывод 8 ИМС D2 и вывод 11—ИМС D4. Если измеряемая девиация частоты превысила значение 165 кГц, то срабатывает компаратор на ИМС D2 и отрицательное напряжение выхода его (вывод 5 ИМС D2) через диод VD1 изменит состояние триггера VT1, VT3 так, что транзистор VT3 будет закрыт, а ключ, выполненный на транзисторе VT5, откроется и включит реле КР2 масштабного усилителя дискриминатора частотного 2.204.002 (рис. 6, альбом 2). Усиление масштабного усилителя уменьшится в 10 раз. Таким образом включится предел 1500 кГц (см. рис. 5а):

Напряжение на выходе пикового детектора при этом уменьшится в 10 раз и компаратор на ИМС D2 калибратора возвратится в первоначальное состояние, но состояние триггера VT1, VT3 при этом не изменится и реле КР2 дискриминатора частотного будет оставаться включенным. Одновременно с включением реле КР2 дискриминатора частотного с коллектора триггера VT3 калибратора будет подано напряжение (команда) в индикатор цифровой 3.000.001 (рис. 9, альбом 2) для переключения на один разряд запятой (исключение запятой). При уменьшении измеряемой девиации ниже значения 150 кГц сработает компаратор на ИМС D4 и отрицательным выходным напряжением изменит состояние триггера VT1, VT3, при этом закроется ключ на транзисторе VT5 и реле КР2 дискриминатора частотного выключится. Одновременно произойдет переборс запятой цифрового индикатора.

С коллекторной нагрузки R48 транзистора VT6 одновибратора отрицательные импульсы промежуточной частоты интегрируются интегрирующей цепочкой R49, C20 и поступают на входы компараторов индикации настройки (ИМС D1, D3, D4).

Моменты срабатывания компараторов и зоны индикации в зависимости от ПЧ при изменении частоты гетеродина показаны на рис. 9 (рисунок дан для номинального значения промежуточной частоты).

При уровне постоянной составляющей отрицательных импуль-

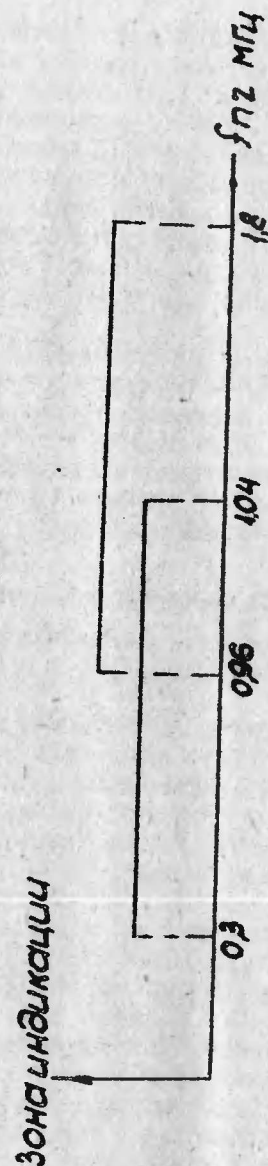


РИС. 9. ЗАВИСИМОСТЬ ЗОНЫ ИНДИКАЦИИ ОТ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ ЧАСТОТЫ

сов, соответствующем промежуточной частоте 0,3 МГц, срабатывает компаратор на ИМС D3 и открывает ключ на транзисторе VT9, который включает индикаторную лампочку HL4 (НИЖЕ) прибора.

При промежуточной частоте 0,96 МГц срабатывает компаратор на ИМС D4 и через ключ на транзисторе VT10 включается индикаторная лампочка HL3 (ВЫШЕ) прибора. При ПЧ 1,04 МГц срабатывает компаратор на ИМС D1 и отрицательным напряжением выхода (вывод 5) через диод VD3 сдвигает порог срабатывания компаратора на ИМС D3, при этом компаратор на ИМС D3 срабатывает и индикаторная лампочка HL4 выключается.

Рабочая зона компараторов соответствует ПЧ на участке от 0,96 до 1,04 МГц. При ПЧ, равной 1,8 МГц, происходит срыв работы ЧД, лампочки HL3, HL4 (ВЫШЕ, НИЖЕ) прибора выключаются.

Усилитель АПЧ выполнен на операционном усилителе ИМС D2. Для привязки к промежуточной частоте, равной 1 МГц, напряжение опорного уровня снимается с переменных резисторов R5 и R38 и поступает на вывод 11 ИМС D2. Напряжение с выхода усилителя ИМС D2 поступает через контакт ХР2/7,Ж, тумблер SA3 (АПЧ), резистор R1 прибора (схема рис. 15) на управление частотой гетеродина платы автогенератора 5.282.269 преобразователя частоты 2.206.004.

5.2.7. Детектор амплитудный 2.204.003 (рис. 7, альбом 2).

Детектор амплитудный включает в себя инвертирующий усилитель, ФНЧ 20 кГц, ФНЧ 60 кГц, масштабный усилитель, пиковый детектор.

Все схемы амплитудного детектора выполнены на операционных усилителях с глубокими отрицательными обратными связями, обеспечивающими стабильность АЧХ и коэффициента передачи в широком интервале температур. Сигнал модуляции (НЧ1) с выхода дискриминатора частотного поступает на делитель напряжения R1, R3 и переменный резистор R2 (ЧМ 500) прибора. Сигнал модуляции (НЧ2) с выхода детектора несущей усилителя промежуточной частоты поступает на делитель R4, R6 и переменный резистор R1 (АМ 100,0) прибора. Переменные резисторы ЧМ 500 и АМ 100,0 позволяют изменять уровень сигнала модуляции при калибровке прибора. Сигнал модуляции с делителей через реле КР1, включаемое тумблером SA2 (М%, Δf kHz) прибора, поступает через реле КР2 на инвертирующий усилитель. Инвертирующий усилитель, предназначенный для измерения модуляции «вверх» (+) или «вниз» (—), выполнен на ИМС D2. Инвертирование происходит за счет подачи измеряемого сигнала модуляции на инвертирующий вход (вывод 8) или неинвертирующий вход (вывод 11) операционного усилителя на ИМС D2.

Переключение входов осуществляется с помощью реле КР2, включаемое тумблером SA1 (МОДУЛ. +/-) прибора; с выхода

инвертирующего усилителя сигнал модуляции поступает на активные фильтры нижних частот 60 и 20 кГц. На операционных усилителях ИМС D1, D3 выполнен фильтр 60 кГц, а на операционных усилителях ИМС D4, D6 — фильтр 20 кГц. Входы фильтров соединены, а выходы коммутируются с помощью реле КР4, включаемое тумблером SA4 (ПОЛОСА кГц 20, 60).

Масштабный усилитель выполнен на ИМС D8, на вход которого (вывод 8) сигнал модуляции поступает с выходов фильтров. Изменение коэффициента усиления в 10 раз (изменение масштаба) достигается путем изменения сопротивления резисторов цепи обратной связи R62, R63 с помощью реле КР5, включаемое автоматически с помощью схемы переключения пределов, описанной выше.

С выхода масштабного усилителя сигнал модуляции поступает на розетку ХР1 ($\in$ НЧ) прибора и пиковый детектор, включающий в себя: ИМС D5, диод VD4, нагрузочный резистор R53, конденсатор C30. Операционный усилитель на ИМС D5 выполняет функцию компаратора, сравнивая текущее значение напряжения сигнала с напряжением на зарядной емкости C30 и в случае его превышения через диод VD4 подзаряжается конденсатор C30 до амплитудного значения напряжения входного сигнала.

Диод VD1 защищает операционный усилитель от самовозбуждения. Если на выходе ИМС D5 появится отрицательное напряжение, то диод VD4 будет заперт и через открытый диод VD1 обратится цепь отрицательной обратной связи.

Операционный усилитель на ИМС D7, включенный по схеме повторителя напряжения, является буферным каскадом пикового детектора с высоким входным и низким выходным сопротивлением. Для компенсации напряжения смещения нуля операционных усилителей (ИМС D5, D7), которое может быть как положительным, так и отрицательным, на неинвертирующий вход (вывод 10 ИМС D5) с переменного резистора R3 (УСТ. 0,01) прибора подается напряжение, которое, в зависимости от положения переменного резистора R3, может быть как положительной, так и отрицательной полярности. Переменным резистором R3 устанавливается такое напряжение на неинвертирующем входе (вывод 10) ИМС D5, при котором на выходе ИМС D5 при отсутствии сигнала будет обязательно положительное напряжение, которое будет передано на выход ИМС D7. Это положительное напряжение на выходе ИМС D7 компенсируется отрицательным напряжением источника — 12 В, поданным на выход ИМС D7 через резистор R58. Положительное напряжение на выходе ИМС D5, кроме этого, поддерживая открытым диод VD4, повышает линейность детектирования. Особенностью выбранной схемы пикового детектора является высокая линейность детектирования за счет применения нелинейной отрицательной обратной связи, включающей в себя внутреннее сопротивление детекторного диода VD4. Цепь ООС: вы-

вод 5 ИМС D5, резистор R49, внутреннее нелинейное сопротивление диода VD4, вывод 11 ИМС D7, вывод 5 ИМС D7, резистор R52, вывод 9 ИМС D5.

Диоды VD2, VD3 защищают операционный усилитель на ИМС D7 от перегрузки. С выхода буферного каскада (ИМС D7) постоянное напряжение, пропорциональное пиковому значению сигнала модуляции, поступает на цифровой индикатор модуляции (преобразователь напряжение—код 3.036.000 рис. 10, альбом 2) и на автоматический переключатель пределов 150—1500, описанный выше. Диоды VD5, VD6 уменьшают время заряда-разряда интегрирующего конденсатора C2 прибора (рис. 15, альбом 2) при резком изменении уровня сигнала.

5.2.8. Калибратор 2.085.003 (рис. 4, альбом 2).

Калибратор предназначен для формирования сигнала, обеспечивающего оперативную самопроверку прибора. Выходное напряжение калибратора представляет собой модулированный меандром кварцованный сигнал частоты 1 МГц, что соответствует АМ сигналу с коэффициентом амплитудной модуляции 100% и ЧМ сигналу с девиацией частоты 500 кГц. Собственно калибратор включает в себя: кварцевый генератор частоты 1 МГц, мультивибратор, триггер, модулятор. Кварцевый генератор частоты 1 МГц выполнен на микросхеме D8. Выходной сигнал с вывода 12 ИМС D8 поступает на сигнальный вход модулятора, выполненного на микросхеме D7 и представляющего собой диодный ключ.

Модулирующий сигнал формируется мультивибратором, выполненным на микросхеме D1. Частота повторения импульсов 2 кГц, форма — близкая меандру.

Для получения модулирующего напряжения, имеющего форму меандра, импульсы с выхода мультивибратора (вывод 8 ИМС D1) поступают на запуск триггера, выполненного на ИМС D3, который делит частоту на два, обеспечивая равенство полупериодов меандра.

Напряжение меандра с выходов триггера (выводы 13 и 7) поступает на модулирующий вход (выводы 1, 2 ИМС D7) модулятора. Для получения большего затухания сигнала в паузе последовательно, по отношению к сигналу, с диодным ключом на ИМС D7 включен второй аналогичный диодный ключ на ИМС D6.

Сформированный модулированный меандром сигнал ПЧ поступает через резисторы R29, R31 и реле КР1 фильтра входного 2.067.016 на вход предварительного усилителя промежуточной частоты. Реле КР1 фильтра входного включается при нажатой кнопке SB1 (КАЛИБР.) прибора.

5.2.9. Цифровой индикатор модуляции и частоты.

В состав цифрового индикатора модуляции входят:
преобразователь напряжение — код 3.036.000;
преобразователь частота — код 3.036.001;
индикатор цифровой 3.000.001

Структурная схема соединения индикатора цифрового с ПНК и ПЧК показана на рис. 10.

5.2.9.1. Описание работы и принцип действия ПНК.

Преобразователь напряжение — код преобразует измеряемое напряжение I_x в двоично-десятичный код. Структурная схема ПНК приведена на рис. 11.

Принцип действия преобразователя основан на сравнении измеряемого напряжения I_x с линейно-изменяющимся напряжением и измерении интервала времени от момента прохода линейно-изменяющегося напряжения через нуль до момента сравнения путем подсчета импульсов стабильной частоты цифровым счетчиком импульсов за этот интервал. Основные узлы ПНК имеют следующее функциональное назначение. Интегрирующий усилитель выполняет функции генератора линейно-изменяющегося напряжения. Во время рабочего цикла на его вход подается постоянное напряжение от усилителя коррекции и напряжение на выходе ИУ линейно возрастает. Сброс ИУ осуществляется с ТУ. Осциллограмма напряжения на выходе ИУ приведена на рис. 12.

Компаратор нулевой фиксирует момент прохода линейно-изменяющегося напряжения через нуль, т. е. выдает импульс при выходном напряжении ИУ, равном нулю (рис. 13).

Компаратор сигнальный фиксирует момент равенства линейно-изменяющегося напряжения входному напряжению ПНК (рис. 14) и вырабатывает сигнал «запись», поступающий на запоминающее устройство.

Компаратор опорный вырабатывает сигнал при равенстве линейно-изменяющегося напряжения опорному напряжению (рис. 15).

Компаратор цифровой срабатывает при состоянии счетчика импульсов 1800.

Усилитель коррекции представляет собой интегрирующий усилитель с большой постоянной времени и служащий для изменения крутизны линейно-изменяющегося напряжения в ту или другую сторону в зависимости от знака сигнала коррекции, подаваемого на его вход от цифрового компаратора. УК имеет два режима работы: «хранение» и «коррекция».

Переключение режима осуществляется триггером управления с помощью электронного ключа, замыкающего и размыкающего входы УК.

В режиме «хранение» (рабочий цикл ПНК) входы УК замкнуты и напряжение на его выходе практически не изменяется. В режиме «коррекция» входы УК разомкнуты и он работает как интегрирующий усилитель: напряжение на его выходе медленно либо увеличивается, либо уменьшается, в зависимости от знака сигнала коррекции.

Триггер управления управляет работой ПНК и представляет собой триггер с отдельным запуском, на один вход которого по-

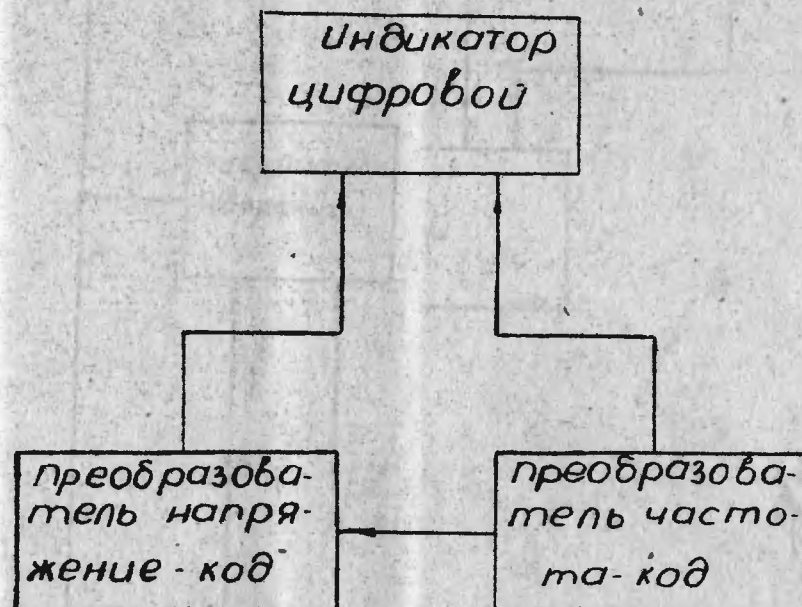


РИС.10. СТРУКТУРНАЯ СХЕМА СОЕДИНЕНИЯ ИНДИКАТОРА ЦИФРОВОГО С ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЕМ ЧАСТОТА-КОД С ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЕМ НАПРЯЖЕНИЕ-КОД

ступает сигнал от компаратора нулевого, на второй — через схему ИЛИ от компаратора опорного и цифрового.

Счетчик импульсов служит для подсчета импульсов стабильной частоты от генератора импульсов, находящегося на плате ПЧК. В момент срабатывания сигнального компаратора результат счета, пропорциональный измеряемому напряжению, переписывается из счетчика в запоминающее устройство, с которого информация параллельным кодом поступает на цифровой индикатор, где отображается в цифровой форме.

Запоминающее устройство служит для хранения результата измерения. Обновление информации в запоминающем устройстве осуществляется при каждом рабочем цикле линейно-изменяющегося напряжения. Работа ПНК происходит в следующей последовательности. В начальный момент счетчик импульсов и триггер управления находятся в нулевом состоянии, напряжение на выходе интегрирующего усилителя равно нулю, сигнал «сброс» на интегрирующий усилитель отсутствует.

Схема И открыта сигналом с инверсного выхода триггера управления и импульсы с генератора импульсов, находящегося на плате ПЧК, начинают поступать через схему И на счетчик импульсов.

В момент равенства выходного напряжения ИУ измеряемому напряжению срабатывает сигнальный компаратор и происходит перепись содержимого счетчика импульсов в запоминающее устройство параллельным кодом.

Счет импульсов продолжается и заканчивается по сигналу с ТУ, который через схему ИЛИ опрокидывается при срабатывании опорного или цифрового компараторов. В зависимости от причины переключения ТУ (воздействие сигнала с опорного или цифрового компаратора) устанавливается знак сигнала коррекции, влияющий на крутизну выходного напряжения интегрирующего усилителя, причем, знак сигнала коррекции подобран таким образом, что длительность интервала между началом счета и концом счета автоматически поддерживается соответствующей времени заполнения счетчика до 1800. Этим обеспечивается автоматическая коррекция крутизны линейно-изменяющегося напряжения.

Сигналом с прямого выхода ТУ производится сброс интегрирующего усилителя и усилитель коррекции переводится в режим «коррекция».

При выходном напряжении интегрирующего усилителя, равном нулю, срабатывает нулевой компаратор и вырабатывается сигнал «сброс», по которому триггер управления и счетчик импульсов устанавливаются в нулевое состояние.

Сигналом с триггера управления открывается схема И на входе счетчика импульсов, усилитель коррекции переводится в режим «хранение» и отключается сигнал «сброс» интегрирующего усилителя.

При этом начинается новый цикл работы преобразователя напряжения—код.

5.2.9.2. Электрическая схема ПНК приведена на рис. 10, альбом 2.

Компараторы опорный, нулевой и сигнальный выполнены на операционных усилителях ИМС D12, D10, D7 по одинаковым схемам.

Компаратор цифровой представляет собой трехходовую схему совпадения, выполненную на микросхеме D1-1.

Источник опорного напряжения выполнен на стабилитроне VD10. Ток через стабилитрон задается стабилизатором тока, выполненном на транзисторах VT6, VT7. Опорное напряжение снимается с делителя на резисторах R38, R40.

Триггер управления, представляющий собой PS триггер, построен на элементах И-НЕ микросхем D11-2, D11-3.

Схемы ИЛИ и И построены также на элементах И-НЕ на микросхемах D3-1, D11-4 и D1-2.

Усилитель коррекции построен на операционном усилителе ИМС D6, охваченном емкостной обратной связью (конденсатор C6), с истоковыми повторителями (D13), служащими для повышения входного сопротивления усилителя коррекции. Резистор R15 (БАЛАНС) служит для компенсации смещения нуля усилителя коррекции. На интегральном прерывателе (ИМС D2) построен электронный ключ, замыкающий входы усилителя коррекции и служащий для задания режима его работы.

В режиме хранения входы УК замкнуты через интегральный прерыватель (ИМС D2).

В режиме «коррекция» на один из входов со стабилитрона VD2 поступает напряжение 1,9 В; на второй вход УК подается сигнал с выхода D3-2. Если срабатывает цифровой компаратор, то на выходе D3-2 появляется логическая единица (3 В).

Под действием этого напряжения напряжение на выходе D6 возрастает.

Если срабатывает опорный компаратор, то на выходе D3-2 — логический нуль (0,5 В) и напряжение на выходе D6 уменьшается.

Величина выходного напряжения УК определяет крутизну линейно-изменяющегося напряжения; при увеличении выходного напряжения УК крутизна увеличивается, при уменьшении — уменьшается.

Интегрирующий усилитель построен на операционном усилителе ИМС D9 и транзисторе VT5, охвачен емкостной обратной связью (конденсатор C12). Резистор R22 (УСТ. КРУТИЗНЫ) служит для начальной установки крутизны линейно-нарастающего напряжения.

На транзисторе VT1, диоде VD1 собран диодно-транзисторный ключ, через который осуществляется сброс интегрирующего усилителя.

Счетчик импульсов состоит из трех декад и дополнительного двоичного разряда. Каждая декада построена на двоично-десятичных счетчиках ИМС D13. Дополнительный двоичный разряд построен на триггере микросхемы D4.

Запоминающее устройство построено на Д-триггерах микросхем D14, D15 и части микросхемы D5. На информационные входы Д-триггеров подаются сигналы от счетчика импульсов, а на синхровходы — сигнал «запись».

На микросхеме D8 собраны усилители — формирователи импульсов «сброс» и «запись».

5.2.9.3. Описание работы и принцип действия ПЧК.

Преобразователь частота — код преобразует измеряемую частоту в двоично-десятичный код.

Структурная схема ПЧК представлена на рис. 16.

Принцип измерения частоты заключается в подсчете числа периодов T_x измеряемой частоты f_x за образцовый промежуток времени T_0 . Измеряемая частота f_x через схему И1 поступает на счетчик импульсов, состоящий из трех декад и дополнительного двоичного разряда. На второй вход схемы И1 поступает стабильный интервал T_0 . Так как весь диапазон измеряемых частот поделен на 3 предела, необходимо три стабильных интервала измерения частоты. В данном случае интервалы измерения частоты задаются кварцевым генератором через делители частоты (делитель на 16, делитель на 10, делитель на 10) и систему элементов И3, И4, И5, ИЛИ, Тг1.

При измерении частоты осуществляется автоматический выбор предела путем анализа содержимого старшего и дополнительного разрядов счетчика, с которых сигналы поступают на узел управления счетом реверсивного счетчика, где определяется нужно ли переключение предела и при необходимости переключения пределов подается сигнал на разрешение счета реверсивному счетчику.

Реверсивный счетчик представляет из себя обычный 2-разрядный двоичный счетчик, который может работать как на сложение, так и на вычитание, и предназначен для управления переключением пределов. Направление счета (сложение или вычитание) реверсивного счетчика определяет сигнал, подаваемый на реверсивный счетчик с выхода дополнительного разряда счетчика импульсов. Реверсивный счетчик может принимать состояния 00, 01, 10.

Изменение состояния реверсивного счетчика от состояния 00 к состоянию 10 (режим сложения реверсивного счетчика) соответствует переходу от точного предела измерения к более грубому. Изменение состояния реверсивного счетчика от 10 к 00 (режим вычитания реверсивного счетчика) соответствует переходу от грубого предела к более точному. Таким образом, при состоянии реверсивного счетчика 00 на вход схемы И1 подается самый большой интервал измерения, при состоянии реверсивного счетчика 10

подается самый короткий интервал измерения, при состоянии 01 — средний интервал измерения частоты. Возможны три режима работы системы выбора предела измерения частоты:

— измеряемая частота соответствует выбранному пределу; в этом случае на узел управления счетом реверсивного счетчика подается импульс со старшего разряда счетчика, а сигнал переполнения с дополнительного разряда (двоичного) отсутствует. Узел управления счетом не дает команды на изменение состояния реверсивного счетчика, следовательно, выбранный предел сохраняется;

— измеряемая частота соответствует более грубому пределу измерения; в этом случае на узел управления счетом реверсивного счетчика подаются сигналы со старшего и дополнительного разрядов счетчика, при этом узел управления счетом реверсивного счетчика дает команду на изменение состояния реверсивного счетчика. В то же время на реверсивный счетчик подается сигнал переполнения (сигнал с дополнительного разряда основного счетчика) и реверсивный счетчик начинает работать в режиме сложения, при этом включается более старший предел измерения (менее точный);

— измеряемая частота соответствует пределу более точному: в этом случае узел управления так же дает команду на изменение состояния реверсивного счетчика, но при этом на реверсивный счетчик не поступает сигнал с дополнительного разряда счетчика; реверсивный счетчик начинает работать на вычитание и включается более точный предел измерения.

Сигналы, несущие информацию о возможных состояниях реверсивного счетчика (состояния 00, 01, 10), подаются на входы схем ИЗ, И4, И5. Таким образом, в зависимости от того, в каком состоянии находится реверсивный счетчик, будет открыта одна из схем совпадения ИЗ, И4, И5 и через собирательную схему ИЛИ на синхровход триггера Tr1 будет проходить одна из последовательностей импульсов T_{01} , T_{02} или T_{03} . Триггер Tr1 будет изменять свое состояние от каждого импульса поступающей на его вход последовательности. Таким образом на выходе триггера Tr1 формируется интервал измерения, равный периоду повторения импульсов T и его входе.

Для записи информации об измеряемой величине используется инвертированный сигнал интервала измерения (сигнал «запись»). По сигналу «запись» содержимое счетчика импульсов переносится в запоминающее устройство, откуда в виде двоично-десятичного кода поступает в цифровой индикатор. Сброс счетчика осуществляется сигналом «сброс». В качестве сигнала «сброс» используется сигнал «запись», задержанный на время переходных процессов в триггерах памяти.

