

ИЗМЕРИТЕЛЬ МОЩНОСТИ ТЕРМИСТОРИЙ

МЗ-22А

Техническое описание и инструкция по
эксплуатации

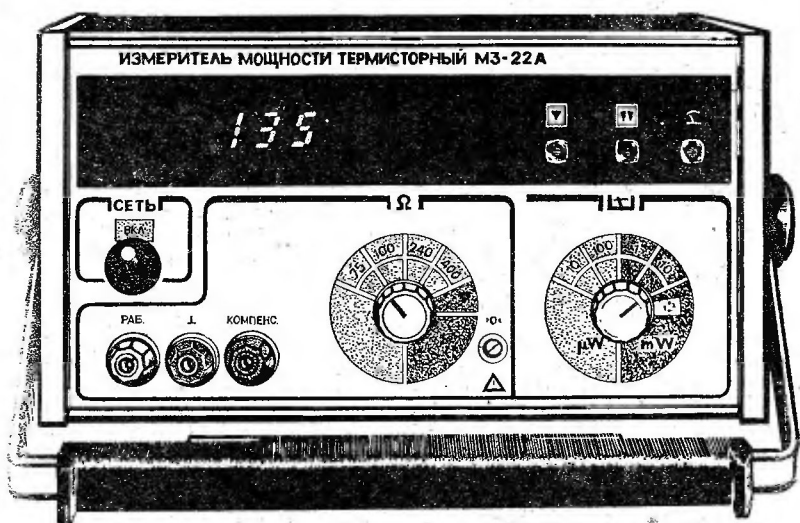
2.720.008 ТО

СОДЕРЖАНИЕ

1. Назначение	6
2. Технические данные	6
3. Состав прибора	12
4. Устройство и работа прибора	14
5. Маркирование и пломбирование	37
6. Общие указания по эксплуатации	37
7. Указание мер безопасности	39
8. Подготовка к работе	40
9. Порядок работы	41
10. Характерные неисправности и методы их устранения	50
11. Техническое обслуживание	53
12. Проверка прибора	54
13. Правила хранения	76
14. Транспортирование	77
Приложение 1. Измеритель мощности термисторный МЗ-22А	
Перечень элементов	82
Схема электрическая принципиальная	85
Приложение 2. Делитель напряжения	
Перечень элементов	86
Схема электрическая принципиальная	87
Планы размещения элементов	88
Приложение 3. Блок индикации	
Перечень элементов	90

	Схема электрическая принципиальная.....	91
	Планы размещения элементов.....	92
Приложение 4.	Усилитель постоянного тока.	
	Перечень элементов.....	94
	Схема электрическая принципиальная.....	98
	План размещения элементов	99
Приложение 5.	Преобразователь вычислительный.	
	Перечень элементов	100
	Схема электрическая принципиальная.....	105
	План размещения элементов	106
Приложение 6.	Устройство автоматическое.	
	Перечень элементов	107
	Схема электрическая принципиальная.....	109
	План размещения элементов	110
Приложение 7.	Фильтр сетевой.	
	Перечень элементов.....	111
	Схема электрическая принципиальная	112
	План размещения элементов.....	113
Приложение 8.	Стабилизатор.	
	Перечень элементов	114
	Схема электрическая принципиальная.....	116
	План размещения элементов	117

Приложение 9. Вольтметр встраиваемый цифровой	
Перечень элементов.....	118
Схема электрическая принципиальная.....	119
Приложение 10. Блок аналоговый	
Перечень элементов.....	120
Схема электрическая принципиальная.....	123
План размещения элементов.....	124
Приложение 11. Блок цифровой	
Перечень элементов.....	125
Схема электрическая принципиальная.....	128
План размещения элементов	129
Приложение 12. Эпюры напряжений и режимы работы	
элементов.....	130
Приложение 13. Намоточные данные трансформаторов.....	142



Внешний вид прибора М3-22А

1. НАЗНАЧЕНИЕ

Измеритель мощности термисторный МЗ-22А предназначен для измерения средней мощности непрерывных и импульсно-модулированных электромагнитных колебаний в диапазоне частот, определяемых входящими в комплект поставки преобразователями (термисторными головками), технические характеристики которых приведены в табл.2.1.

Прибор относится к классу точности 6,0 с преобразователями М5-40...М5-44 на всех пределах измерения, кроме предела 10 мкВт; к классу точности 10,0 с преобразователями М5-29...М5-30, М5-45 на всех пределах измерения, кроме предела 10 мкВт; к классу точности 15,0 на пределе 10 мкВт с вышеперечисленными преобразователями и с преобразователями М5-49 на всех пределах измерения, кроме предела 10 мкВт; к классу 25,0 с преобразователем М5-49 на пределе измерения 10 мкВт.

Условия эксплуатации прибора:

- 1) температура окружающей среды от $+5$ до $+40^{\circ}\text{C}$;
- 2) максимальная относительная влажность до 80% при температуре $+25^{\circ}\text{C}$;
- 3) напряжение питающей сети $220 \pm 22\text{В}$ частотой $50 \pm 0,5$ Гц.

Прибор может быть использован для аттестации термисторных преобразователей по коэффициенту преобразования, для калибровки уровня выходной мощности сверхвысокочастотных генераторов и для других точных измерений сверхвысокочастотной (СВЧ) мощности.

2. ТЕХНИЧЕСКИЕ ДАННЫЕ

2.1. Прибор должен иметь следующие пределы измерения мощности СВЧ: 10;100 мкВт; 1;10 мВт.

2.2. Прибор должен работать с термисторными преобразователями, имеющими следующие значения рабочих сопротивлений термисторов: 75, 100, 240, 400 Ом.

Таблица 2.1