В схеме предусмотрена блокировка входа ПЧК. Блокировка входа срабатывает при появлении импульса переполнения в дополнительном разряде счетчика, при этом на вход счетчика импульсы

перестают поступать и происходит переключение на более грубый предел.

Одним из источников погрешности измерения является несинхронность начала измерения с измеряемой частотой. Эта погрешность может достигать 1 знака младшего разряда. Хотя это не выходит за пределы заданной погрешности, но может привести к нестабильным показаниям младшего разряда, что нежелательно. Поэтому в схеме ПЧК введены два дополнительных делителя на десять: один после генератора импульсов, другой перед счетчиком импульсов. Это увеличивает время измерения в 10 раз, но уменьшает погрешность дискретности в 10 раз.

5.2.9.4. Электрическая схема ПЧК приведена на рис. 11, альбом 2.

Генератор импульсов построен на логических элементах микросхемы D3. В данном случае каждый из двух логических элементов D3-1 и D3-2 через резисторы R1 и R2 соответственно охвачены отрицательной обратной связью, за счет которой эти элементы выводятся в линейный режим. Два элемента при последовательном соединении дают фазовый сдвиг, равный 360° . Замыкая петлю обратной связи через кварцевый резонатор, получаем генератор с мягким возбуждением.

Делители частоты построены на микросхемах D9, D11, D13. На микросхемах D4, D7 (делители на 10) построены дополнительные делители, служащие для уменьшения погрешности дискретности.

Микросхема D9 представляет собой двоичный счетчик, с помощью которого осуществляется деление на 16. Каждая из микросхем D11, D13 представляет собой двоично-десятичный счетчик, который осуществляет деление на 10. Счетчик импульсов состоит из трех декад и дополнительного разряда. Каждая декада построена на двоично-десятичном счетчике D18 (делитель на 10). Дополнительный разряд счетчика выполнен на Д-триггере (микросхема D12).

Запоминающее устройство построено на Д-триггерах (микросхемы D19, D20, счетных декад CD1, CD2, CD3 и микросхема D12-2 для дополнительного разряда счетчика), на информационные входы которых подается информация с выходов счетчика, а на синхровход — сигнал «запись». По этому сигналу информация с выхода счетчика переписывается в запоминающее устройство. На ИМС D6 собраны усилители — формирователи сигналов «сброс» и «запись».

Двухразрядный реверсивный счетчик построен на двух синхронизированных j-к триггерах ИМС D8. j-к триггеры управляются сигналами на входах j-к, а переключение триггера из одного состояния в другое осуществляется при поступлении синхроимпульса на синхровход. Синхровходы обоих триггеров соединены между собой.

Узел управления счетом реверсивного счетчика построен на микросхемах D2, D5-1, который вырабатывает сигнал о необходимости переключения предела (сигнал разрешения счета реверсивного счетчика). На входе реверсивного счетчика установлен ключ, построенный на микросхеме D1-2. На один его вход подается сигнал разрешения счета с узла управления счетом реверсивного счетчика. На второй вход ключа подаются импульсы сброса счетчика импульсов.

На элементах D10-1, D10-2, D10-4 построена схема, управляющая направлением счета реверсивного счетчика (сложение или вычитание), которая подключает на j-к входы старшего триггера реверсивного счетчика прямой либо инверсный выход младшего триггера в зависимости от направления счета; управляется схема управления направлением счета с выхода элемента памяти дополнительного триггера основного счетчика D12-2.

Сигналы с реверсивного счетчика поступают на дешифратор, собранный на ИМС D14, а с него на схему формирования интервалов (U3, U4, U5, ИЛИ, Tr1), собранную на ИМС D15, D16, D17.

5.2.9.5. Описание работы и принципа действия индикатора цифрового 3.000.001.

Электрическая схема цифрового индикатора представлена на рис. 9, альбом 2.

Измеряемая частота в виде двоично-десятичного кода с выхода ПЧК или измеряемое напряжение в виде двоично-десятичного кода с выхода ПНК подается на вход цифрового индикатора, где с помощью дешифраторов преобразуется в семисегментный код, управляющий светодиодными цифровыми индикаторами.

До подачи измеряемого сигнала на вход прибора цифровыми индикаторами высвечивается значение частоты гетеродина прибора (режим ПЧК). При подаче сигнала и установке уровня, соответствующего зоне работы АСУ (загоранию индикаторов НОРМА), цифровые индикаторы высвечивают значение измеряемой модуляции (режим ПНК).

Сигнал с ПЧК или ПНК поступает на один из входов коммутатора на микросхемах D5, D6. На другой вход поступает сигнал с компараторов АСУ УПЧ через эмиттерный повторитель (VT2, VT3) и микросхему D1. С выхода коммутатора на дешифраторы сигнал проходит с ПЧК или ПНК в зависимости от сигналов с компараторов АСУ УПЧ, т. е. в зависимости от наличия логической единицы на выводах 9, 10 или 8 микросхемы D1-3: при наличии логической единицы на выводах 9, 10 микросхемы D1-3 проходит сигнал с ПНК, на выводе 8 — сигнал ПЧК. Дешифраторы построены на микросхемах D7, индикаторы — на D8.

Кроме цифр индикаторы высвечивают запятую, положение которой определяется включенным пределом измерения. Индикация запятой с ПЧК или ПНК определяется микросхемой D3, управляемой теми же компараторами АСУ УПЧ. С помощью

ключа, построенного на транзисторе VT1 и логических элементах микросхемы D2, осуществляется управление запятой ПНК.

На транзисторе VT4 собран ключ, управляющий работой индикатора (D9) дополнительного разряда счетчика импульсов ПНК. Если в дополнительном разряде «1», то транзистор T4 насыщен и на индикаторе горит цифра 1. Если в дополнительном разряде «0», то T4 заперт и индикатор не горит.

При необходимости контроля частоты гетеродина в режиме измерения модуляции нажимается кнопка КОНТРОЛЬ ГЕТЕР; при этом вход микросхемы D1-3 закорачивается (на выводе 8 — логическая единица) и дается разрешение на прохождение сигнала ПЧК.

При установке нуля цифрового индикатора (кнопка УСТ. 0,01 нажата) на разъем XP1/B подается напряжение —27 В, изменяется логическое состояние на выводе 5 микросхемы D1-2 и цифровой индикатор подключается к ПНК. Для развязки источников —27 В и +5 В в схему прибора введен диод (D7 в плате детектора амплитудного 2.204.003).

5.2.9.6. Автоматическое переключение пределов ЦИМ.

Для уменьшения погрешности измерения прибора весь диапазон измеряемых величин разбит на 3 предела: $1 \div 15$; $15 \div 150$; $150 \div 1500$. В режиме АМ используются только первые два предела. Переключение пределов $1 \div 15$ и $15 \div 150$ осуществляется с помощью масштабного усилителя детектора амплитудного 2.204.003 (см. рис. 5а); предел $150 \div 1500$ включается с помощью масштабного усилителя дискриминатора частотного 2.204.002 только в режиме ЧМ. Переключение пределов осуществляется автоматически при превышении величины измеряемого сигнала уровня максимального значения предела; при этом изменяется коэффициент усиления масштабного усилителя в 10 раз и положение запятой в ЦИМ.

При изменении измеряемой величины срабатывают компаратор фильтра входного 2.067.016 и компараторы калибратора 2.085.003 (работа компараторов описана выше), в результате чего на контактах XP1/I (переключение запятой ПНК) и XP1/G (исключение запятой ПНК) индикатора цифрового 3.000.001 появляются следующие уровни напряжений.

В режиме АМ при КАМ $1 \div 15\%$ на контакте XP1/I —3 В, на контакте XP1/G +2,5 В; при КАМ $15 \div 100\%$ на контакте XP1/I +10 В, на контакте XP1/G +2,5 В.

В режиме ЧМ при девиации $1 \div 15$ кГц и $15 \div 150$ кГц уровни напряжений аналогичны режиму АМ. При девиации $150 \div 500$ кГц на контакте XP1/I +10 В, на контакте XP1/G около нуля.

Уровни напряжений на контактах XP1/I и XP1/G управляют работой дешифратора положения запятой ПНК цифрового индикатора 3.000.001. Дешифратор положения запятой ПНК выполнен на транзисторе VT1 и ИМС D1. При подаче напряжения —3 В

(логический нуль) на контакт ХР1/1 транзистор VT1 закрывается, напряжение на его коллекторе +5 В, напряжение на выходе инвертора (ИМС D2-3) около нуля и засвечивается запятая в третьем разряде (например 14,00); при этом на выходе схемы совпадения (ИМС D2-4) будет напряжение +3,5 В и запятая во втором разряде не засвечивается (запятая засвечивается при подаче на выход 6 цифрового индикатора нулевого потенциала).

При подаче напряжения +10 В (логическая единица) на контакт ХР1/1 и +2,5 В на контакт ХР1/Г транзистор VT1 открывается, на выходе инвертора (ИМС D2-3) появляется высокий потенциал и запятая в третьем разряде гаснет. На выходе схемы совпадения (ИМС D2-4) будет нулевой потенциал и засветится запятая во втором разряде (например, 100,0). При подаче напряжения +10 В на контакт ХР1/1, а на контакт ХР1/Г нулевого напряжения запятые не засвечиваются (например, 500).

5.2.10. Блок питания 2.087.019 (рис. 5, альбом 2).

Блок питания включает в себя пять источников постоянных стабилизированных напряжений. Технические характеристики блока питания приведены в табл. 4.

Таблица 4

Клеммы выходного разъема ХР2	Номинал выходного напряжения (В)	Номинальный ток нагрузки (А)	Напряжение пульсаций, среднеквадратическое значение не более (мВ)
13—14,4—12	$+5 \pm 0,15$	1,3	10
5,4—12	$+5,2 \pm 0,1$	0,17	10
15,6	$+12,0 \pm 0,12$	0,5	1,0
7,6	$-12,0 \pm 0,12$	0,3	1,0
8,6	$-27 \pm 0,27$	0,31	2

Все стабилизаторы выполнены по линейной компенсационной схеме с последовательным включением регулирующего транзистора.

Стабилизированный источник 5,2 В включает в себя выпрямитель VD1...VD4, фильтр C5, регулирующий транзистор VT1, усилитель постоянного тока А3. Напряжение на вход выпрямителя подается с обмотки 15—16 трансформатора TV1.

Усилитель постоянного тока А3 5.032.025, электрическая схема которого приведена на рис. 12, альбом 2, выполнен по дифференциальной схеме на транзисторах VT4, VT5; опорное напряжение подается от источника +12 В через делитель R4, R7. Напряжение обратной связи подается с делителя напряжения R9...R11,

включенного на выход стабилизатора. Для увеличения стабильности выходного напряжения питание коллекторной цепи транзистора VT5 осуществляется через токостабилизирующий двухполусилик VD1, VT1, R1, R2. В схеме имеется защита от перегрузок и коротких замыканий на выходе, выполненная на резисторах R5, R6 и транзисторе VT3. Датчиком схемы защиты является резистор R3 (2.087.019 ЭЗ). Защита обеспечивает автоматическое возвращение в рабочее состояние при устранении перегрузки на выходе стабилизатора.

Регулировка выходного напряжения осуществляется переменным резистором R10. Конденсаторы C1...C6 повышают устойчивость работы схемы.

Напряжение источника 5 В снимается с выхода 5,2 В через гасящий резистор R2.

Стабилизированный источник +12 В включает в себя выпрямитель VD5...VD8, фильтр C6, предохранитель FU1, регулирующий транзистор VT2 и усилитель постоянного тока А4. Напряжение на вход выпрямителя подается с обмотки 5—6 трансформатора TV1.

Стабилизированный источник —12 В включает в себя выпрямитель А1 (выводы 1, 2, 3, 4), фильтр C7, предохранитель FU2, регулирующий транзистор VT3 и усилитель постоянного тока А5. Напряжение на вход выпрямителя подается с обмотки 31—32 трансформатора TV1.

Стабилизированный источник +27 В включает в себя выпрямитель А1 (выводы 5, 6, 7, 8), фильтр А2, регулирующий транзистор VT4, усилитель постоянного тока А6. Напряжение на вход выпрямителя подается с обмотки 35—36 трансформатора TV1.

Усилители постоянного тока А4, А5, А6 выполнены по схеме, аналогичной схеме усилителя постоянного тока А3. Источник опорного напряжения в усилителях А4, А5 выполнен на стабилитроне VD2, в усилителе А6 — на стабилитронах VD2, VD3.

На выходе источника —12 В включен счетчик времени наработки РТ1 емкостью 2500 часов.

Переключатель SA1 предназначен для коммутации первичных обмоток трансформатора TV1 при изменении рода питающей сети. Для защиты трансформатора TV1 в схеме установлены сетевые предохранители FU3, FU4 (установлены в крайних контактах сетевой вилки на задней панели прибора).

На рисунках 18—29 приведены электрические схемы интегральных микросхем, на которых построена схема прибора.

5.3. Конструкция.

Измеритель модуляции, внешний вид которого показан на рис. 1, выполнен в виде отдельного переносного прибора бесфутлярной конструкции. Элементы корпуса прибора скрепляются между собой винтами. Передняя и задняя несущие панели крепят-

ся к составным боковым стенкам. Чтобы вскрыть прибор, необходимо его распломбировать, отвинтить винты на задней панели и снять верхнюю и нижнюю крышки. Для удобства эксплуатации на боковой стенке закреплена ручка для переноса.

В заднюю панель прибора вмонтирован электрохимический счетчик (ресурсомер) типа ЭСВ-2,5-12,6, предназначенный для определения суммарного времени наработки прибора при его настройке, испытаниях и эксплуатации (счетчик может отсутствовать).

Отсчет наработанного времени производится по делению шкалы, против которого находится мениск правого столбика ртути.

Если зазор между столбиками ртути достиг 90—95 (не более) всей шкалы, нужно изменить направление отсчета путем смены полярности питания счетчика. При этом отсчет будет производиться в обратном порядке.

Прибор смонтирован по блочно-узловому принципу и состоит из следующих составных частей:

- узел печатных плат;
- преобразователь частоты (A1);
- блок питания (A11).

Узел печатных плат представляет из себя кассетную конструкцию. Кассета состоит из двух боковых стенок и штампованных экранов. Экраны крепятся к боковым стенкам, образуя жесткую конструкцию.

Печатные платы типоразмера 180×90 мм вставляются в разъемы типа РГ1Н, которые впаяются в коммутационную плату, и фиксируются в вертикальном положении с помощью пластмассовых направляющих, которые закреплены на боковых стенках. Для удобства работы на платах закреплены поворотные рычаги.

На печатных платах скомпонованы следующие функциональные узлы:

- калибратор (A2);
- усилитель промежуточной частоты (A4);
- фильтр входной (A3);
- дискриминатор частотный (A5);
- детектор амплитудный (A6);
- преобразователь частота—код (A8);
- преобразователь напряжение—код (A7);
- индикатор цифровой (A9).

Преобразователь частоты — литая алюминиевая конструкция, состоящая из корпуса и крышки. Корпус имеет отдельные отсеки для размещения в них печатных плат. Преобразователь частоты размещается в левой половине прибора. Блок питания расположен на задней панели прибора по всей ее высоте.

Способы снятия блоков и узлов измерителя модуляции просты и не требуют специальных указаний.

6. МАРКИРОВАНИЕ И ПЛОМБИРОВАНИЕ

6.1. Наименование и условное обозначение прибора нанесены в левой верхней части лицевой панели. Условное обозначение проставлено также в левом верхнем углу правой боковой стенки корпуса.

6.2. Заводской порядковый номер прибора и год изготовления расположены в левом верхнем углу задней панели.

6.3. Все элементы и основные части, установленные на панелях, печатных платах прибора, имеют маркировку позиционных обозначений в соответствии с позиционными обозначениями перечней элементов принципиальным электрическим схемам.

6.4. Прибор пломбируется мастичными пломбами, которые устанавливают на задней и передней панелях.

7. ОБЩИЕ УКАЗАНИЯ ПО ЭКСПЛУАТАЦИИ

7.1. После длительного хранения следует произвести внешний осмотр, опробование, а затем поверку метрологических параметров согласно разделу 12.

7.2. При внешнем осмотре необходимо проверить:

- сохранность пломб;
- комплектность согласно табл. 3;
- отсутствие видимых механических повреждений, влияющих на точность показаний прибора;
- наличие и прочность крепления органов управления и комплектации, точность фиксации их положений, плавность вращения ручек органов настройки, наличие предохранителей и т. п.;
- чистоту гнезд, соединителей и клемм.

7.3. При эксплуатации вентиляционные отверстия на корпусе прибора не должны закрываться посторонними предметами.

7.4. Сделать отметку в формуляре о начале эксплуатации и записать показания счетчика наработки. В процессе эксплуатации показания счетчика периодически записывают в формуляр. До включения прибора необходимо ознакомиться с разделами 8, 9.

8. УКАЗАНИЕ МЕР БЕЗОПАСНОСТИ

8.1. По требованию к электробезопасности прибор удовлетворяет нормам ГОСТ 12.2.007.0—75, класс защиты 1.

8.2. При ремонте прибора не допускать соприкосновения с токонесущими элементами, так как в приборе имеется переменное напряжение 220 В и постоянное напряжение 27 В. Замена деталей и предохранителей должна проводиться только при обесточенном приборе.

9. ПОДГОТОВКА К РАБОТЕ

9.1. Перед началом работы следует внимательно изучить техническое описание и инструкцию по эксплуатации, а также озна-

комиться с расположением и назначением органов управления и контроля на передней и задней панелях прибора (п. 5.2.2).

9.2. Разместить прибор на рабочем месте, обеспечив удобство работы и условия естественной вентиляции.

9.3. Поставить переключатель 115V, 400 Hz; 220V, 400 Hz; 220V, 50 Hz на задней панели прибора в соответствующее положение, для чего: ослабить винты, крепящие фиксатор, поднять его вверх до упора; после установки переключателя в нужное положение фиксатор опустить вниз и закрепить винтами.

9.4. Подсоединить шнур питания к сети. Тумблер включения сети должен находиться в нижнем положении.

10. ПОРЯДОК РАБОТЫ

10.1. Подготовка к проведению измерений.

10.1.1. Соединить кабелем 4.851.081-1 розетки СМЕСИТ. (ХРЗ) и ГЕТ. (ХР4) на задней панели прибора в случае работы от внутреннего гетеродина прибора. При работе от внешнего гетеродина на розетку СМЕСИТ. необходимо подать напряжение от внешнего гетеродина с уровнем 1—1,5 В.

Примечание. При подсоединении кабелей к прибору должны быть приняты меры, не допускающие прокручивания кабеля относительно соединителя в ответной части.

10.1.2. Установить органы управления в следующие положения:

- тумблер АПЧ — в нижнее положение;
 - переключатель ДИАПАЗОНЫ МНz — в положение 4—8.
- Остальные органы управления могут находиться в произвольном положении.

10.1.3. Тумблер СЕТЬ поставить в верхнее положение; при этом должны засветиться цифровые индикаторы прибора и индикаторная лампочка МАЛО.

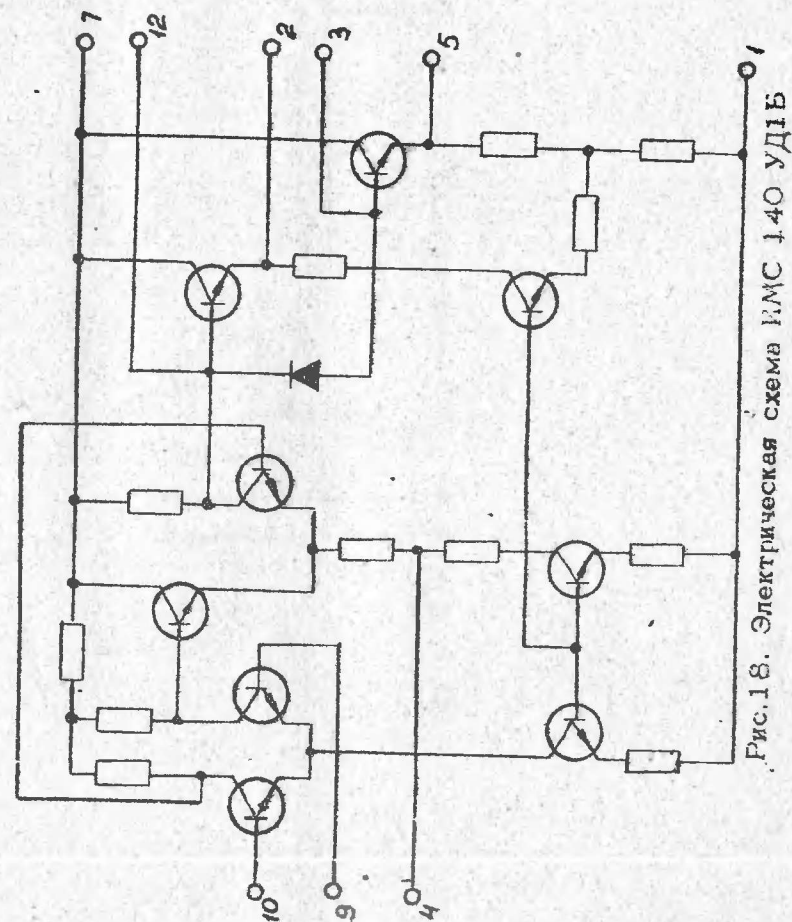
10.1.4. До проведения измерений необходимо прогреть прибор в течение 15 минут.

10.1.5. Проверить исправность работы прибора по следующим признакам:

- при установке переключателя ДИАПАЗОНЫ МНz последовательно в положения 4—8, 8—16, 60—100, 100—170 цифровой индикатор должен высвечивать частоту в пределах включенного диапазона;
- при нажатой кнопке КАЛИБР. должны высвечиваться числа цифрового индикатора 100,0 в положении М% переключателя М%, Δf kHz при вращении оси потенциометра АМ—100,0 и 500 в положении Δf kHz переключателя М%, Δf kHz при вращении оси потенциометра ЧМ—500.

10.1.6. Произвести калибровку прибора:

- поставить переключатель ДИАПАЗОНЫ МНz в положение ВНЕШ. ГЕТ.;



- поставить тумблер $M\%$, Δf kHz в положение $M\%$ в случае измерения коэффициента АМ или в положение Δf kHz в случае измерения девиации частоты;
- установить тумблер ПОЛОСА kHz 20, 60 в положение 20;
- поставить переключатель МОДУЛ. в положение +;
- нажать кнопку УСТ. 0,01 и соответствующим потенциометром установить на цифровом индикаторе значение 0,01;
- нажать кнопку КАЛИБР. и потенциометром АМ—100,0 установить на цифровом индикаторе коэффициент АМ 100,0% в положении $M\%$ тумблера $M\%$, Δf kHz или потенциометром ЧМ—500 установить девиацию частоты 500 кГц в положении Δf kHz тумблера $M\%$, Δf kHz.

10.2. Проведение измерений.

10.2.1. Прибор обеспечивает следующие режимы работ:

- измерение девиации частоты;
- измерение коэффициента АМ;
- измерение коэффициента гармоник модулирующего напряжения высокочастотного сигнала.

10.2.2. Настройка прибора на измеряемый сигнал независимо от режима работ производится следующим образом:

— подать на разъем $\rightarrow$ 2,5V МАКС. измеряемый ВЧ сигнал с уровнем не превышающим 2,5 В и не ниже чувствительности прибора;

— поставить переключатель ДИАПАЗОНЫ МГц в нужное положение. На участках $16 \div 60$ МГц и $170 \div 1000$ МГц настройка производится на гармониках гетеродина (при этом следует выбрать меньший номер гармоники). Вращением ручки НАСТРОЙКА против часовой стрелки от правого упора добиться засвечивания индикаторных лампочек МАЛО, МНОГО. При этом при нажатии кнопки КОНТРОЛЬ ГЕТЕР. цифровые индикаторы должны высвечивать примерно частоту гетеродина, отличающуюся от частоты сигнала на 1 МГц. Продолжая медленное вращение ручки НАСТРОЙКА, добиться засвечивания индикаторных лампочек ВЫШЕ, НИЖЕ. При засвеченной лампочке ВЫШЕ частоту гетеродина надо уменьшить, при засвеченной лампочке НИЖЕ — увеличить.

При плавном изменении частоты внутреннего гетеродина ручкой НАСТРОЙКА постоянная составляющая импульсов U на выходе частотного дискриминатора будет изменяться в соответствии с рис. 30.

Работа возможна при настройке на прямой канал ($f_{пр.пр} = f_r - f_c$) и на зеркальный канал ($f_{пр.зерк} = f_c - f_r$). Следует учитывать, что при переходе с прямого канала на зеркальный знак модуляции (+ или —) в режиме измерения девиации частоты изменяется на обратный.

При настройке на прямой канал и при включении тумблера АПЧ происходит удержание частоты гетеродина. При настройке на зеркальный канал удержания частоты гетеродина не происходит. Цифровой индикатор индицирует частоту первой гармоники гетеродина. Частота сигнала ниже частоты гетеродина на 1 МГц при настройке на прямой канал и выше частоты гетеродина на 1 МГц при настройке на зеркальный канал. При работе с внешним гетеродином переключатель ДИАПАЗОНЫ МНz установить в положение ВНЕШ. ГЕТ., сигнал с уровнем 1—1,5 В (20—40 мВт) от внешнего гетеродина подать на розетку СМЕСИТ. на задней панели прибора. Произвести настройку прибора по частотной шкале внешнего гетеродина при выключенном тумблере АПЧ. Индикация настройки, измерение девиации частоты и КАМ осуществляется так же, как и при работе с внутренним гетеродином.

Примечания:

1. Настройку прибора на частоту сигнала следует производить при выключенном тумблере АПЧ. После этого включить тумблер АПЧ и, если не горит одна из лампочек НИЖЕ, ВЫШЕ, необходимо произвести подстройку ручкой НАСТРОЙКА.

2. При работе на гармониках частота гетеродина определяется по формуле:

$$f_r = \frac{f_c + 1}{n},$$

где f_c — частота сигнала, на которой производится измерение,

n — минимальный номер гармоники, при котором обеспечивается настройка в пределах, указанных на передней панели прибора диапазонов.

(например, $f_c = 50$ МГц; $f_r = \frac{50+1}{4} = 12,75$).

3. Если при подаче сигнала с уровнем, находящимся в пределах динамического диапазона прибора, наблюдается погасание лампочки МАЛО, то необходимо подать исследуемый сигнал через делитель 2.151.004 (из комплекта прибора).

4. При работе в диапазоне частот от 0,15 до 4 МГц (режим АМ) настройка на частоту входного сигнала не требуется (засвечивание индикаторных лампочек ВЫШЕ, НИЖЕ может быть произвольным), а уровень входного сигнала должен быть таким, чтобы лампочки МАЛО и МНОГО были засвечены.

10.2.3. Измерение девиации частоты:

— выбрать нужную полосу по модулирующим частотам переключением тумблера ПОЛОСА кНz 20, 60. Необходимо помнить, что максимальное количество воспроизводимых прибором гармоник равно целой части отношения 60 кГц к частоте первой гармоники модулирующего сигнала;

— поставить тумблер М%, Δf кНz в положение Δf кНz;

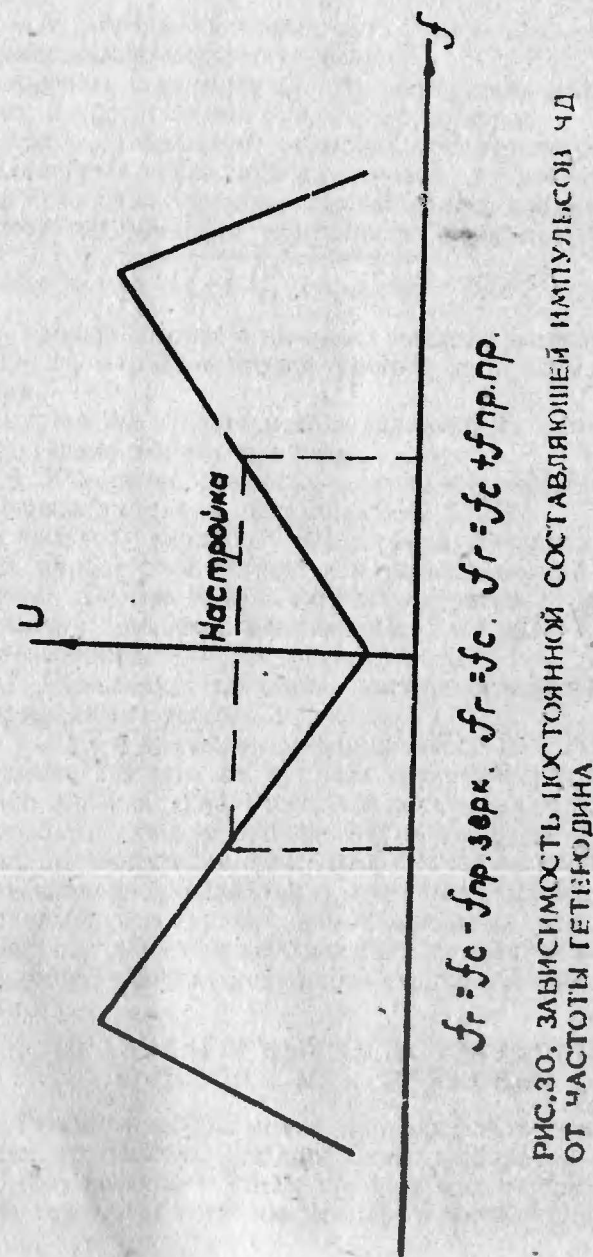
— поставить тумблер МОДУЛ. в положение + или — в зависимости от необходимости измерения положительной или отрицательной полуволны модулирующего напряжения;

— отсчитать по цифровому индикатору измеряемую девиацию частоты.

10.2.4. Измерение коэффициента амплитудной модуляции:

— поставить тумблер М%, Δf кНz в положение М%;

— проделать операции аналогично п. 10.2.3 и отсчитать по цифровому индикатору коэффициент АМ.



Для уменьшения погрешности измерения малых значений КАМ (<5%) необходимо при выключенной модуляции измеряемого объекта установить уровень измеряемого сигнала таким, при котором отсчет ЦИМ будет минимальный. Коэффициент гармоник огибающей измеряемого сигнала не должен превышать 2%.

10.2.5. Измерение коэффициента гармоник модулирующего напряжения высокочастотного сигнала:

— подключить к разъему $\ominus$ НЧ измеритель нелинейных искажений или низкочастотный анализатор спектра;

— измерить коэффициент гармоник при использовании измерителя нелинейных искажений или уровня второй, третьей и т. д. гармоник при использовании низкочастотного анализатора спектра и подсчитать коэффициент гармоник по формуле (3):

$$Kf = \frac{1}{U_1} \sqrt{U_2^2 + U_3^2 + \dots + U_n^2} \cdot 100\%, \quad (3)$$

где U_1 — уровень первой гармоники частоты модуляции;

U_2, U_3, U_n — уровень второй, третьей, n-ой гармоники частоты модуляции.

Преимущество второго метода заключается в отсутствии влияния уровня фона и шума прибора.

10.2.6. Измерение девиации частоты и коэффициента АМ при уровне входного сигнала, превышающем 2,5 В.

При уровнях входного ВЧ сигнала, лежащих в пределах 2,5 ÷ 12 В, прибор обеспечивает измерение девиации частоты и коэффициента АМ при подаче сигнала на розетку $\rightarrow$ 2,5 V МАКС через внешний делитель напряжения 2.151.003, находящийся в комплекте прибора.

10.2.7. Измерение девиации частоты и коэффициента АМ в зоне «пораженных» частот.

При работе в диапазоне несущих частот 4—6 МГц могут быть «пораженные» частоты, на которых среднеквадратическое значение уровня фона и шума может превысить допустимые значения. Для отстройки от них необходимо к розетке $\ominus$ НЧ подключить осциллограф и, поворачивая ручку НАСТРОЙКА прибора в пределах зоны засвечивания индикаторных лампочек ВЫШЕ, НИЖЕ, добиться минимального уровня комбинационных составляющих на экране осциллографа при выключенной модуляции входного сигнала; после этого включить модуляцию входного сигнала и произвести измерение.

11. ХАРАКТЕРНЫЕ НЕИСПРАВНОСТИ И МЕТОДЫ ИХ УСТРАНЕНИЯ

11.1. Ремонт прибора может проводиться в специализированных ремонтных органах или поверочных лабораториях.

11.2. Для доступа к узлам прибора при ремонте необходимо отключить прибор от сети; вскрыть его в соответствии с указания-

ми, приведенными в п. 5.3. При необходимости — использовать технологическую плату из комплекта прибора.

11.3. Прежде чем начинать ремонт неисправного узла, необходимо проверить поступление на него входных сигналов и наличие номинальных питающих напряжений.

11.4. При проведении ремонта следует строго выполнять меры безопасности, указанные в разделе 8.

11.5. Перечень наиболее возможных неисправностей и указания по их устранению приведены в табл. 5.

Таблица 5

Наименование неисправности, внешнее проявление и дополнительные признаки	Вероятная причина неисправности	Метод устранения
1. При включении тумблера СЕТЬ не засвечиваются цифровые индикаторы	Неисправен предохранитель Неисправен тумблер СЕТЬ Неисправен кабель питания	Заменить предохранитель Заменить тумблер Отремонтировать кабель питания
2. Прибор работает только в режиме калибровка и при измерении в положениях 0,15—0,22; 0,9—1,5; 0,15—4 переключателя ДИАПАЗОНЫ МГц	Не работает гетеродин Не работает усилитель гетеродина Не работает смеситель	Проверить выходное напряжение гетеродина на разъеме ГЕТ. Проверить режим транзистора VT1 платы смесителя
3. При нажатой кнопке КАЛИБР. не удается установить АМ—100,0 и ЧМ—500. При измерении прибор работает	Неисправен калибратор	Проверить режимы и осциллограммы калибратора
4. Прибор работает, но не индицируется частота	Неисправен делитель частоты Неисправен преобразователь частота—код	Проверить осциллограммы делителя и преобразователя частота—код
5. Частота индицируется, а модуляция нет.	Неисправен преобразователь напряжение—код	Проверить плату преобразователя напряжение—код
6. При нажатой кнопке УСТ. 0,01 цифровой индикатор модуляции не устанавливается в положение 0,01	Неисправен детектор амплитудный	Проверить режим работы ИМС D5 детектора амплитудного

Учитывая данные, приведенные в табл. 5, необходимо прежде всего обнаружить неисправный узел, затем, основываясь на осцил-

лограммы и карты режимов в контрольных точках узла, приведенные в табл. 2, 1 приложения 1, выявить неисправный элемент.

Примечание. Перегоревшие предохранители следует заменить только на предохранители заводского изготовления того же типа и номинала.

В приложении 1 (табл. 3) приведены намоточные данные трансформаторов и катушек индуктивности прибора. После замены неисправного элемента необходимо восстановить влагозащитное покрытие платы лаком УР231.

После ремонта подрегулировку прибора производить в следующей последовательности:

— при нажатой кнопке УСТ. 0,01 соответствующим шлицем установить значение 0,01 ЦИМ; при этом переключатель ДИАПАЗОНЫ МГц должен стоять в положении ВНЕШ. ГЕТ;

— поочередно подавая от аппаратуры К2-34 сигнал с КАМ 80% на модулирующих частотах 1 и 60 кГц и несущей частоте 10 МГц в положении 60 тумблера ПОЛОСА КHz, сравнить показания ЦИМ на этих двух модулирующих частотах. Если показания на модулирующей частоте 60 кГц будут отличаться от показаний на модулирующей частоте 1 кГц более 2%, то необходимо устранить это отличие путем подбора емкости С3 детектора амплитудного;

— переменными резисторами R5 и R38 дискриминатора частотного 2.204.002 установить зону настройки таким образом, чтобы при изменении промежуточной частоты на 40 кГц в обе стороны от номинальной (1 МГц) ручкой НАСТРОЙКА индикаторные лампочки НИЖЕ, ВЫШЕ остались включенными, а на границах расстройки, равной 40 кГц, — выключались (на вход прибора должен быть подключен источник ВЧ сигнала с несущей частотой 6 МГц, а к розетке ВЫХ. ПЧ — электронно-счетный частотомер);

— переменным резистором R37 дискриминатора частотного установить порог компаратора на ИМС D3, при котором выключается индикаторная лампочка НИЖЕ при промежуточной частоте, равной 300 кГц, (отклонение частоты осуществляется ручкой НАСТРОЙКА, а контролируется ЭСЧ, включенным в розетку ВЫХ. ПЧ на задней панели прибора);

— в среднем положении шлица АМ 100,0 переменным резистором R49 УПЧ установить усиление, при котором ЦИМ будет индицировать КАМ 80,0 при подаче на вход прибора от аппаратуры К2-34 сигнала с КАМ 80%.

— переменным резистором R27 УПЧ установить начало зоны работы АСУ, соответствующее уровню входного сигнала 15 мВ при частоте несущей 10 МГц;

— переменным резистором R1 УПЧ установить зону АСУ 16 ± 2 дБ, подавая на вход прибора модулированный ВЧ сигнал частотой 1 МГц с регулируемым выходом и КАМ 80% при выключенном разъеме ХР6 прибора в положении 0,15—4 переключателя ДИАПАЗОНЫ МНЗ;

— переменным резистором R43 УПЧ установить КАМ 100,0 по ЦИМ прибора при включенной кнопке КАЛИБР.;

— переменным резистором R31 калибратора установить уровень калиброванного сигнала, при котором засвечиваются индикаторные лампочки МНОГО, МАЛО при включенной кнопке КАЛИБР.;

— при подаче на вход прибора ВЧ сигнала с калиброванной девиацией (погрешность не хуже 1%) шлицем ЧМ 500 (R2) прибора установить по ЦИМ это значение девиации;

— переменным резистором R63 дискриминатора частотного установить девиацию частоты 500 кГц при включенной кнопке КАЛИБР.;

— переменным резистором R16 фильтра входного установить порог срабатывания компаратора на ИМС D2 так, чтобы при увеличении значения КАМ или девиации переключалась запятая ЦИМ при значении КАМ или девиации, равной 12,00, при подаче на вход прибора сигнала с регулируемой модуляцией или девиацией;

— переменным резистором R2 калибратора установить порог срабатывания компаратора на ИМС D2 так, чтобы при увеличении девиации сигнала ЧМ генератора, поданного на вход прибора, исключалась запятая ЦИМ при девиации 162,0;

— переменным резистором R4 калибратора установить порог срабатывания компаратора на ИМС D4 так, чтобы при уменьшении девиации сигнала ЧМ генератора, поданного на вход прибора, включалась запятая ЦИМ при девиации 148,0;

— переменным резистором R6 калибратора установить порог компаратора на ИМС D5 так, чтобы при уровне входного сигнала 0,35 В на частоте 100 МГц переключалась ступень делителя преобразователя частоты (по характерному щелчку реле);

— переменным резистором R8 детектора амплитудного установить одинаковые показания КАМ 100% в положениях 20, 60 тумблера ПОЛОСА КHz при включенном калибраторе;

— переменным резистором R19 дискриминатора частотного добиться минимальных остаточных показаний ЦИМ в режиме ЧМ при подаче на вход прибора сигнала от аппаратуры К2-34 на несущей частоте 10 МГц с КАМ 60% и модулирующей частоте 20 кГц.

12. ПОВЕРКА ПРИБОРА

Настоящий раздел составлен в соответствии с требованиями ГОСТ 8.299—78 «Измерители коэффициента амплитудной модуляции. Методы и средства поверки» и ГОСТ 8.396—80 «Измерители девиации частоты (девиометры). Методы и средства поверки».

Периодичность поверки прибора не реже одного раза в год.

12.1. Операции и средства поверки.

12.1.1. При проведении поверки должны производиться операции и применяться средства поверки, указанные в табл. 6.

Таблица 6

Номер пункта раздела поверки	Наименование операций, производимых при поверке	Поверяемые отметки	Допускаемые значения погрешностей или предельные значения определяемых параметров	Средства поверки	
				образцовые	вспомогательные
12.3.1	Внешний осмотр				
12.3.2	Опробование				
12.3.3	Определение диапазона несущих частот и погрешности индикации	Крайние и средние точки на каждом поддиапазоне	$\pm (0,005f_c + 100 \text{ кГц} + \text{ед. счета})$	ЧЗ-54 или ЧЗ-38	Г4-93 Г4-107 Г4-76А
12.3.4	Определение чувствительности	0,2; 1; 8; 16; 60; 170; 250; 500; 1000 МГц	50 мВ до 4 МГц; 30 мВ св. 4 до 250 МГц; 50 мВ св. 250 до 500 МГц; 300 мВ св. 500 до 1000 МГц		Г4-93 Г4-107 Г4-76А ВЗ-43 или ВЗ-52/1
	Определение динамического диапазона входных сигналов	100 МГц	40 дБ		

Определение метрологических параметров

12.3.5	Определение уровня фона и шума: режим ЧМ	83,3 МГц 250 МГц 500 МГц 1000 МГц	50 Гц 100 Гц 250 Гц	К2-38	С6-5 или С6-7, ВЗ-43 или ВЗ-52/1
	режим АМ	1 МГц 250 МГц 500 МГц	0,2% 0,3% 0,4%		
12.3.6	Определение основной погрешности измерения девиации частоты	1, 10, 20, 50, 100, 300, 500 кГц	$\pm (0,05\Delta f + \Delta f_{\text{ш}})$	К2-38 ЧЗ-54 или ЧЗ-38	С1-65А
	Определение погрешности измерения девиации частоты в диапазоне модулирующих частот	400 кГц 0,03—20 кГц и 20—60 кГц	$\pm (0,08\Delta f + \Delta f_{\text{ш}})$ $\pm (0,15\Delta f + \Delta f_{\text{ш}})$		
12.3.7	Определение коэффициента гармоник при измерении девиации частоты	30 кГц 100 кГц 150 кГц 500 кГц	0,2% 0,5% 1,0% 2,0%	К2-38	ГЗ-102 С4-48 или СК4-66
12.3.8	Определение коэффициента перехода АМ в ЧМ	$F_M = 20 \text{ кГц}$	300 Гц	К2-34	С1-65А
12.3.9	Определение основной погрешности измерения КАМ	1—95%	$\pm (0,05M + 0,5)$ фильтр 20 кГц; $\pm (0,05M + 1)$ фильтр 60 кГц	К2-34	С1-65А
	Определение погрешности измерения КАМ в диапазоне модулирующих частот	30 и 95% $F_M = 0,03—20 \text{ кГц}$ и 20—60 кГц	$\pm (0,08M + 0,5)$ фильтр 20 кГц; $\pm (0,08M + 1)$ фильтр 60 кГц; $\pm (0,1M + 1)$ при $F_M = 20—60 \text{ кГц}$		

Номер пункта раздела поверки	Наименование операций, производимых при поверке	Поверяемые отметки	Допускаемые значения погрешностей или предельные значения определяемых параметров	Средства поверки	
				образцовые	вспомогательные
12.3.10	Определение коэффициента гармоник при измерении КАМ	M=30% M=90%	0,5% 1,0%	K2-34	C1-65A C4-48 или СК4-56

Примечания:

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.

12.1.2. При проведении поверки должны применяться средства поверки, указанные в таблице 7.

Таблица 7

Наименование средств поверки	Основные технические характеристики средств поверки		Рекомендуемое средство поверки (тип)	Примечание
	пределы измерения	погрешность		
Установка измерительная образцовая	Несущие частоты 1; 50; 83,3; 250, 500, 1000 МГц, модулирующие частоты 0,03—60 кГц, калиброванные значения девиации частоты 1—500 кГц	0,7—1%	K2-38	
Милливольтметр	Диапазон частот 10—1000 МГц, пределы измерения 3.10—3—3 В	6—25%	B3-43 или B3-36 B3-52/1	
Генератор сигналов высокочастотный	Диапазон частот 12,5—400 МГц, выходное напряжение 5.10—4—0,5 В	не хуже 1%	Г4-107	
Генератор сигналов высокочастотный	Диапазон частот 400—1000 МГц, выходное напряжение 0,01—0,3 В	не хуже 1%	Г4-76А	
Частотомер электроно-механический	Диапазон частот до 250 МГц	не хуже 1.10 ⁻³ +ед. счета	ЧЗ-54 или ЧЗ-38	
Генератор сигналов высокочастотный	Диапазон частот 0,15—50 МГц, выходное напряжение 0,001—1 В	не хуже 1% паразитная девиация частоты менее (1.10 ⁻⁶ +5) Гц, паразитная АМ<0,1%	Г4-93 или Г4-192	

Наименование средств поверки	Основные технические характеристики средств поверки		Рекомендуемое средство поверки (тип)	Примечание
	пределы измерения	погрешность		
Генератор сигналов низкочастотный	Диапазон частот 20—2·10 ⁴ Гц	не хуже $(1 + \frac{50}{f})$ %, коэффициент гармоник 0,02—0,05 %	ГЗ-102	
Измеритель нелинейных искажений	Диапазон частот 20—2·10 ⁴ Гц, пределы измерения 0,03—100 %, пределы измерения напряжения 0,0003—10 В	коэффициент шума не более 0,02 %	С6-5 или С6-7	
Аппаратура для поверки измерителей коэффициента АМ	Несущие частоты 1, 10, 425 МГц, пределы коэффициентов АМ 0,1—100 %	0,6 %	К2-34	
Анализатор спектра	Диапазон частот 10—2·10 ⁴ Гц, динамический диапазон 70 дБ	5 %	СА-48 или СК4-56	
Осциллограф	Полоса пропускания 0—35 МГц, минимальный коэффициент отклонения 5 мВ/дел.		С1-65А	

12.2. Условия поверки и подготовка к ней.

12.2.1. При проведении поверки должны соблюдаться следующие требования:

температура окружающего воздуха, К (°С) 293 ± 5 (20 ± 5);
относительная влажность воздуха, % 65 ± 15 ;
атмосферное давление, кПа (мм рт. ст.) 100 ± 4 (750 ± 30);
напряжение питающей сети, В $220 \pm 4,4$;
частота питающей сети, Гц 50.

12.2.2. Перед проведением операций поверки необходимо выполнить подготовительные работы, оговоренные в разделе 9 технического описания.

12.3. Проведение поверки.

12.3.1. Поступивший в поверку прибор подвергается внешнему осмотру. При проведении внешнего осмотра должны быть проверены все требования п. 7.2 ТО. Если при внешнем осмотре будут обнаружены механические дефекты, то дальнейшую поверку прекращают, а результат поверки считают отрицательным.

12.3.2. Опробование работы прибора производится в следующей последовательности:

— проверить работоспособность прибора согласно п. 10.1 ТО раздела ПОРЯДОК РАБОТЫ;

— проверить работоспособность прибора при подаче на его вход АМ или ЧМ сигнала с несущей и модулирующей частотами, находящимися в его рабочем диапазоне; проверяют возможность настройки прибора на несущую частоту и возможность отсчета значения коэффициента АМ или девиации частоты.

Неисправные приборы бракуются и направляются в ремонт.

12.3.3. Определение диапазона несущих частот 4—16 МГц, 60—170 МГц и погрешности индикации частоты производится с помощью генераторов Г4-93, Г4-107 и частотомера ЧЗ-54 по схеме рис. 30а.

Сигнал генератора Г4-93 (Г4-107) подается на вход прибора. Ручкой НАСТРОЙКА частота гетеродина прибора устанавливается выше частоты сигнала на 1 МГц. Изменением частоты генератора производится настройка прибора. Значение частоты генератора измеряется частотомером.

Погрешность индикации частоты определяется по формуле (4):

$$\Delta f = (f_2 - 1) - f_1. \quad (4)$$

где f_1 — частота генератора, измеренная частотомером, в МГц;
 f_2 — частота гетеродина прибора в МГц.

Измерения проводятся в начале, середине и конце каждого поддиапазона.

Примечание. При определении погрешности индикации частоты для удобства измерений уровень сигнала, подаваемого на вход прибора, должен быть несколько ниже чувствительности (до загорания индикатора МНОГО), чтобы цифровой индикатор высвечивал частоту гетеродина прибора; при этом индикаторы НИЖЕ, ВЫШЕ должны быть засвечены.

Результаты измерений считаются удовлетворительными, если погрешность индикации частоты не более $\pm (0,005f + 100 \text{ кГц} + \text{ед. счета})$.

12.3.4. Определение чувствительности прибора производится с помощью генераторов Г4-93, Г4-107, Г4-76А по схеме рис. 31 в диапазоне частот до 500 МГц и рис. 31а — в диапазоне частот до 1000 МГц.

Определение чувствительности прибора производится на частотах 0,2; 1; 8; 16; 60; 100; 170; 250; 500; 1000 МГц. Сигнал генератора подается сначала на вход прибора СКЗ-43, устанавливается минимальный уровень сигнала, необходимый для засвечивания индикаторов НОРМА, а затем кабель отключается от входа прибора и подсоединяется к тройнику с нагрузкой 50 Ом. Величина сигнала отсчитывается по милливольтметру ВЗ-43, подключенному к тройнику.

Результаты измерений считаются удовлетворительными, если чувствительность прибора не хуже:

50 мВ в диапазоне от 0,15 до 4 МГц;

30 мВ в диапазоне св. 4 до 250 МГц;

50 мВ в диапазоне св. 250 до 500 МГц;

300 мВ в диапазоне св. 500 до 1000 МГц.

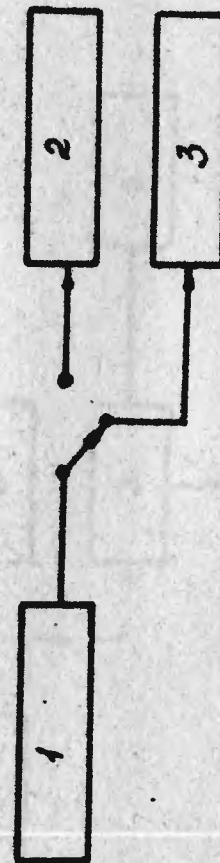
Определение динамического диапазона входных сигналов производится путем подачи на вход прибора сигнала в режиме НГ с генератора Г4-107 на частоте 100 МГц (где чувствительность прибора порядка 10 мВ); поверяемый прибор настраивается на частоту сигнала генератора; аттенюатором генератора устанавливается минимальный уровень сигнала, при котором засвечиваются индикаторы НОРМА прибора СКЗ-43. Изменяя уровень сигнала генератора, фиксируют моменты включения индикатора МНОГО и погасания индикатора МАЛО и соответственно величину ослабления аттенюатора генератора (N_1 и N_2) в дБ.

Динамический диапазон в дБ определяется разностью $N_1 - N_2$.

Примечание. Если при изменении уровня сигнала генератора в пределах динамического диапазона прибора наблюдается погасание индикатора МАЛО, то необходимо сигнал генератора подать через делитель 2.151.004 (из комплекта СКЗ-43); в этом случае динамический диапазон в дБ определяется по формуле (5):

$$N = (N_1 - N_2) + 20 \quad (5)$$

Результаты измерений считаются удовлетворительными, если динамический диапазон входных сигналов не менее 40 дБ.



1 - ГЕНЕРАТОР СИГНАЛОВ Г4-93, Г4-107; 2 - ПОВЕРЯЕМЫЙ ПРИБОР; 3 - ЧАСТОТОМЕР ЧЗ-54

12.3.5. Определение среднеквадратического значения уровня фона и шума в режиме ЧМ и АМ производится по схеме рис. 32.

При измерении среднеквадратического значения уровня фона и шума прибора в качестве источника с малым уровнем фона и шума используется генератор дискретных частот установки К2-38. Требуемый уровень сигнала устанавливается ручкой УРОВЕНЬ ВЧ генератора и контролируется милливольтметром ВЗ-43 на нагрузке 50 Ом.

К гнезду $\ominus$ НЧ поверяемого прибора подключается измеритель нелинейных искажений С6-5. Переключатель КАЛИБР. — Кг — V прибора С6-5 устанавливается в положение КАЛИБР.; переключатель шкал — в положение 0 дБ. При нажатой кнопке КАЛИБР. прибора СКЗ-43 в режиме ЧМ стрелка отсчетного прибора С6-5 устанавливается в положение 0 дБ ручкой КАЛИБР. Это соответствует величине девиации частоты, равной 5 кГц, и коэффициенту АМ 5%.

При отжатой кнопке КАЛИБР. поверяемого прибора произвести отсчет показаний прибора С6-5 в децибелах, а затем перевести в герцы или проценты, учитывая, что уровень 0 дБ соответствует девиации 5 кГц и коэффициенту АМ 5%.

Примечания:

1. Если среднеквадратическое значение уровня фона и шума превышает требуемую величину в «пораженных» участках, то, подключив осциллограф к выходу С6-5, необходимо произвести отстройку от комбинационных составляющих изменением частоты гетеродина в пределах сектора настройки.

2. В случае значительной чувствительности прибора СКЗ-43 уровень ВЧ сигнала 1000 МГц устанавливается таким, чтобы не вызывать случайного включения первой ступени входного делителя СКЗ-43 (момент включения делителя сопровождается характерным щелчком реле, миганием индикаторных лампочек уровня и настройки и скачкообразным возрастанием амплитуды собственных шумов на выходе $\ominus$ НЧ, индицируемых по осциллографу).

Отсчет производить по среднему показанию С6-5, не принимая во внимание отдельные кратковременные выбросы.

Измерения производить на несущих частотах и при уровнях, указанных в табл. 8 и 9.

Таблица 8

Несущая частота сигнала, МГц	Уровень входного сигнала, мВ	Допустимое среднеквадратическое значение уровня фона и шума в режиме ЧМ			
		полоса 20 кГц		полоса 60 кГц	
		дБ	Гц	дБ	Гц
83,3	30	40	50	30,0	150
250	30	34	100	24,0	300
500	50	26	250	16,5	750
1000	300	26	250	16,5	750

Таблица 9

Несущая частота сигнала, МГц	Уровень входного сигнала, мВ	Допустимое среднеквадратическое значение уровня фона и шума в режиме АМ			
		полоса 20 кГц		полоса 60 кГц	
		дБ	%	дБ	%
1	50	28,0	0,2	24,5	0,30
250	30	24,5	0,3	21,0	0,45
500	50	22,0	0,4	18,4	0,60

Результаты измерений считаются удовлетворительными, если среднеквадратическое значение уровня фона и шума не превышает величин, указанных в табл. 8 и 9.

12.3.6. Определение основной погрешности измерения девиации частоты и погрешности измерения девиации частоты в диапазоне модулирующих частот производится с помощью установки измерительной образцовой К2-38.

Определение основной погрешности измерения девиации частоты производится на несущей частоте 50 МГц и модулирующей частоте 1 кГц согласно табл.

Таблица 10

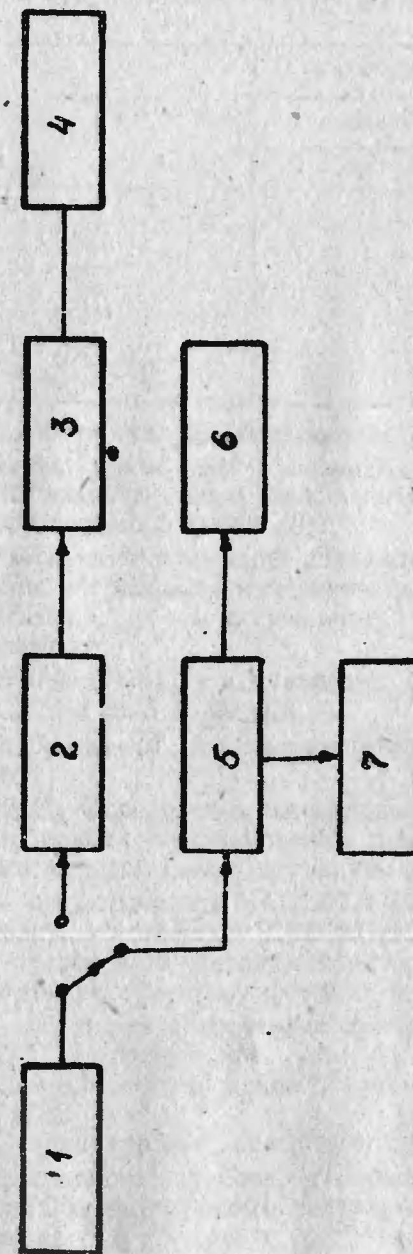
Δf , кГц	Фильтр 20 кГц				Фильтр 60 кГц			
	—		+		—		+	
	$\Delta f_{изм}$, кГц	Δ , кГц	$\Delta f_{изм}$, кГц	Δ , кГц	$\Delta f_{изм}$, кГц	Δ , кГц	$\Delta f_{изм}$, кГц	Δ , кГц
1					—	—	—	—
10					—	—	—	—
20								
50								
100								
300								
500								

Основная погрешность измерения девиации частоты в килогерцах определяется по формуле (6):

$$\Delta = \Delta f_{изм} - \Delta f_k, \quad (6)$$

где $\Delta f_{изм}$ — измеренное значение девиации частоты в кГц;

Δf_k — значение калиброванной девиации частоты по К2-38 в кГц.



1-ГЕНЕРАТОР ДИСКРЕТНЫХ ЧАСТОТ УСТАНОВКИ К2-38; 2-ПОВЕРЯЕМЫЙ ПРИБОР; 3-ИЗМЕРИТЕЛЬ НЕЛИНЕЙНЫХ ИСКАЖЕНИЙ С6-5; 4-ОСЦИЛЛОГРАФ С1-65; 5-ТРОЙНИК 2.246.000; 6-НАГРУЗКА 50 Ом; 7-МИЛЛИВОЛЬТМЕТР В3-43

РИС. 32 СХЕМА ВКЛЮЧЕНИЯ ПРИБОРОВ ПРИ ОПРЕДЕЛЕНИИ СОБСТВЕННОГО УРОВНЯ ФОНА И ШУМА ПРИБОРА

Определение погрешности измерения девиации частоты в диапазоне модулирующих частот производится на несущей частоте 50 МГц при девиации частоты 400 кГц согласно табл. 11.

Таблица 11

F _м , кГц	Фильтр 20 кГц		Фильтр 60 кГц	
	измеренная девиация частоты, кГц			
	—	+	—	+
0,03				
0,09				
0,40				
6,00				
15,00				
20,00				
30,00	—	—		
60,00	—	—		

Примечание. При измерениях на модулирующей частоте 0,03 кГц переключатель времени счета частотомера устанавливать в положение 10 с.

Погрешность измерения в диапазоне модулирующих частот определяется по формуле (6).

Результаты измерений считаются удовлетворительными, если основная погрешность измерения девиации частоты не превышает $\pm (0,05\Delta f + \Delta f_{ш})$, а погрешность измерения девиации частоты не превышает:

$\pm (0,08\Delta f + \Delta f_{ш})$ в диапазоне модулирующих частот от 0,03 до 0,4 кГц и св. 5 до 20 кГц;

$\pm (0,15\Delta f + \Delta f_{ш})$ в диапазоне модулирующих частот св. 20 до 60 кГц.

12.3.7. Определение коэффициента гармоник, вносимых в сигнал модуляции при измерении девиации частоты, производится прямым методом с использованием установки К2-38. Для этого:

— переключатель ЧАСТОТА МГц генератора ЧМ сигналов установить в положение ДЕВИАЦИЯ max 1000 kHz;

— установить частоту генератора ГЗ-102, используемого в качестве генератора модулирующих напряжений, 5 кГц;

— по шкале поверяемого прибора, подключенного к разъему ВЫХОД генератора ЧМ сигналов, уровнем выхода генератора модулирующих напряжений установить значение девиации частоты 30 кГц;

— анализатором спектра С4-48, подключенным к разъему НЧ поверяемого прибора, измерить уровень второй и третьей гармоник модулирующего сигнала относительно уровня первой гармоники;

— аналогичные измерения произвести при девиации частоты 100, 150, 500 кГц.

Коэффициент гармоник в процентах определяется по формуле (7):

$$K_r = \sqrt{K_2^2 + K_3^2} \cdot 100, \quad (7)$$

где K_2 — отношение уровня второй гармоники к уровню первой гармоники;

K_3 — отношение уровня третьей гармоники к уровню первой гармоники.

Результаты измерений считаются удовлетворительными, если коэффициент гармоник не превышает:

0,2% при девиации до 30 кГц,

0,5% при девиации до 100 кГц,

1,0% при девиации до 150 кГц,

2,0% при девиации до 500 кГц.

12.3.8. Определение коэффициента перехода АМ в ЧМ производится по следующей методике.

На вход поверяемого прибора с аппаратуры К2-34 подать сигнал частоты 10 МГц с коэффициентом АМ, равным 30%, и частотой модуляции 20 кГц. Перевести поверяемый прибор в режим измерения ЧМ и произвести отсчет девиации частоты в полосе 20 кГц.

Результаты измерений считаются удовлетворительными, если измеренная величина не превышает 300 Гц.

12.3.9. Определение основной погрешности измерения коэффициента АМ и погрешности измерения коэффициента АМ в диапазоне модулирующих частот 0,03—60 кГц производится с помощью аппаратуры для проверки измерителей коэффициента АМ К2-34.

Определение основной погрешности измерения коэффициента АМ производится на несущей частоте 10 МГц и модулирующей частоте 1 кГц. Выходным attenuатором аппаратуры К2-34 устанавливается максимальный уровень выходного сигнала и производится измерение при следующих значениях коэффициента АМ: 95, 80, 70, 60, 50, 40, 30, 20, 10, 5, 1%. Измерения проводят по три раза в каждой точке.

Погрешность измерения коэффициента АМ ($\Delta_{\text{осн}}$) в процентах определяется по формуле (8):

$$\Delta = \sum_{i=1}^3 \frac{M_i}{3} - M_{\text{обр}}, \quad (8)$$

где M_i — коэффициент АМ, измеренный прибором СКЗ-43, в процентах;

$M_{\text{обр}}$ — коэффициент АМ, установленный по аппаратуре К2-34.

Аналогичные измерения проводятся при $M=95\%$ и минимальном уровне выходного сигнала аппаратуры К2-34, при котором срабатывают индикаторы НОРМА прибора СКЗ-43.

Определение основной погрешности измерения коэффициента АМ в диапазоне несущих частот производится на частотах 1 и 425 МГц в положениях 0,9—1,5 и 100—170 соответственно переключателя ДИАПАЗОНЫ МНз при модулирующей частоте 1 кГц, при включенном фильтре 20 кГц, при коэффициентах АМ 1, 30, 95% на частоте 1 МГц и 30, 95% на частоте 425 МГц.

Определение погрешности измерения коэффициента АМ в диапазоне модулирующих частот производится путем измерения прибором коэффициента АМ калиброванного сигнала аппаратуры К2-34.

Измерения проводятся при коэффициентах АМ 30 и 95% на несущей частоте 10 МГц и модулирующих частотах 0,03; 0,09; 15; 20 кГц в положении 20 тумблера ПОЛОСА кНз и 0,03; 0,09; 20; 30; 60 кГц в положении 60 тумблера ПОЛОСА кНз. Измерения проводятся по три раза в каждой точке.

Погрешность измерения коэффициента АМ в диапазоне модулирующих частот определяется по формуле (8).

Результаты измерений считаются удовлетворительными, если основная погрешность измерения коэффициента АМ не превышает:

$\pm (0,05M + 0,5)$ при включенном фильтре 20 кГц и КАМ от 1 до 80%;

$\pm (0,05M + 1)$ при включенном фильтре 60 кГц;

$\pm 0,05M$ при КАМ св. 80 до 95%;

погрешность измерения коэффициента АМ в диапазоне модулирующих частот не превышает:

$\pm (0,08M + 0,5)$ при включенном фильтре 20 кГц,

$\pm (0,08M + 1)$ при включенном фильтре 60 кГц,

$\pm (0,1M + 1)$ в диапазоне частот 20—60 кГц.

12.3.10. Определение коэффициента гармоник огибающей, возникающих в тракте модулометра при измерении коэффициента АМ производится по схеме рис. 33.

На вход поверяемого прибора подается сигнал с аппаратуры К2-34 с максимальным уровнем частотой 10 МГц.

При коэффициентах АМ 30 и 90% анализатором спектра С4-48, подключенным к гнезду НЧ поверяемого прибора, определяют уровень второй и третьей гармоник НЧ сигнала относительно уровня первой гармоники. Коэффициент гармоник (K_r) в процентах определяют по формуле (9):

$$K_r = \sqrt{K_1^2 + K_2^2} \cdot 100, \quad (9)$$

где K_1 — отношение напряжения второй гармоники к напряжению первой гармоники,

K_2 — отношение напряжения третьей гармоники к напряжению первой гармоники.

Результат измерений считается удовлетворительным, если коэффициент гармоник не превышает:

0,5% при коэффициенте АМ до 30%,

1,0% при коэффициенте АМ до 90%.

12.4. Оформление результатов поверки.

12.4.1. Результаты поверки заносятся в протоколы, форма которых приведена в приложении 2.

12.4.2. Результаты поверки оформляются путем записи или отметки результатов поверки в порядке, установленном метрологической службой, осуществляющей поверку.

12.4.3. Приборы, не прошедшие поверку или имеющие отрицательные результаты поверки, запрещаются к выпуску в обращение и применению.

13. ПРАВИЛА ХРАНЕНИЯ

13.1. Условия хранения приборов:

— в капитальном отапливаемом хранилище при температуре 278—313 К (от +5°C до +40°C), относительной влажности до 80% и температуре 298 К (+25°C);

— в капитальном неотапливаемом хранилище при температуре 233—303 К (от минус 40°C до +30°C), относительной влажности до 95% и температуре 303 К (+30°C).

13.2. Приборы допускают длительное хранение:

— в капитальном отапливаемом хранилище — 5 лет;

— в капитальном неотапливаемом хранилище — 3 года.

13.3. Гарантийное хранение прибора — 1 год.

13.4. При хранении приборы должны находиться в упакованном виде.

13.5. В помещении для хранения не должно быть пыли, паров кислот и щелочей, вызывающих коррозию.

14. ТРАНСПОРТИРОВАНИЕ

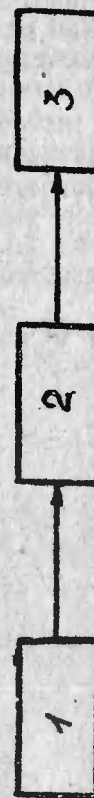
14.1. Тара, упаковка и маркирование упаковки.

14.1.1. Конструкция тарных ящиков по ГОСТ 2991—76 или ГОСТ 5959—80.

Для предохранения от попадания влаги и пыли в тарный ящик применена водонепроницаемая бумага.

14.1.2. В качестве амортизационного материала использованы пенополистироловые плиты, гофрированный картон.

14.1.3. Эксплуатационная документация, завернутая в оберточную бумагу, помещена вместе с прибором в укладочный ящик (при наличии большого объема документации допускается помещать ее в поливинилхлоридных чехлах в тарный ящик).



1 - аппаратура КЭ-34; 2 - поверяемый прибор;

3 - анализатор спектра С4-48

Рис. 33 Схема включения приборов при определении коэффициента гармоник в режиме АМ

На укладочных ящиках нанесена маркировка типа и номера прибора, даты выпуска.

14.1.4. Маркировка тары по ГОСТ 14192—77.

Тарный ящик пломбируется на торцевых стенках.

14.2. Условия транспортирования.

14.2.1. Транспортирование прибора потребителю может осуществляться всеми видами транспорта при температуре 223—333 К (от минус 50°C до +60°C); транспортирование приборов морским видом транспорта допускается при условии герметизации его упаковки; авиационным транспортом — в герметизированных отсеках.

Прибор может транспортироваться автомобильным транспортом на расстояние до 1000 км по шоссейным дорогам со скоростью 60 км/час, по грунтовым дорогам со скоростью 30—40 км/час с обеспечением защиты от атмосферных осадков и пыли.

14.2.2. При погрузке и выгрузке приборов руководствоваться требованиями манипуляционных знаков, указанных на таре.

14.2.3. При повторной упаковке приборов свободное пространство между стенками укладочных ящиков и тарного, выполненного согласно пп. 14.1.1 и 14.1.4, заполнить до уплотнения амортизирующим материалом: пенополистироловыми плитами и гофрированным картоном.

Схема упаковки и маркирование упаковки поясняются на рис. 38.

Карта режимов транзисторов и напряжений в контрольных точках (Е)

Таблица I

Наименование узла	Обозначение по схеме	Тип транзистора	$I_{\text{з}}$ ($I_{\text{из}}$), В	$I_{\text{б}}$ ($I_{\text{из}}$), В	$I_{\text{к}}$ ($I_{\text{с}}$), В	$I(\text{Е})$, В	Примечание
Фильтр входной 2.067.016	VT1	2П307Г	—	0	+ 4,9		
	VT2	2Т208К	0	— 0,7	—		
	E2					+1,2	
	E4					—3,6	
Усилитель промежуточной частоты 2.031.003	VT1	2Т312Б	—27,0	—26,0	—26,5		
	VT2	2П307Г	0	— 8,5	0		
	VT3	2Т208К	0	— 0,6	—		
	VT4	2П307Г	—19,0	—21,0	— 5,9		
	VT5	2Т312Б	0	+ 0,7	—		
	VT6	2Т326Б	— 8,0	— 8,7	—19,0		
	VT7	2Т312Б	—19,7	—19,0	—14,0		
	VT8	2Т312Б	—15,0	—14,0	0		
	VT9	2Т312Б	0	— 0,65	+12,0		

Наименование узла	Обозначение по схеме	Тип транзистора	I_3 (I_{H3}), В	I_6 (I_{H6}), В	I_K (I_{H_K}), В	I (Е), В	Примечание
Усилитель промежуточной частоты 2.031.003	VT10	2Т312Б	-23,6	-23,0	-7,5		
	VT11	2Т312Б	-8,0	-7,5	0		
	VT12	2Т602Б	-8,5	-8,0	0		
	VT13	2П103Г	-1,8	0	-12,0		
Дискриминатор частотный 2.204.002	E1					-3,0	
	E5					-14,0	
	E7					-26,9	
	E8					-2,4	
	VT1	2Т326Б	-3,5	-4,0	-8,0		
	VT2	2Т326Б	-3,5	-4,0	-8,0		
	VT3	2Т326Б	-3,3	-4,0	-8,5		
	VT4	2Т326Б	-3,3	-4,0	-7,7		
	VT5	2Т306Г	-8,7	-8,0	-8,2		
	VT6	2Т325В	-6,8	-7,7	-		

VT7	2Т306Г	-0,8	-	0			
VT8	2Т316Г	-6,8	-6,0	-6,5			
VT9	2Т312Б	0	-0,65	+12,2			
VT10	2Т312Б	0	-0,65	+12,2			
VT11	2Т306Г	-8,0	-7,5	0			
E2						-8,0	
E3						-2,3	
VT1	2Т326Б	0	-	-10,0			
VT2	2Т326Б	0	-	-10,0			
VT3	2Т326Б	0	-0,8	-			
VT4	2Т326Б	0	-0,8	-			
VT5	2Т208К	0	-0,7	-			
VT6	2Т208К	0	0	-27,0			
VT7	2Т208К	0	-	-27,0			
E2						+10,0	
E5						+10,0	
VT1	2Т312Б	0	+0,6	+1,3			
VT5	2Т312Б	-3,0	-2,5	+1,8			
VT6	2Т326Б	+10,5	+9,7	+9,7			
VT7	2Т316Д	+9,0	+9,7	+10,5			

Преобразователь напряжения—код 3.036.000

Наименование узла	Обозначение по схеме	Тип транзистора	И _з (И _и), В	И _б (И _с), В	И _к (И _с), В	И (Е), В	Примечание
Индикатор цифровой 3.000.001	VT1	2Т312Б	0	—	+4,9		
	VT2	2Т208К	+4,9	+10,0	0		
	VT4	2Т312Б	0	—	+3,6		
Преобразователь частоты 2.206.004	VT1	2П307Д	0	0	+0,5		
	VT2	2П307Д	+2,9	0	+5,3		
	VT3	2П307Д	0	0	0		
	VT4	2П307Д	0	0	0		
— плата усилителя 5.282.270	VT1	2Т355А	-14,9	-15,0	-8,6		
	VT2	2Т355А	-21,5	-20,9	-12,8		
	VT3	2Т355А	-14,2	-14,0	-7,1		
	VT1	2Т382А	-12,0	-12,0	0		
— плата смесителя 5.282.309	VT1	2Т355А	+0,7	+1,0	+1,3		
	VT2	2Т316Д	0	+0,3	+2,1		

Блок питания
2.087.019

VT1	2Т803А	+5,7	+6,4	+15,4	И _з — измеряется между выводами 5—2 усилителя А3 И _б — измеряется между выводами 3—2 усилителя А3 И _к — измеряется между выводами 1—2 усилителя А3
VT2	2Т803А	+12,1	+12,8	+22,2	И _з — измеряется между выводами 5—2 усилителя А4 И _б — измеряется между выводами 3—2 усилителя А4 И _к — измеряется между выводами 1—2 усилителя А4
VT3	2Т803А	+12,0	+12,8	+22,2	И _з — измеряется между выводами 5—2 усилителя А5 И _б — измеряется между выводами 3—2 усилителя А5 И _к — измеряется между выводами 1—2 усилителя А5
VT4	2Т803А	+27,0	+28,0	+44,0	И _з — измеряется между выводами 5—2 усилителя А6 И _б — измеряется между выводами 3—2 усилителя А6 И _к — измеряется между выводами 1—2 усилителя А6

Наименование узла	Обозначение по схеме	Тип транзистора	И _э (И _н), В	И _б (И _з), В	И _к (И _с), В	И (Е), В	Примечание
5.032.025	VT1	2T203A	+14,5	+13,6	+7,1		Измеряется относительно вывода 2 усилителя А3
	VT2	2T608Б	+6,4	+7,1	+15,4		
	VT3	2T312Б	+5,5	+5,6	+7,1		
	VT4	2T312Б	+2,9	+3,6	+5,5		
	VT5	2T312Б	+2,9	+3,6	+7,1		
5.032.055-01 (A4, A5)	VT1	2T203A	+21,0	+20,0	+13,5		Измеряется относительно вывода 2 усилителя А4, А5
	VT2	2T608Б	+12,8	+13,5	+22,2		
	VT3	2T312Б	+12,1	+11,9	+13,5		
	VT4	2T312Б	+8,3	+8,9	+12,1		
	VT5	2T312Б	+8,3	+8,9	+13,5		
5.032.055-03	VT1	2T203A	+40,2	+40,0	+28,7		Измеряется относительно вывода 2 усилителя А6
	VT2	2T608Б	+28,0	+28,7	+41,4		
	VT3	2T312Б	+27,0	+28,2	+26,3		
	VT4	2T312Б	+17,2	+17,8	+27,0		
	VT5	2T312Б	+17,1	+17,8	+28,0		

Примечания:

1. Режимы снимаются прибором В7-20 относительно корпусных шин плат в положении М% тумблера М%, Δf kHz; +тумблера МОДУЛ.; 20 тумблера ПОЛОСА kHz; 8—16 переключателя ДИАПАЗОНЫ MHz.

2. Режимы блока питания снимаются при номинальном напряжении сети 220 В, 50 Гц в положении 60 тумблера ПОЛОСА kHz; — тумблера МОДУЛ.; 0,15—4 переключателя ДИАПАЗОНЫ MHz; Δf kHz тумблера М%, Δf kHz.

3. Допустимый разброс режимов ±20% относительно приведенных в данной таблице.

Таблица соединений между контактами разъемов на плате коммутации

Таблица 1а

ХР1	ХР2	ХР3	ХР4	ХР5	ХР6	ХР7	ХР8	ХР9	ХР10	ХР11	ХР12	ХР13	ХР14	ХР15	ХР16	№.№ контакт. платы	Примечание
1, А, 10, К, 2, Б, 11, Л			1, А, 10, К, 2, Б, 11, Л		1, А, 10, К, 2, Б, 11, Л		1, А, 11, Л, 2, Б					1, А, 2, Б	10, К, 11, Л	1, А, 11, Л		27	
3, В	1				8,3												
4, Г																9	
5, Д, 6, Е				9, И													
8,3, 9, И	1, А			11, Л, 1, А				2, Б					4, Г			7	
10, К													2, Б				
11, Л	Г																
2, Б															6, Е		
3, В					3, В	1, А, 2, Б			3, В				3, В		3, В	2,29	

ХР1	ХР2	ХР3	ХР4	ХР5	ХР6	ХР7	ХР8	ХР9	ХР10	ХР11	ХР12	ХР13	ХР14	ХР15	ХР16	№№ контакт, платы	Примечание
	4, Г																на ХР6/15 прибора
	5, Д			5, Д					5, Д				5, Д		5, Д	1, 28	Л1, С1+
	6, Е	2							6, Е								
	7, Ж	3							10, К								
	8, З															4	
	9, И															3	
		4														33	
		5														35	
		6									3						
		7			5, Д					5							

	8						Е										
	9									Г							
	10						7										
	11, Л						6										
	А						3										
	Б						5, Д				10, К					10	
	В															30	
	Д										Ж						
	Е	11				10, К	4, Г			1, А	2, Б					11	
	Ж						Ж										
	З						7, Ж			4							
	И						8, З			Д							

ХР1	ХР2	ХР3	ХР4	ХР5	ХР6	ХР7	ХР8	ХР9	ХР10	ХР11	ХР12	ХР13	ХР14	ХР15	ХР16	№№ контакт. платы	Примечание
		К				9, И				7							
			1				11										
			2							Е							
			3				10										
			4				Л										
			5, Д							9							
			6				И										
			7				3										
			9							8							
			10				К										

		А				9											
		Б							6								
		В							Ж								
		Е							З								
		З					8										
		Л							К								
			3, В														на ХР8 прибора
			7, Ж				3, В 4, Г										
			10, К												8		VD1, VD2
					2, Б										6		VD1
					4, Г										5		VD2
					6, Е												на ХР12 прибора

ХР1	ХР2	ХР3	ХР4	ХР5	ХР6	ХР7	ХР8	ХР9	ХР10	ХР11	ХР12	ХР13	ХР14	ХР15	ХР16	№№ контакт. платы	Примечание
					7, Ж										4, Г		
					9, И										8, З		
						11, Л									7, Ж		С2+
						Б					1, А						
							5, Д 7, Ж										
							6, Е										С3
							8, З 9, И										на ХР5 прибора
							10, К 11, Л					3, В 4, Г					
								1, А				1, А			1, А	26	
								4, Г								13	

									7, Ж						2, Б		
									8, З					10, К			
									9, И							12	
											5, Д 6, Е					16	
											7, Ж 8, З					14	
												6, Е 7, Ж				15	
												9, И	3, В				
														4, Г		23	
														5, Д		22	
														6, Е		17	
														7, Ж		21	
														8, З		20	

ХР1	ХР2	ХР3	ХР4	ХР5	ХР6	ХР7	ХР8	ХР9	ХР10	ХР11	ХР12	ХР13	ХР14	ХР15	ХР16	№№ контакт. платы	Примечание	
																2, Б	24	
																9, И	25	
																10, К		на ХР1 прибора
																	18	Р1
																	19	Р1
																	31	Р2, С4
																	32	Р3
																	34	Р3, С5

Намоточные данные катушек индуктивности и трансформаторов

Таблица 3

Наименование узла	Обозначение по схеме	Номера выводов	Число витков	Вид намотки	Марка провода
1. Фильтр входной 2067.016	L1	1—4	150	Универсаль	ПЭЛШО-0,1
	L2	1—4	225	Универсаль	ПЭЛШО-0,1
	L3	1—4	90	Универсаль	"
	L4	1—4	64	"	"
	L5	1—4	110	"	"
	L6	1—4	225	"	"
	L7	1—4	78	"	"
	L8	1—4	225	"	"
	L9	1—4	64	"	"
	L10	1—4	90	"	"
	L11	1—4	57	"	"
	L12	1—4	90	"	"
	L13	1—4	57	"	"
	L14	1—4	150	"	"

Наименование узла	Обозначение по схеме	Номера выводов	Число витков	Вид намотки	Марка провода
2. Дискриминатор частотный 2.204.002	L1	1-2	89	Универсаль	ПЭЛШО-0,1
	L2	1-2	89	"	"
3. Плата автогенератора 5.282.269	L1	1-3	51	Однослойная	ПЭВ-2-0,16
		1-2	8	"	"
	L2	1-3	29	"	ПЭВ-2-0,2
		1-2	5	"	"
	L3	1-3	5	"	ММ-0,51
		1-2	2	"	"
	L4	1-3	3	"	ММ-0,3
	/	1-2	2	"	"
4. Усилитель промежуточной частоты 2.031.003	TV1	1-4	66	"	ПЭЛШО-0,1
		2-3	66	"	"
		5-6	32	"	"

5. Блок питания 2.087.019	TV1	1-2	545	Рядовая	ПЭВ-2-0,40
		2-3	90	"	"
		11-12	635	"	"
		15-16	80	"	ПЭВ-2-1,00
		5-6	115	"	ПЭВ-2-0,56
		31-32	106	"	ПЭВ-2-0,45
		35-36	220	"	ПЭВ-2-0,45
		4		Электрический экран	

**Комплект вспомогательного и запасного имущества
измерителя модуляции СКЗ-43**

№ п/п	Обозначение	Наименование	Кол-во	Примечание
1	2.151.003	Делитель	1	по спецзаказу
3	2.151.004	Делитель	1	
4	4.853.037	Кабель соединительный	1	для ремонта
5	2.282.291	Плата технологическая	2	
7	2.236.223	Переход	1	
8	4.853.226	Кабель соединительный	1	
9	4.860.159	Шнур соединительный	1	
10		Лампа СМН-10-55-2	3	
11	4.851.081-1	Кабель соединительный В. Ч.	1	
12	4.851.082-11	Кабель соединительный В. Ч.	2	
13		Вставка плавкая ВП1-1-0,5А 250 В	2	
14		Вставка плавкая ВП1-1-1,0А 250 В	2	
15		Вставка плавкая ВП2Б-1В-1,0А 250 В	4	

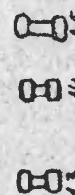
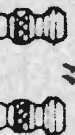
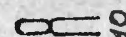
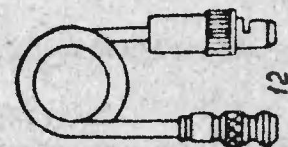
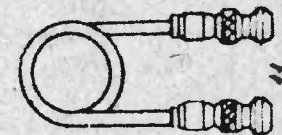
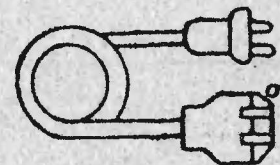
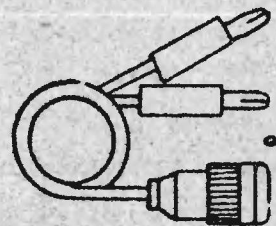
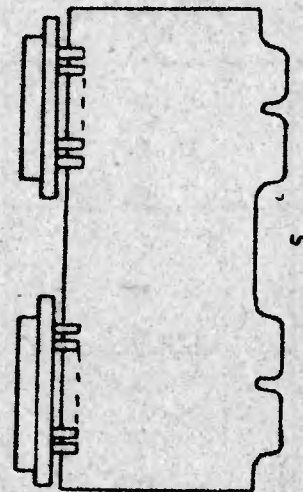
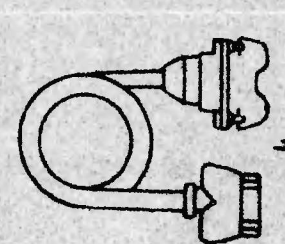
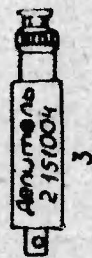
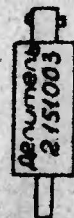


РИС.39. Комплект вспомогательного и запасного имущества прибора.

Рис. 27. Электрическая схема ИМС 100 ТМ 231

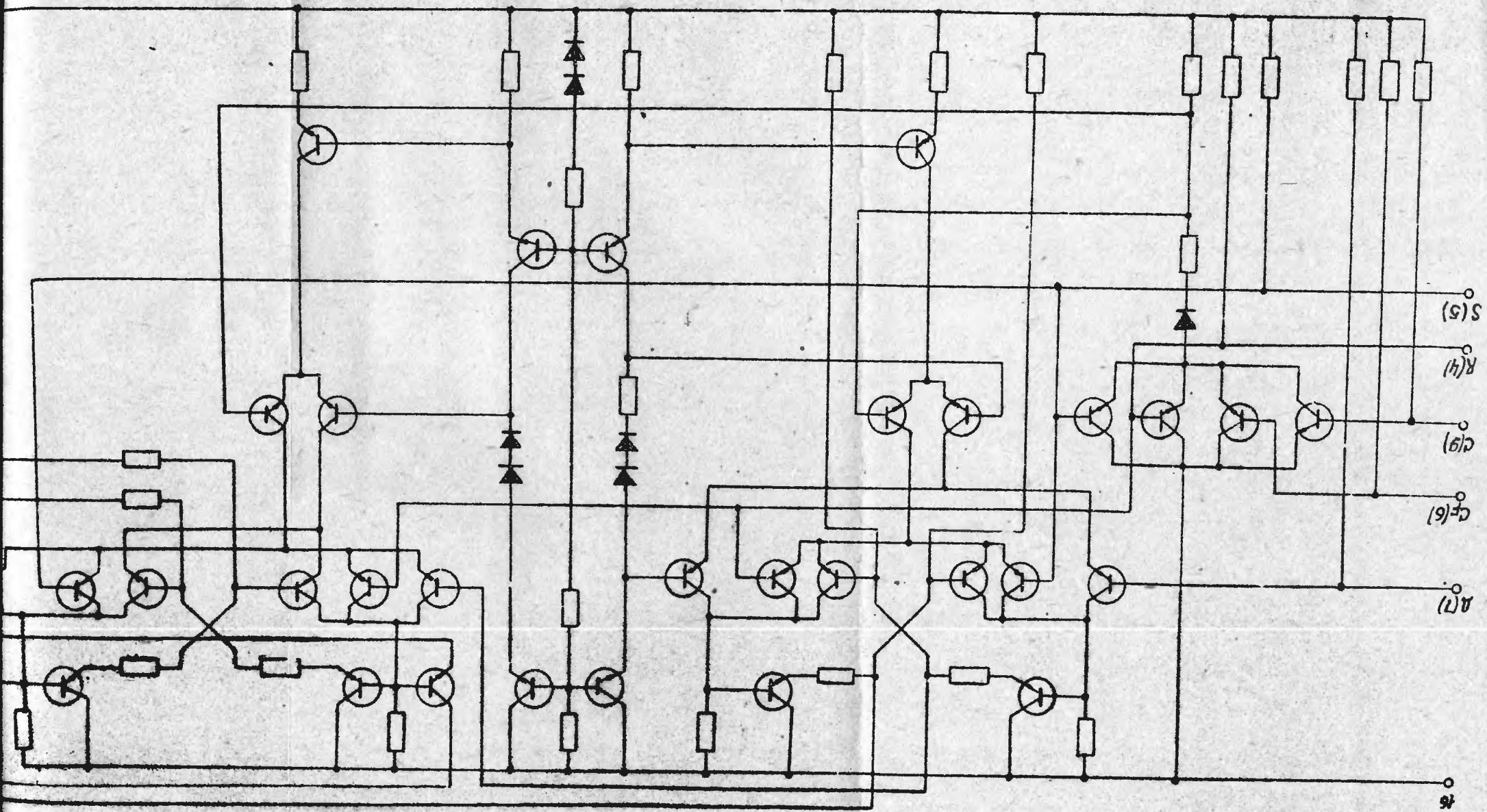


Рис. 27. Электрическая схема ИМС 100 ТМ 231

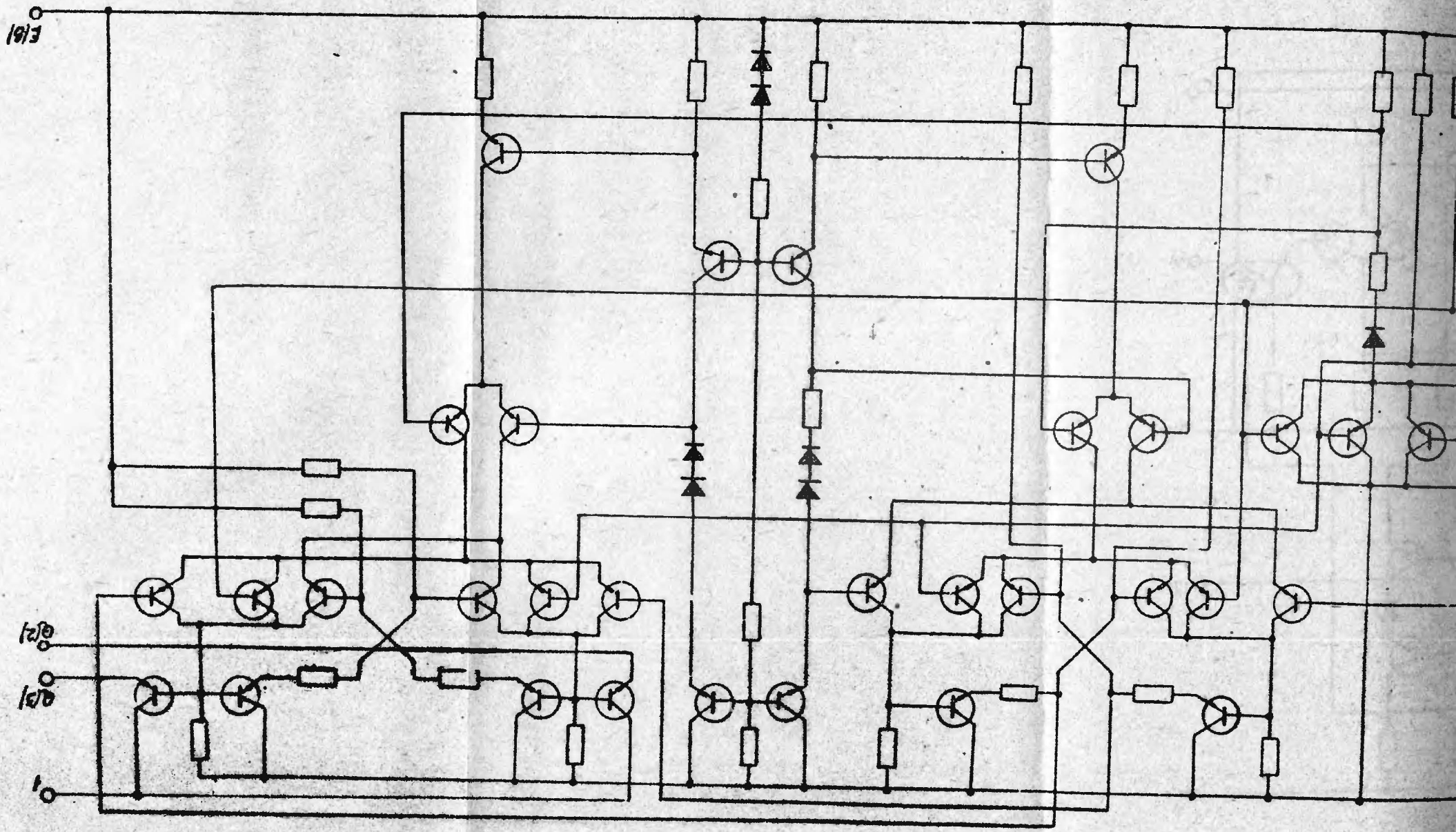


Рис. 29. Электрическая схема ИМС 1367А3, 1337А3

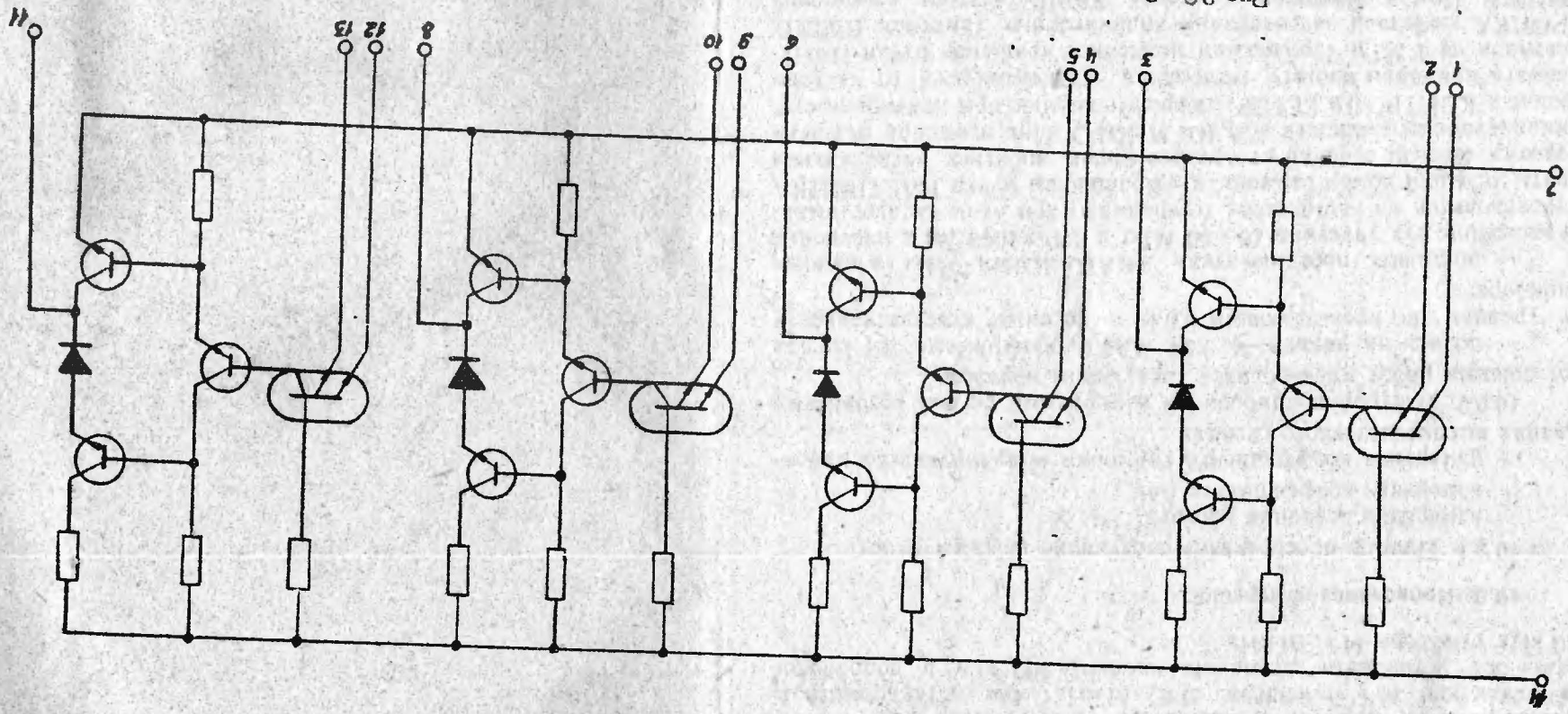
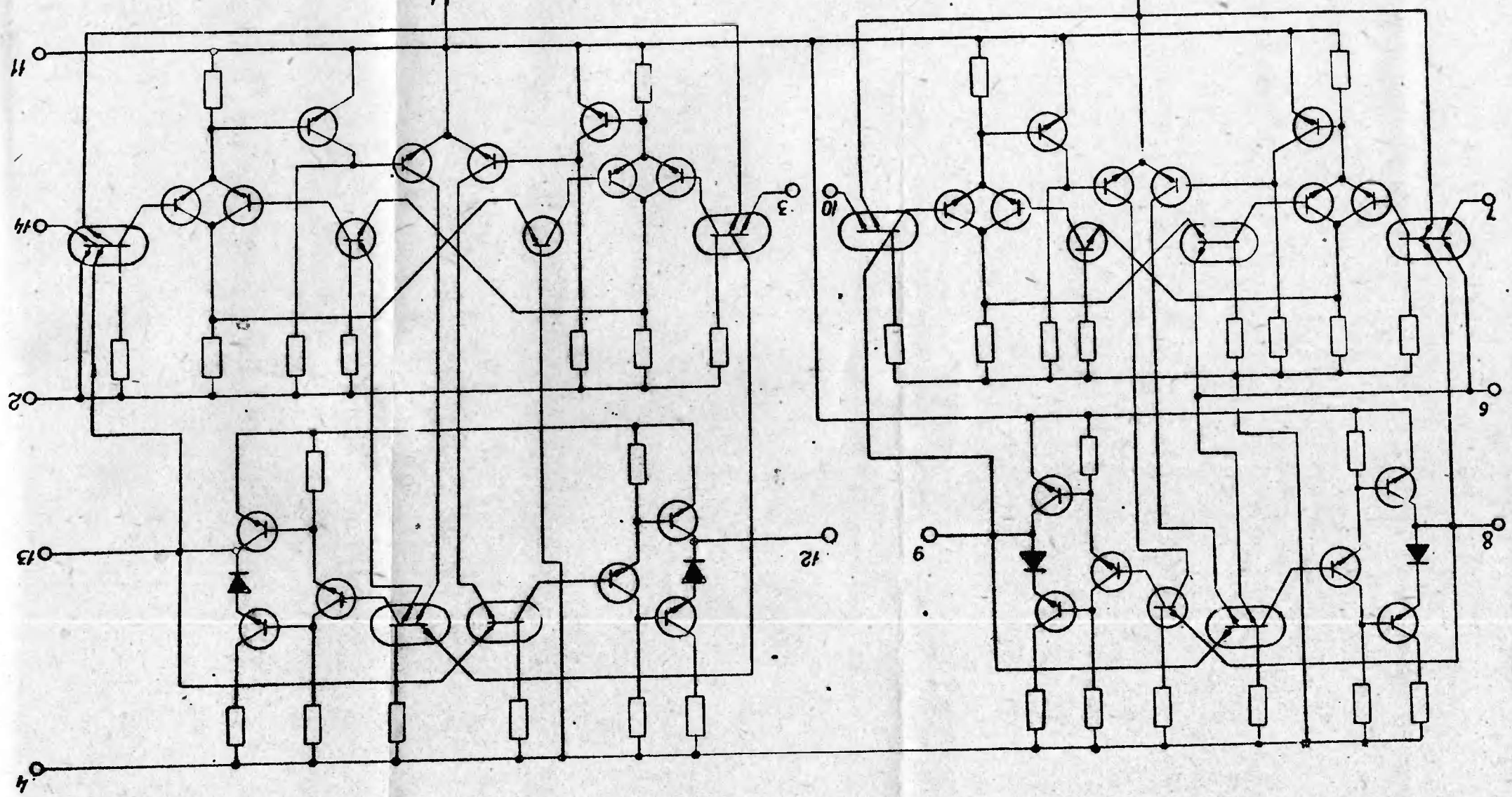


Рис. 28. Аналоговая схема UMC 134 TB 44



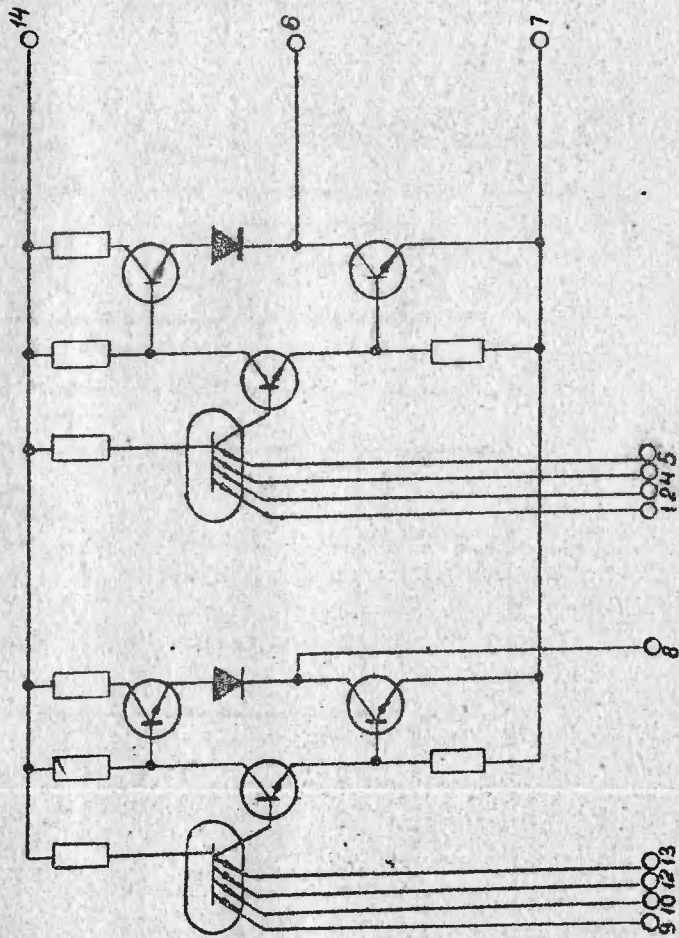
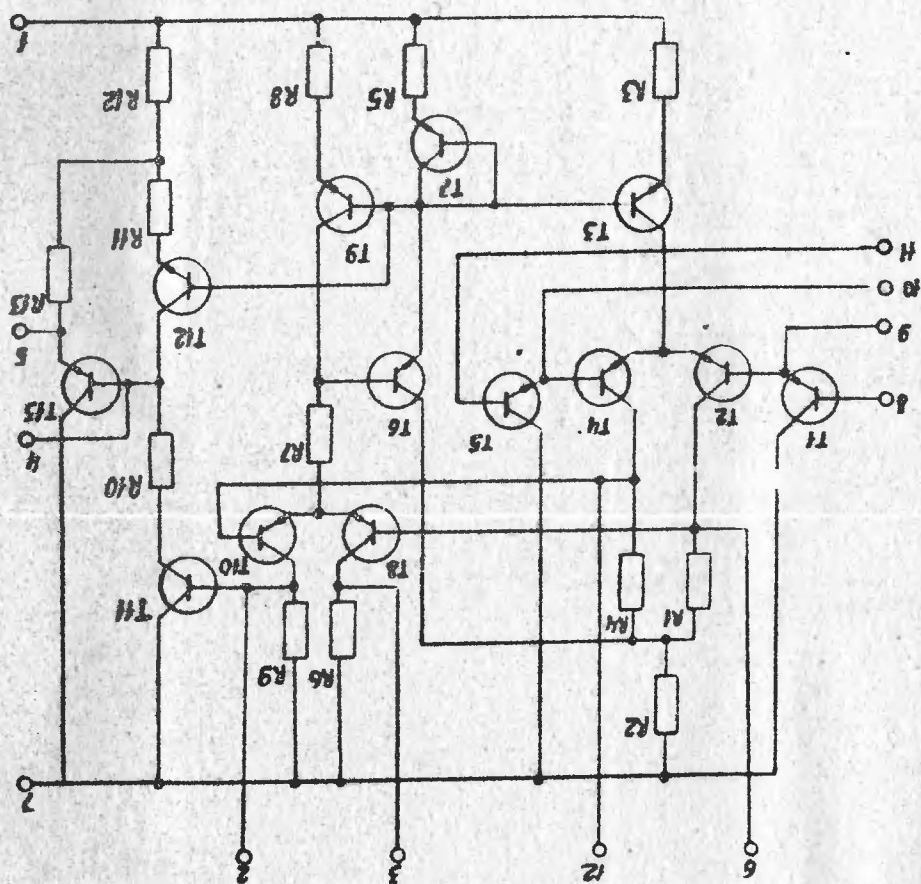


Рис.26. Электрическая схема ИМС 136ЛА1

Рис 19. Электронная схема ИМС 140 УА5А.



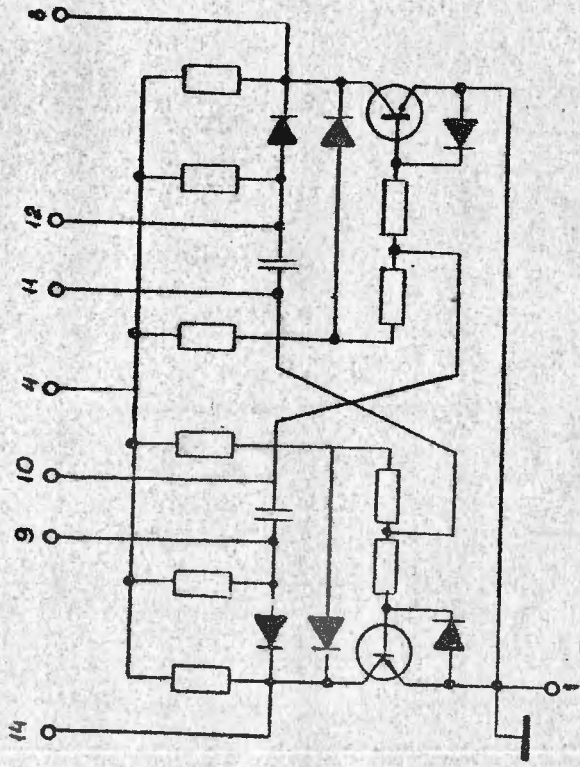
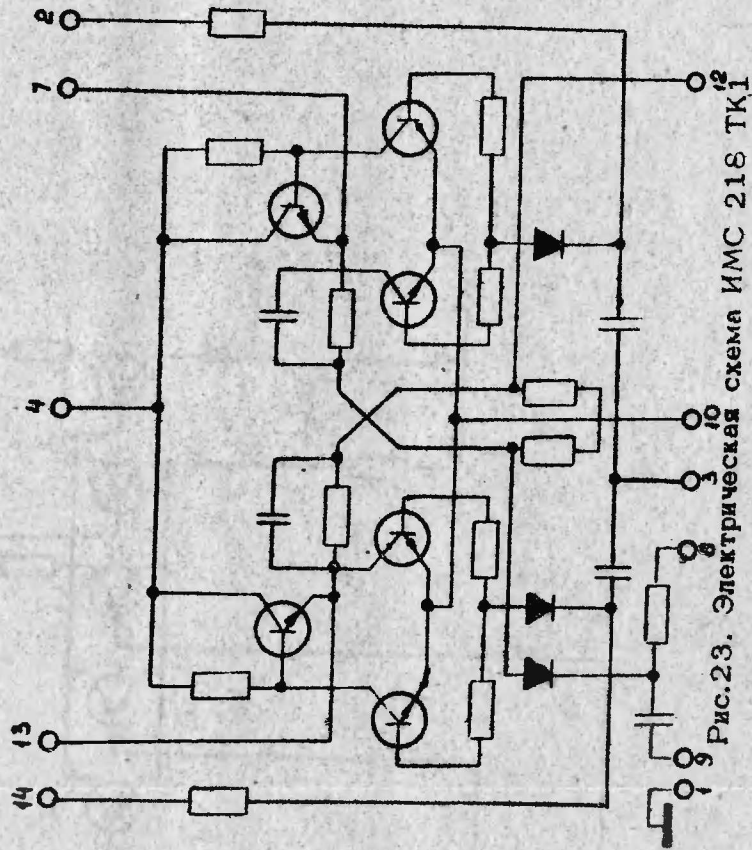


Рис.20. Электрическая схема ИМС 218 ПТ1



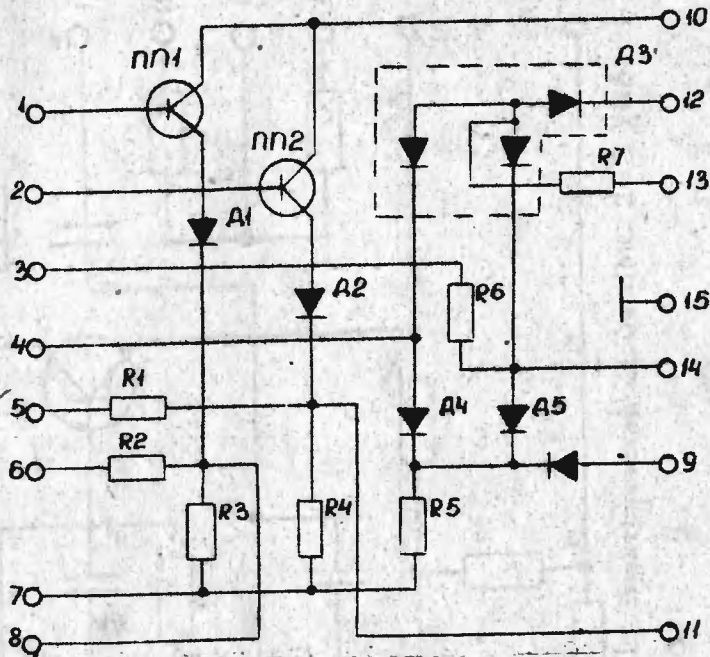


РИС.21. ЭЛЕКТРИЧЕСКАЯ СХЕМА ИМС
228КН1

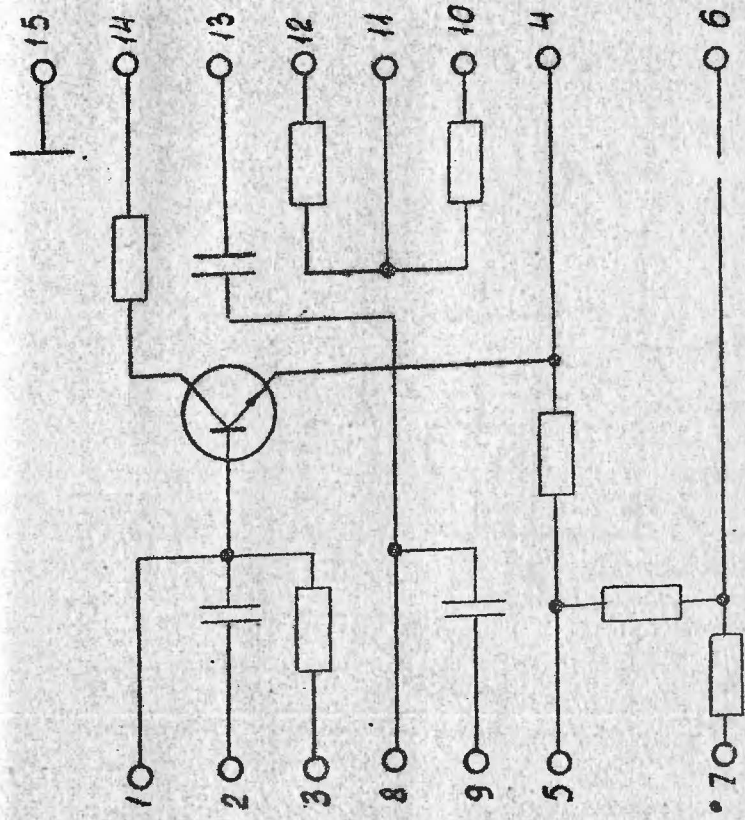


Рис.22. Электрическая схема ИМС 265 УВ5

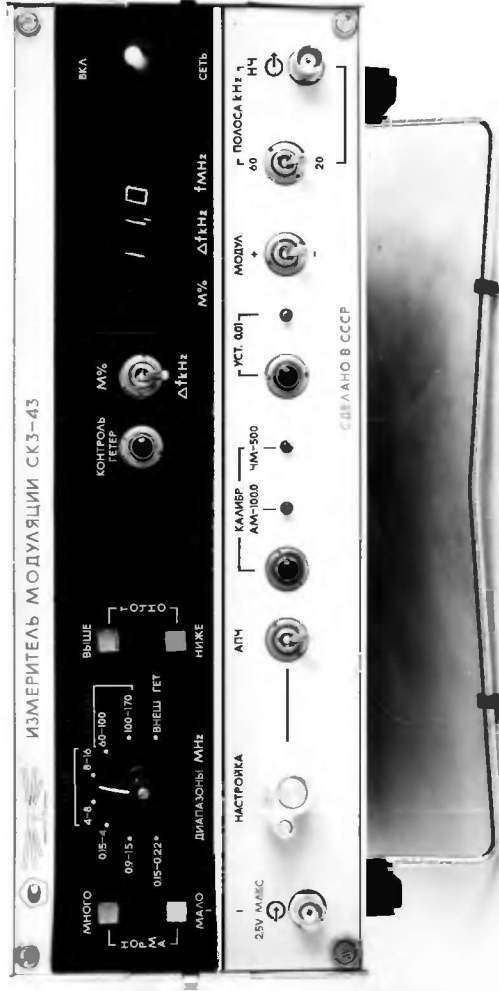


Рис. 1. Внешний вид измерителя модуляции SK3-43.

В Н И М А Н И Е!

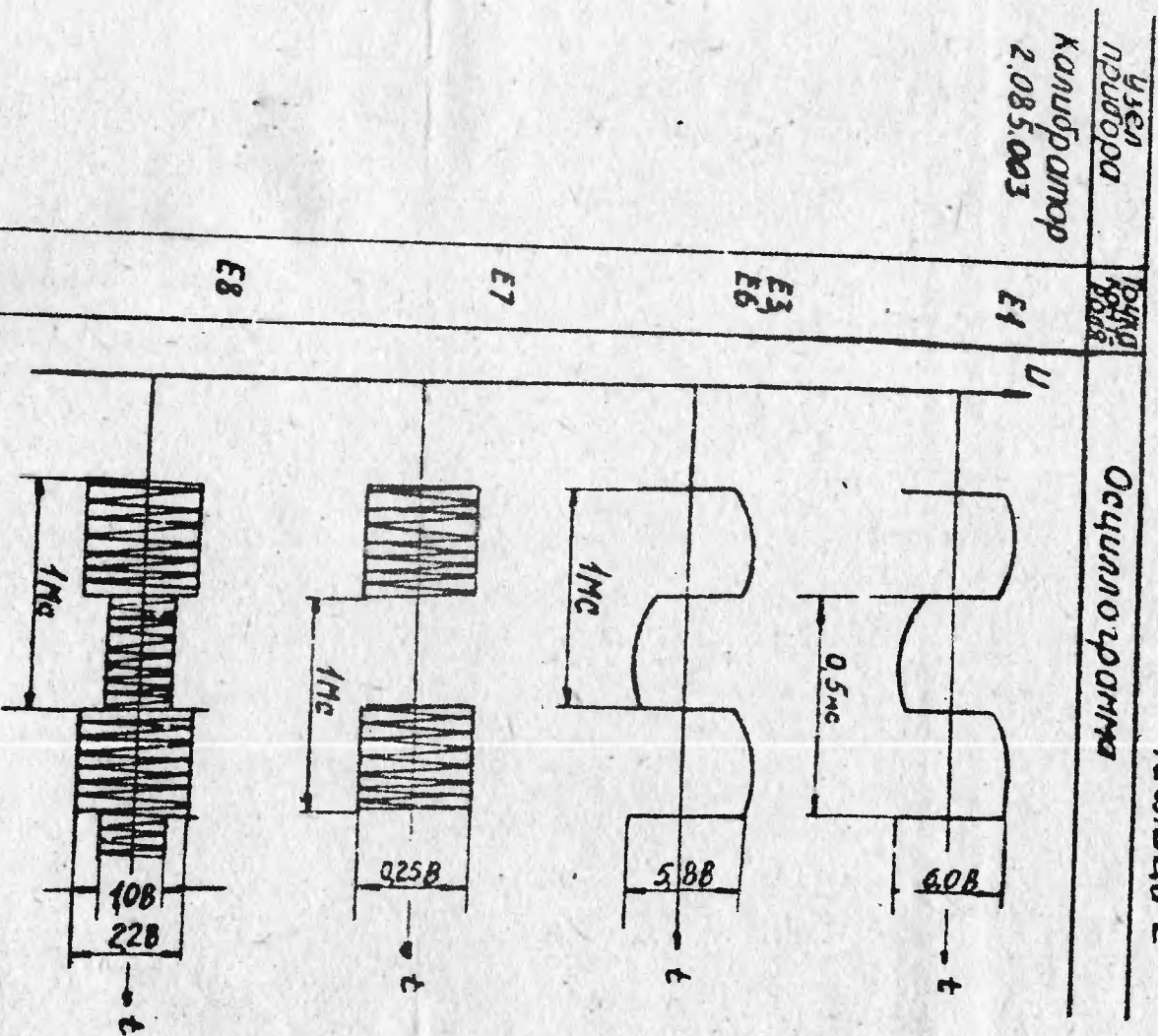
В данном приборе в тексте к рисунку 39 вместо платы технологической 2.282.291 следует читать 5.282.291.

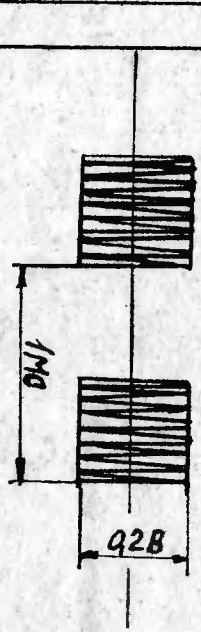
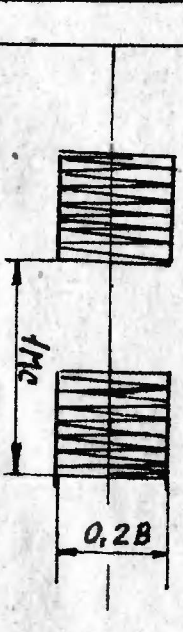
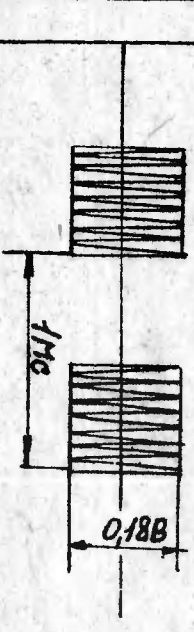
В Н И М А Н И Е!

В данном приборе вилка 2РМ14Б4Ш1В1 (Ш1) в блоке питания заменена вилкой 3.645.305; для защиты трансформатора Тр1 в схеме установлены 2 сетевых предохранителя, находящихся в отвертывающихся штырях вилки Ш1 блока питания.

Осциллограммы напряжений
в контрольных точках прибора в ре-
жиме калибровки

Таблица 2



Узел привода	Точка конт. тока	Осциллограмма
Фильтр входной 2.067.046	Е1	
	Е3	
	Е5	

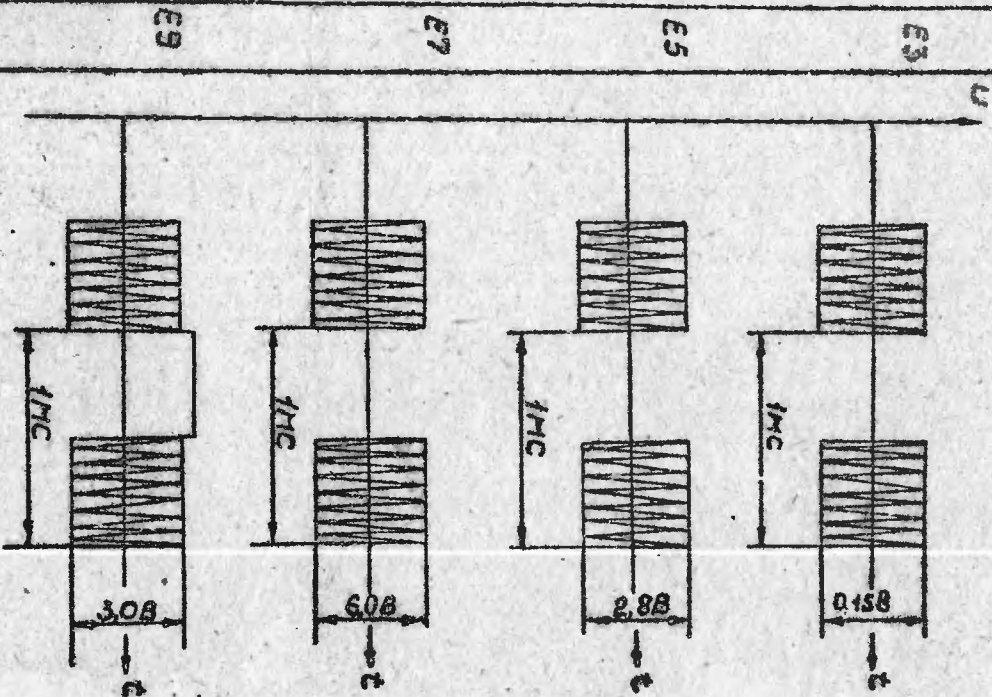
Продолжение табл. 2

Узел
наблюд

Идентификационный
номер

Осциллограмма

УНЧ
2031.003



Оценки затрат

Узел
проезда

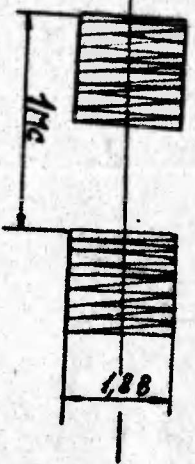
Итого
по
пунктам

Автоматический
счетчик

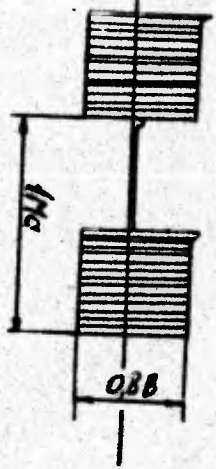
2.204.002

E1

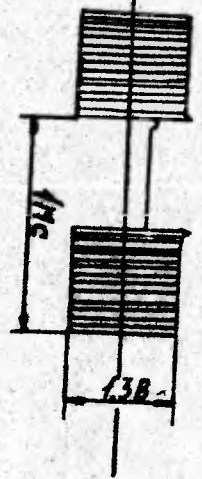
U



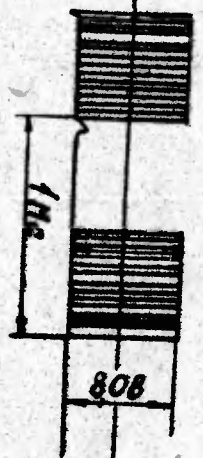
E2

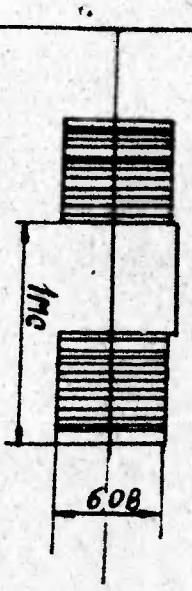
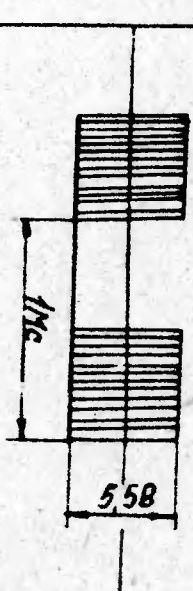
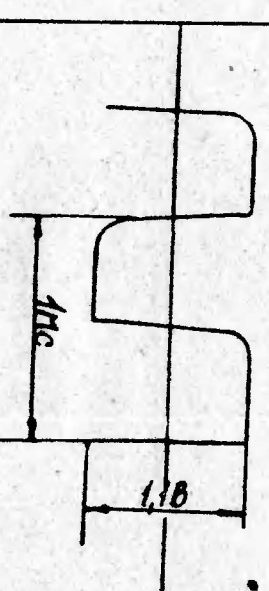


E4

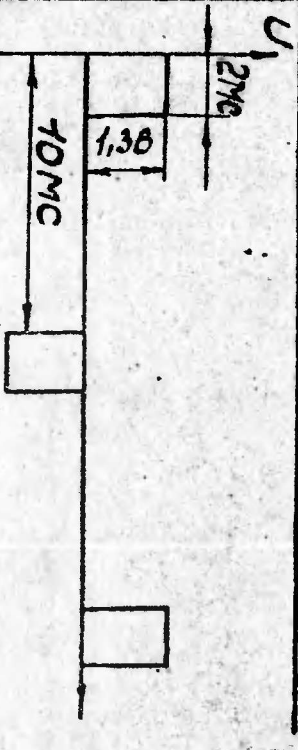
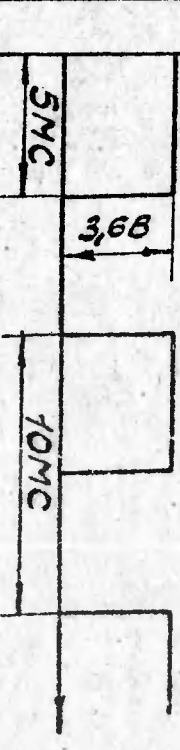
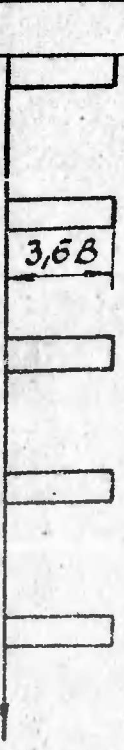


E7



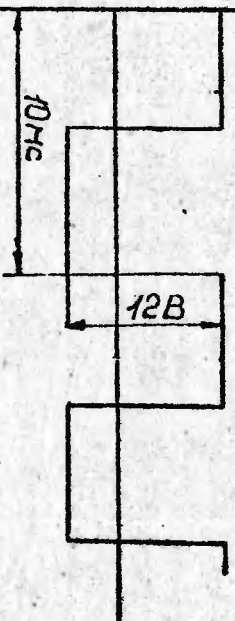
Узел прибора	Имя переменной	Осциллограмма
Аускультатор частотный 2.204.002	F8	 608
	F12	 558
	F14	 118

Продолжение таблицы 2

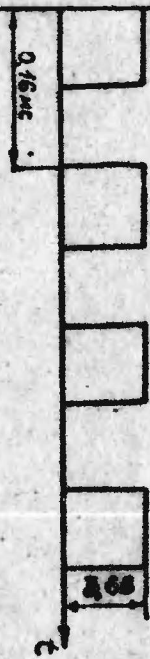
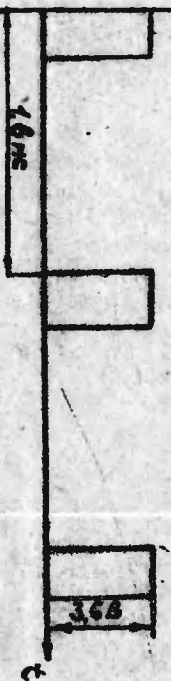
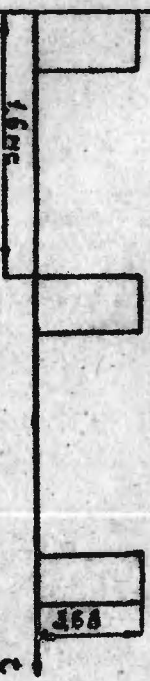
Узел присоединения	Точка раздела	Осциллограмма
ПНК	Е1	 2мс 1,38 10мс
	Е2	 3,68 10мс
	Е3 Е6 Е11	 3,68
	Е4	 3,68 2мс 10мс

$T=5$

Продолжение табл. 2

Условные обозначения	Точка монтажа	Осциллограмма	
ПНК			$Q=Q_{002}+Q_{996}$
E5	E8		
E10	E12		
			
			

Продолжение таблицы 2

Узел пробора	Имя ком- пона	Описание
Н.Ч.К.	E1	 1 мкс 0.5 мкс $f=2$ t
E9	E9	 0.16 мкс 0.08 t
E7	E7	 1.6 мкс 0.36 t
E7	E7	 1.6 мкс 0.36 t

Продолжение таблицы №2

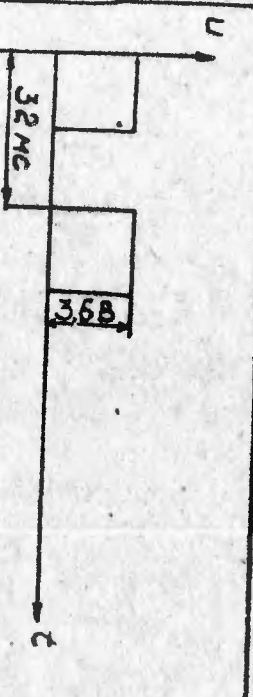
Узла подpora	Точка контроля	Оценки, разряды
ПЧК	Е4	
	Е3	

Рис. 4. Расположение оправок и контроля на переднем паннели прибора.

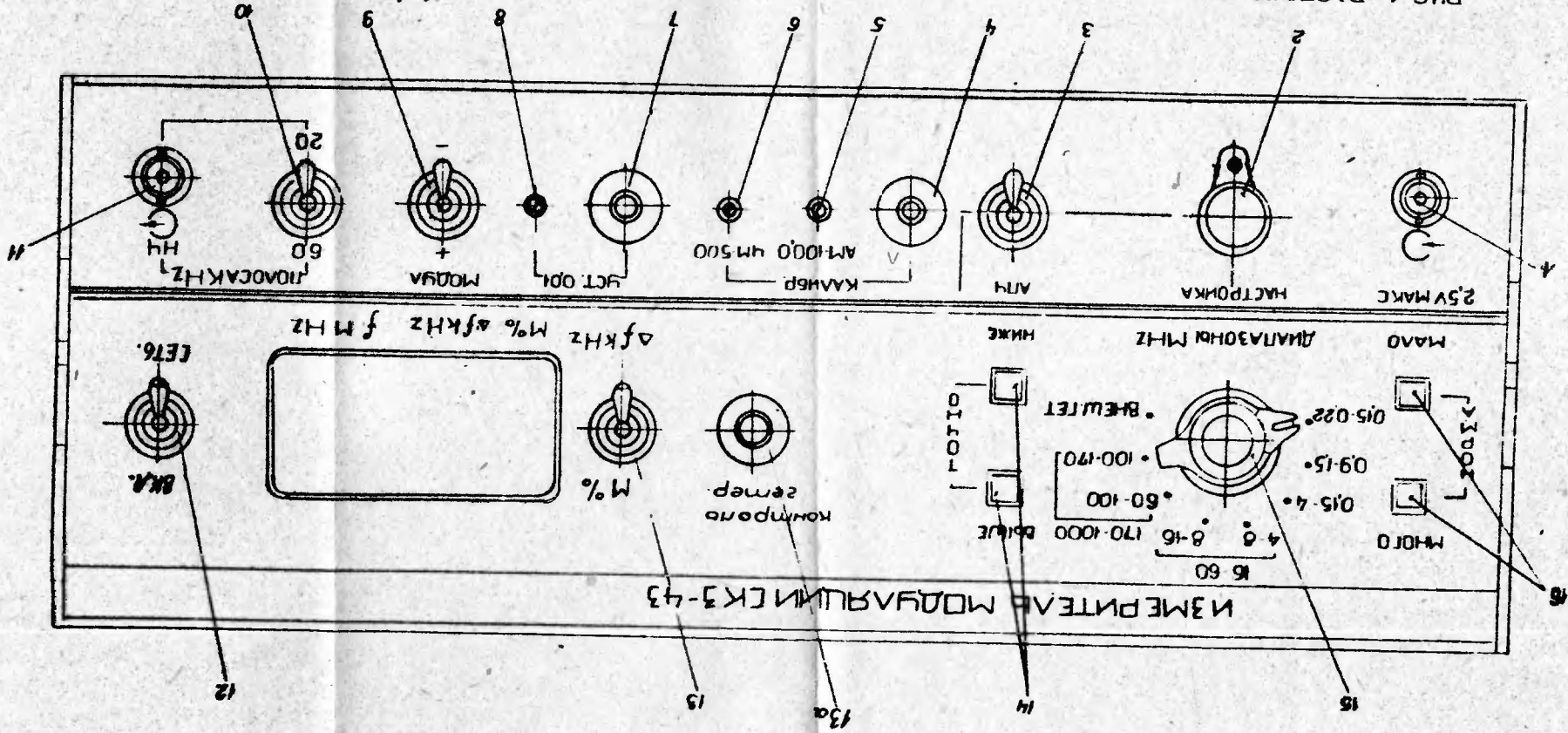


Рис. 4а. Расположение органов управления и соединительных розеток на задней панели прибора.

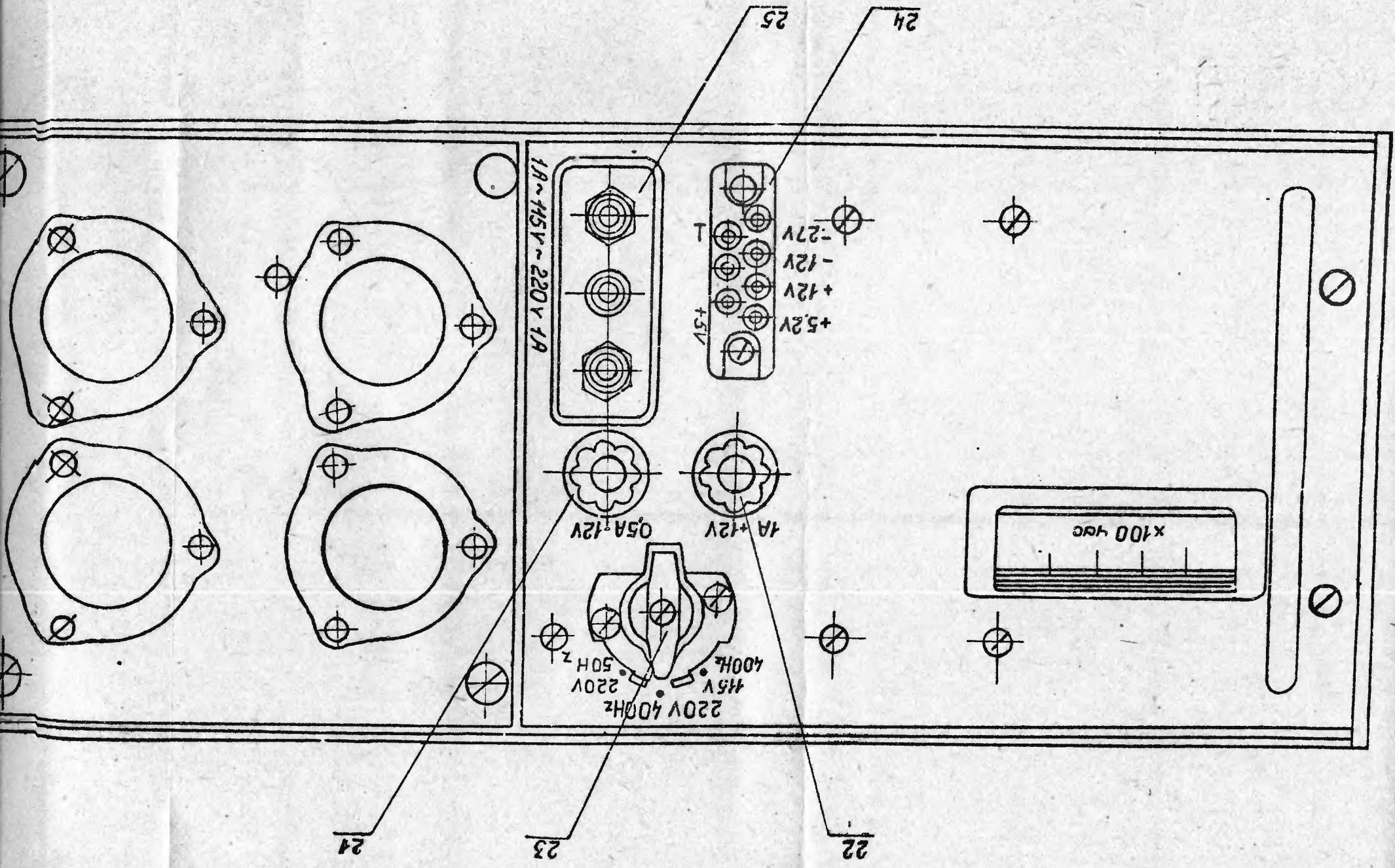
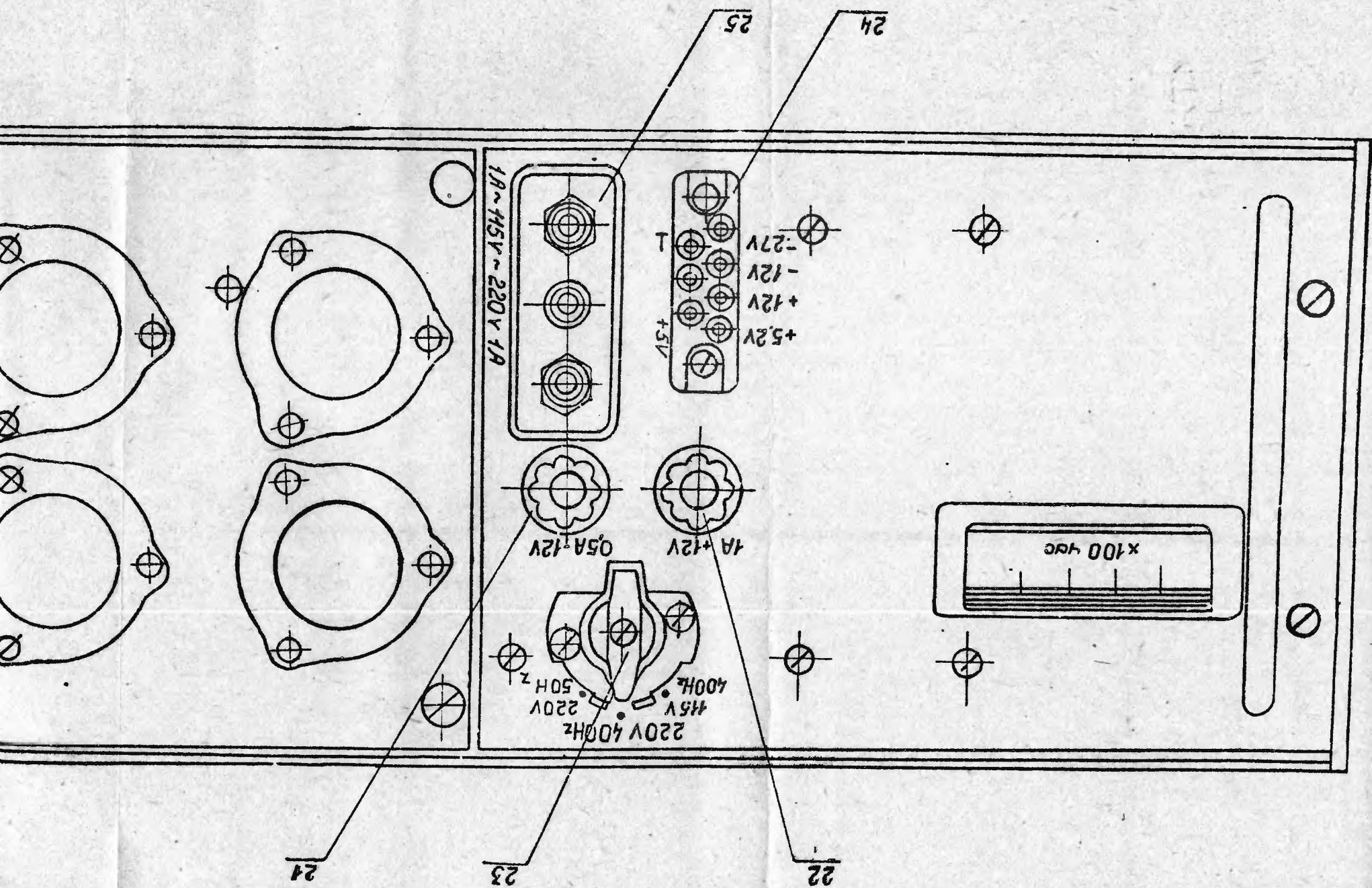


Рис. 4а. Расположение опознавательных знаков и подсоединительных проводов



၁၈၈၈ ခုနှစ် ဇူလိုင်လ ၁ ရက်နေ့



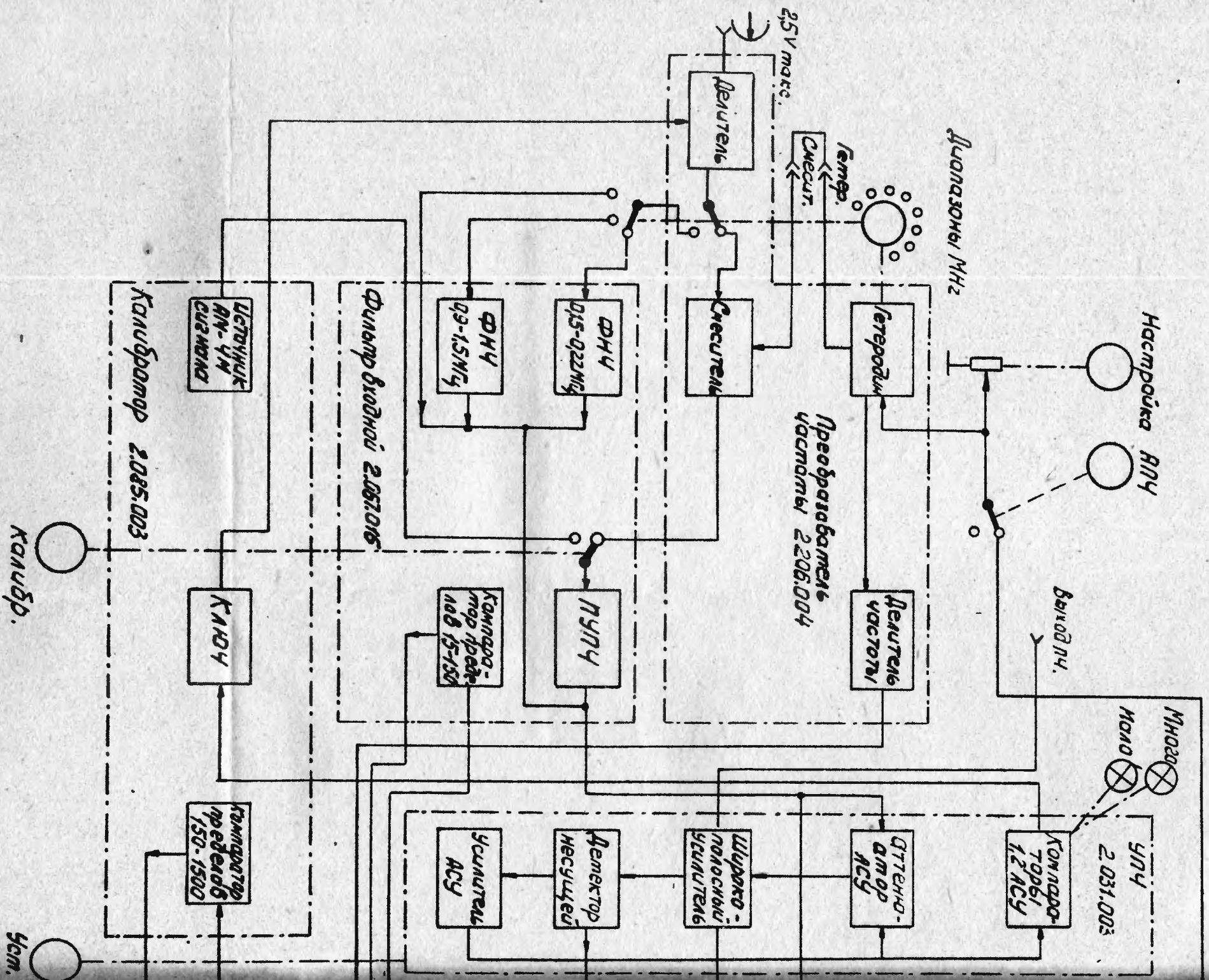


Рис. 5. СХЕМА ЭЛЕКТРИЧЕСКАЯ СТРУКТУРНАЯ ИЗМ.

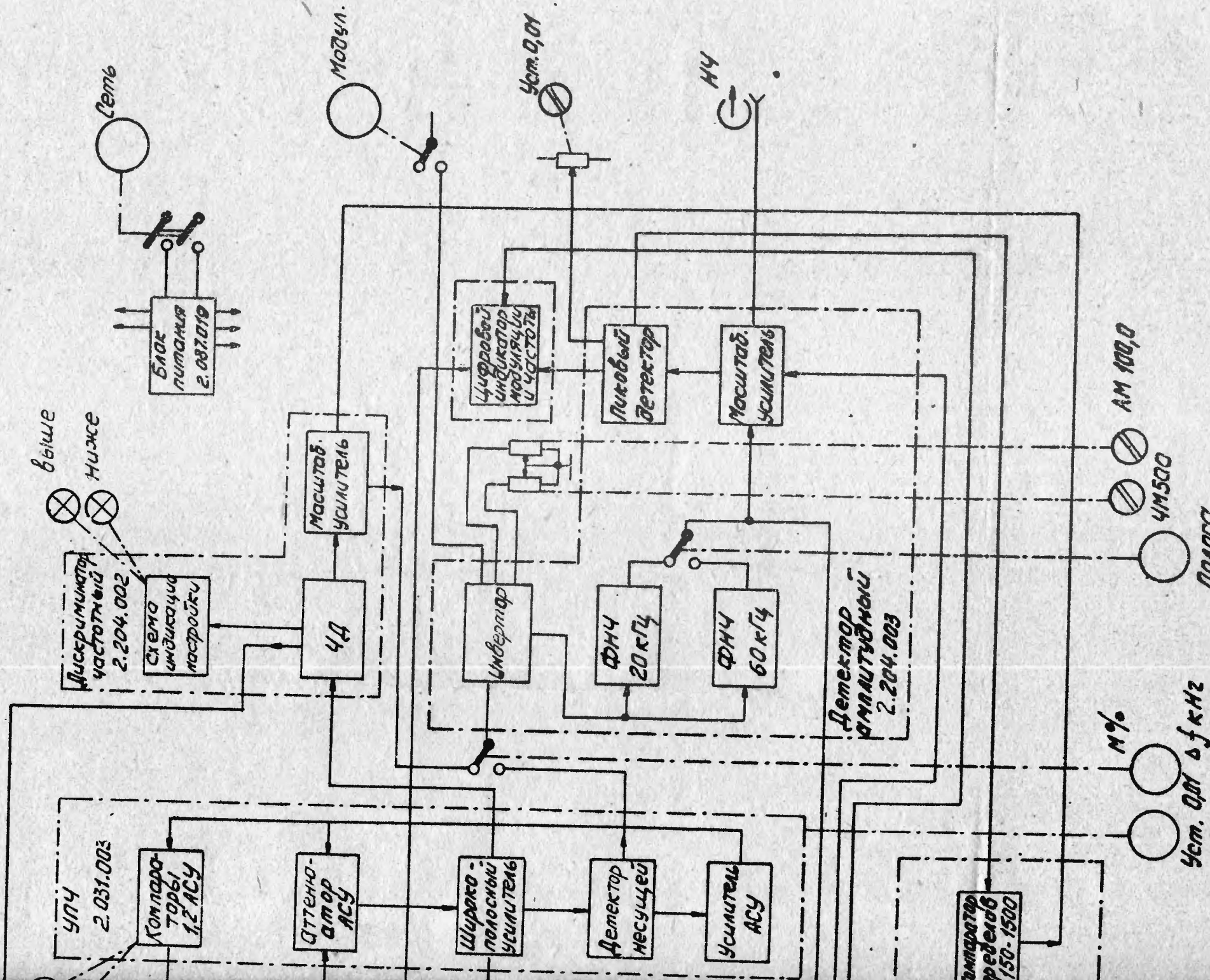
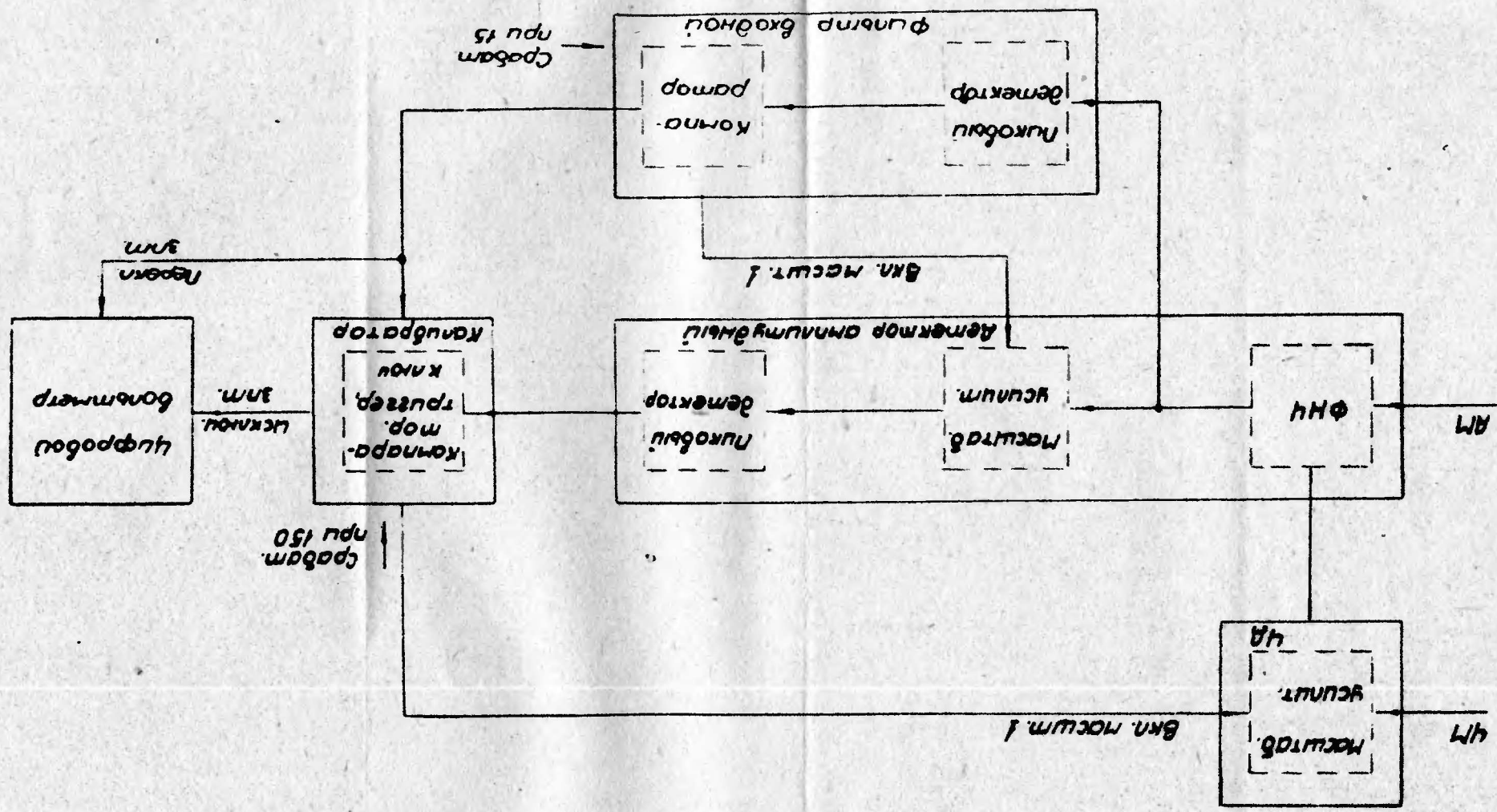


Рис. 5а Смысловая схема абномитического переключения пределов



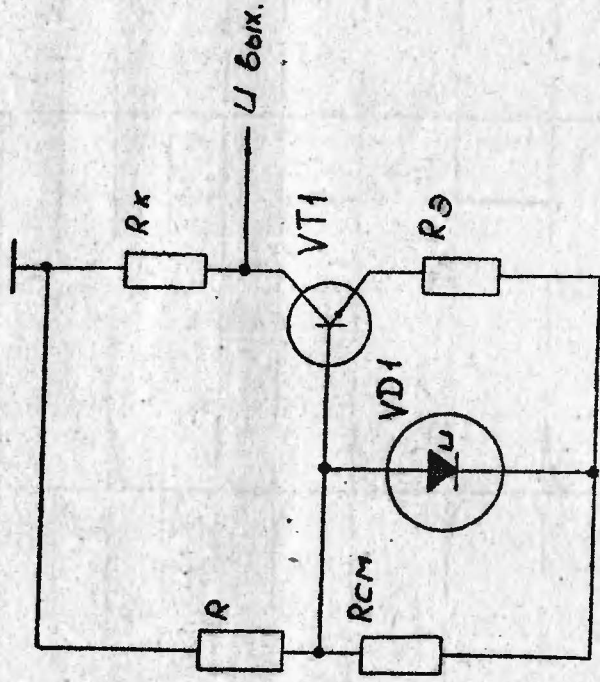


Рис. 7. Упрощенная схема формирующего каскада

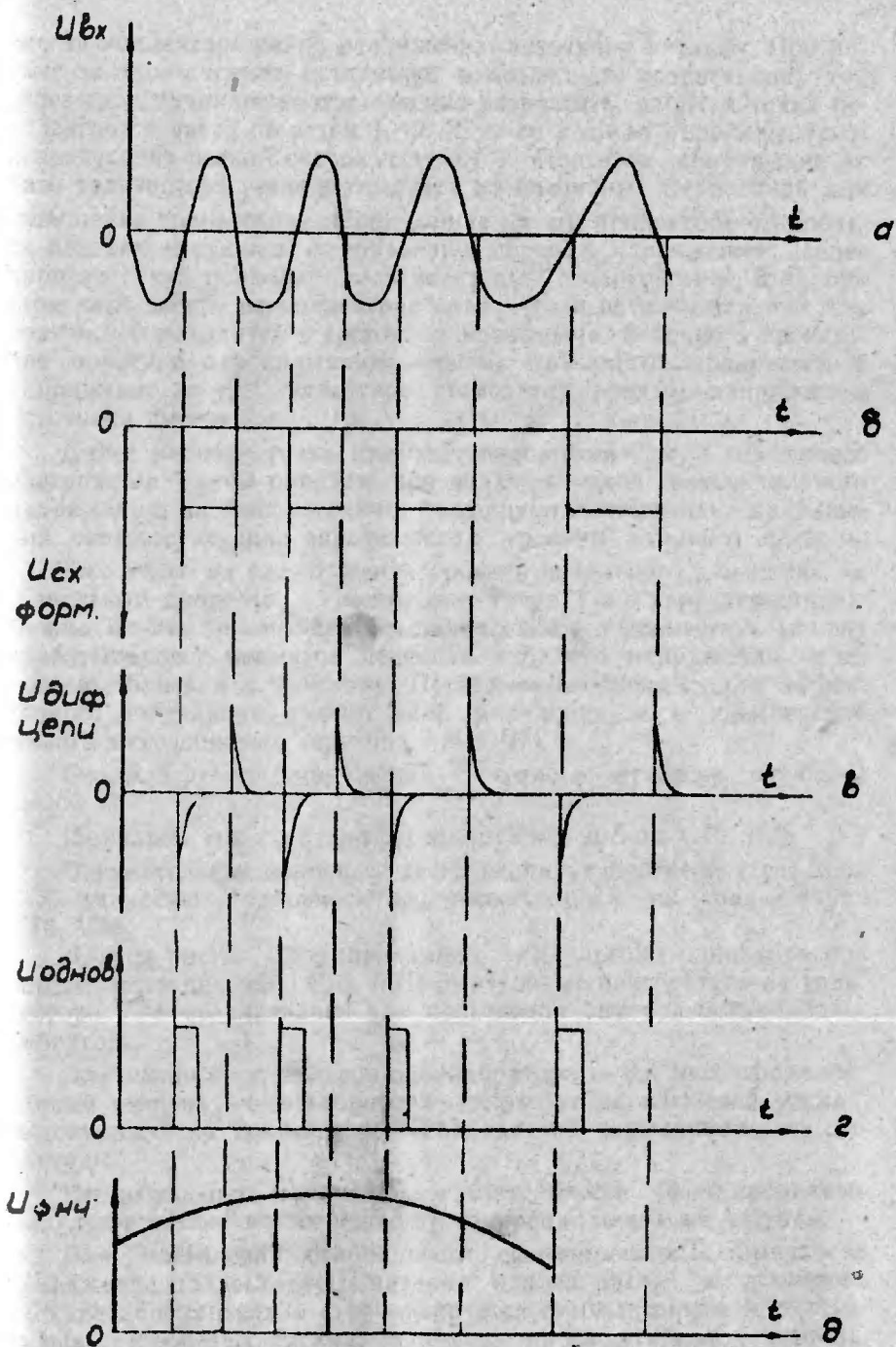
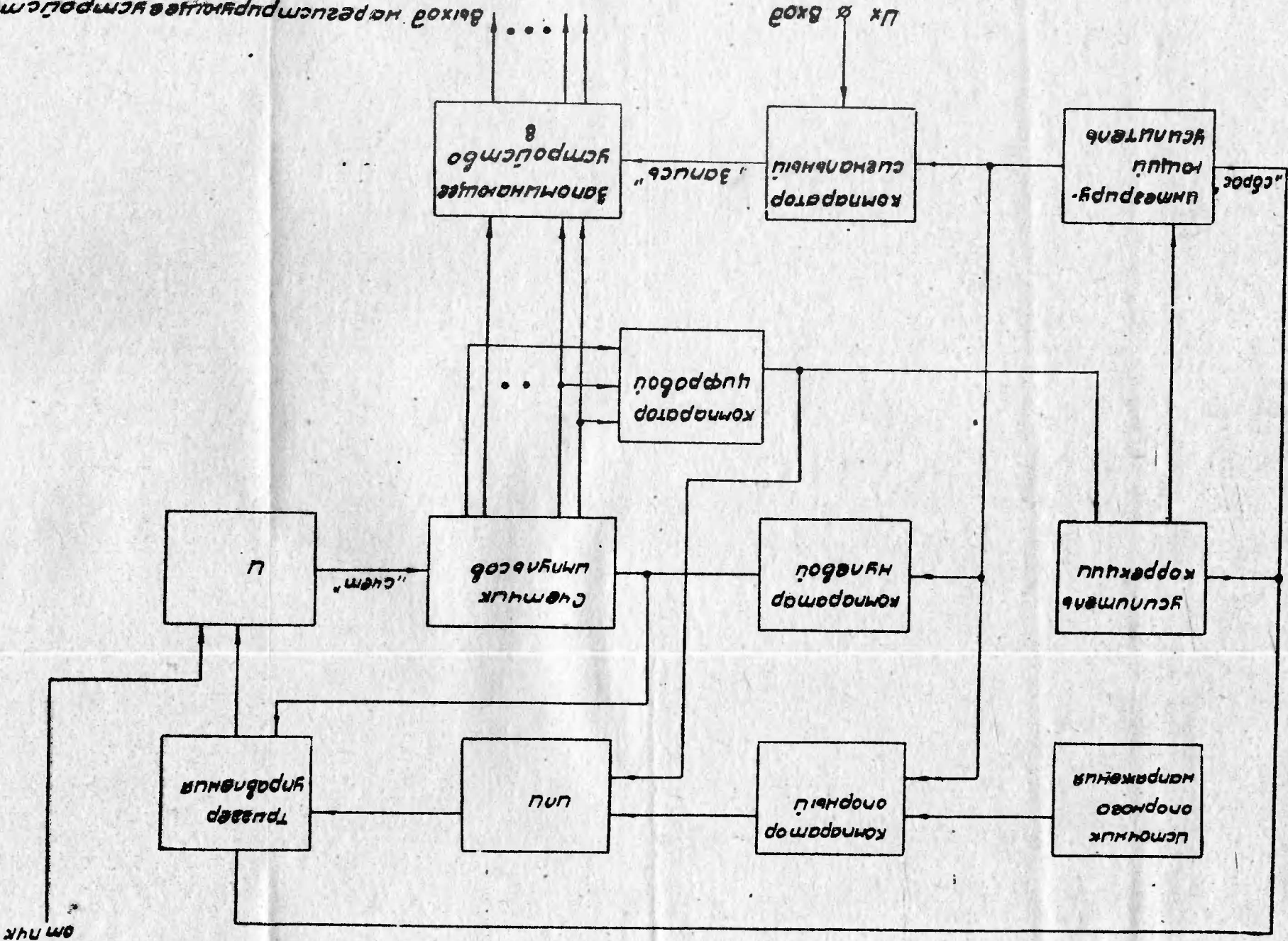


Рис. 8. ОСЦИЛЛОГРАММЫ НАПРЯЖЕНИЙ ЧАСТОТНОГО ДЕТЕКТОРА

Рис. 11. Структурная схема ПНК.
Вход на результирующее устройство



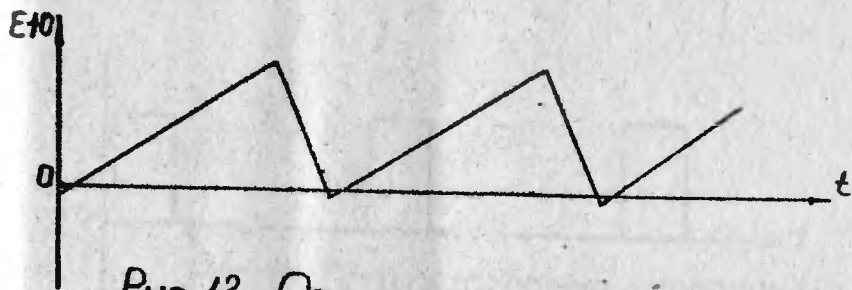


Рис. 12 Осциллограмма напряжения на выходе ИУ

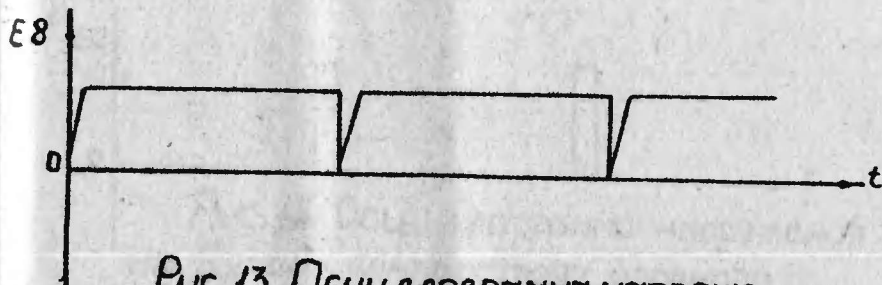


Рис. 13 Осциллограмма напряжения на выходе компаратора нулевого

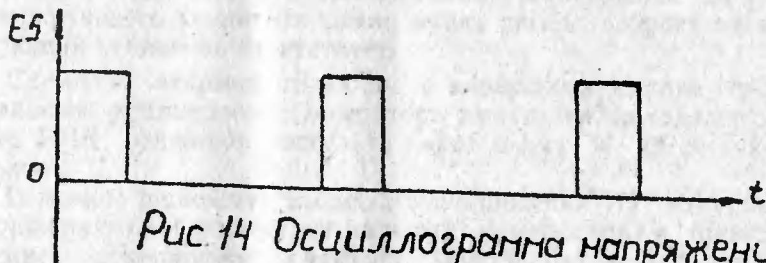
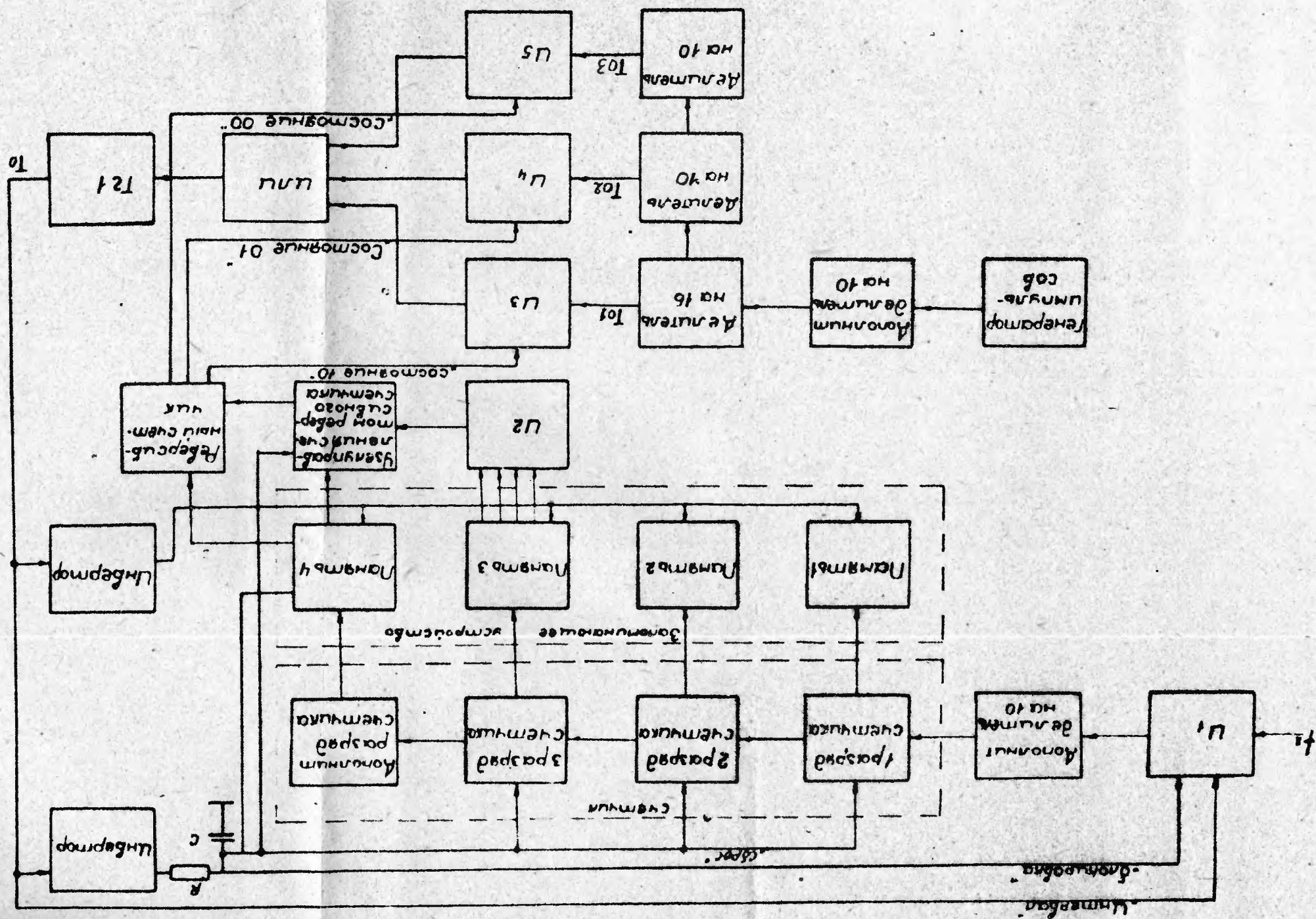


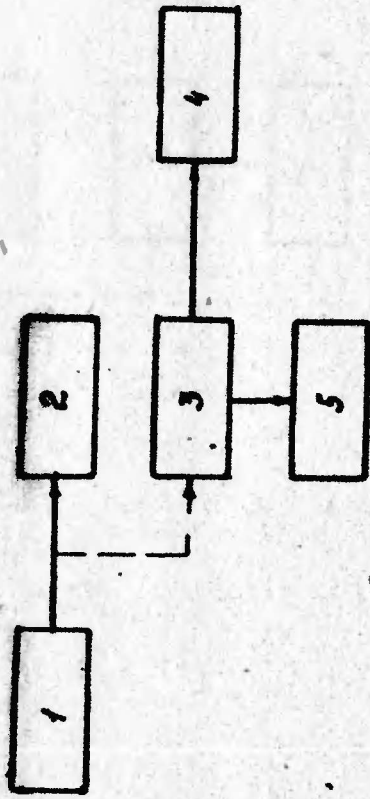
Рис. 14 Осциллограмма напряжения на выходе компаратора сигнального



Рис. 15 Осциллограмма напряжения на выходе компаратора опорного

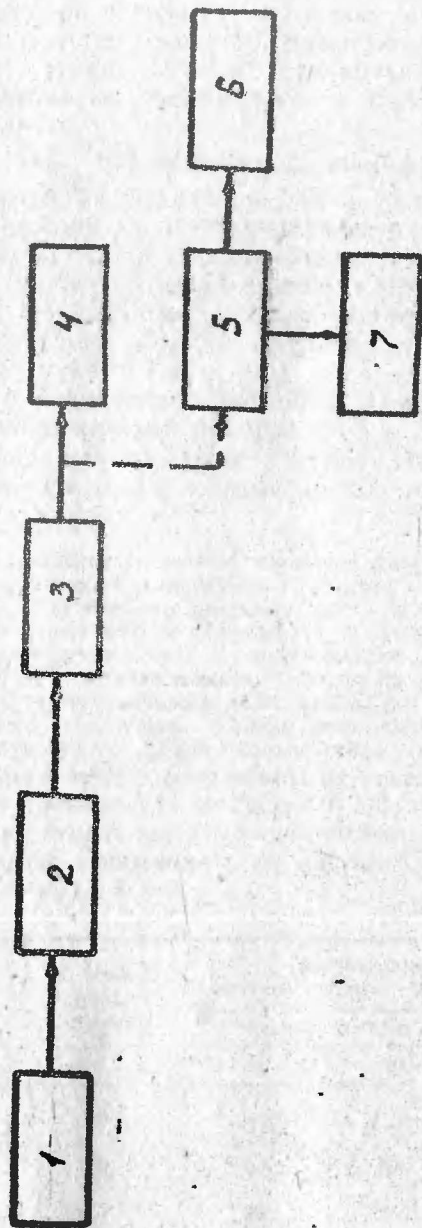
Рис. 16 Спрямована схема ПЧН





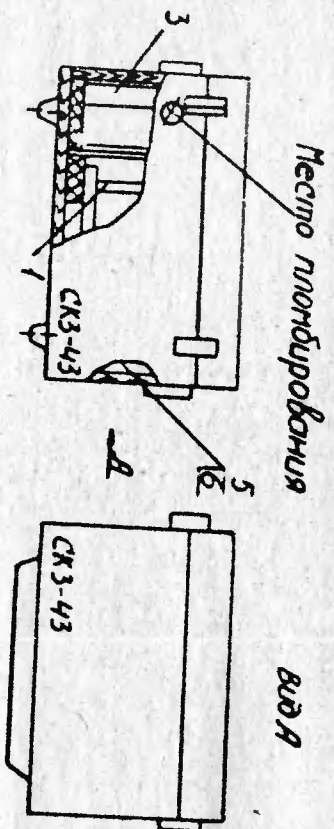
1 - ГЕНЕРАТОР Г4-93 (Г4-107); 2-ПОВЕРЯЕМЫЙ
ПРИБОР; 3-ТРОЙНИК 2.24В.000 (ИЗ КОМПЛЕКТА
К2-34); 4-НАГРУЗКА 50 Ом (ИЗ КОМПЛЕКТА К2-34);
5-МИЛЛИВОЛЬТМЕТР ВЗ-43

РИС.31 СХЕМА ВКЛЮЧЕНИЯ ПРИБОРОВ ПРИ
ОПРЕДЕЛЕНИИ ЧУВСТВИТЕЛЬНОСТИ В ДИА-
ПАЗОНЕ 0,15-500 МГц



1 - ГЕНЕРАТОР Г4-76А; 2 - ПЕРЕХОД 75 - 50 Ом 2.236.253 (ИЗ КОМПЛЕКТА Г4-107); 3 - ПЕРЕХОД Э2-114/3 (ИЗ КОМПЛЕКТА Г4-107); 4-ПРОВЕРЯЕМЫЙ ПРИБОР; 5- ТРОЙНИК (ИЗ КОМПЛЕКТА К2-34); 6 - НАГРУЗКА 50 Ом (ИЗ КОМПЛЕКТА К2-34); 7 - МИЛЛИВОЛЬТМЕТР ВЗ-43

Рис. 31а СХЕМА ВКЛЮЧЕНИЯ ПРИБОРОВ ПРИ ОПРЕДЕЛЕНИИ ЧУВСТВИТЕЛЬНОСТИ В ДИАПАЗОНЕ 500-1000 МГц



1. Утеплитель модуляции
2. Аморфизующий материал
3. Комплект запятого участка
4. Язык торжуровки торы
5. Эксплуатационная докучментация
6. Бумага одерточная
7. Бумага водонепроницаемая

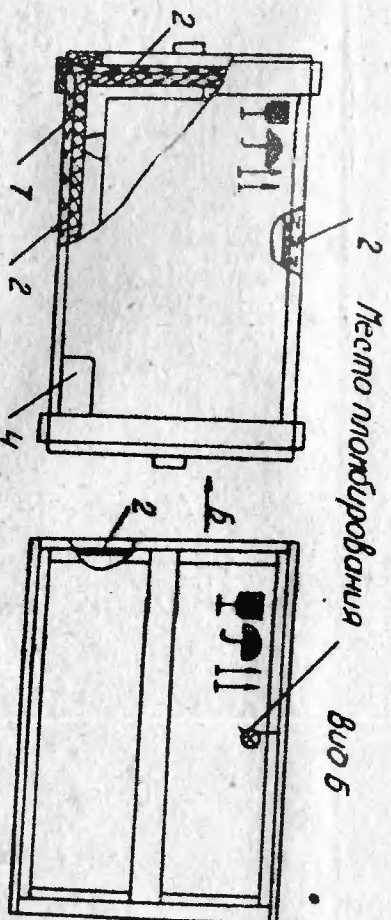


Рис. 38. Схема упаковки прибора и маркировка упаковки.

Рис. 1. Внешний вид измерителя модуляции СКЗ-43.

1. Введение	5
2. Назначение	7
3. Технические данные	7
4. Состав прибора	12
5. Устройство и работа прибора и его составных частей . .	13
5.1. Принцип действия	13
5.2. Схема электрическая принципиальная	13
5.2.2. Описание электрической структурной схемы прибора	14
5.2.3. Преобразователь частоты 2.206.004	17
5.2.4. Фильтр входной 2.067.016	18
5.2.5. Усилитель промежуточной частоты 2.031.003	19
5.2.6. Дискриминатор частотный 2.204.002	24
5.2.7. Детектор амплитудный 2.204.003	27
5.2.8. Калибратор 2.085.003	29
5.2.9. Цифровой индикатор модуляции и частоты	29
Описание и принцип действия ПНК	30
Описание и принцип действия ПЧК	33
Описание и принцип действия индикатора цифрового .	36
5.2.10. Блок питания 2.087.019	38
5.3. Конструкция	39
6. Маркирование и пломбирование	41
7. Общие указания по эксплуатации	41
8. Указания мер безопасности	41
9. Подготовка к работе	41
10. Порядок работы	42
10.1. Подготовка к проведению измерений	42
10.2. Проведение измерений	43
11. Характерные неисправности и методы их устранения . .	45
12. Поверка прибора	49
12.1. Операции и средства поверки	50
12.2. Условия поверки и подготовка к ней	55
12.3. Проведение поверки	55
12.4. Оформление результатов поверки	62
13. Правила хранения	62

14. Транспортирование	62
14.1. Тара, упаковка и маркирование упаковки	62
14.2. Условия транспортирования	63

ПРИЛОЖЕНИЕ 1

Карта режимов транзисторов и напряжений в контрольных точках	65
Таблица соединений между контактами на плате коммутации	71
Осциллограммы напряжений в контрольных точках прибора в режиме калибровки.	
Намоточные данные катушек индуктивности и трансформаторов	79
Комплект вспомогательного и запасного имущества	82

ПРИЛОЖЕНИЕ 2

Формы протоколов поверки	83
------------------------------------	----

ПРИЛОЖЕНИЕ 3

Перечень стандартов и технических условий на комплектующие изделия, используемые в приборе СКЗ-43	94
---	----

ВНИМАНИЕ!

Во избежание поражения электрическим током необходимо перед включением прибора в сеть проверить качество защитного заземления.

Работа без заземления запрещается!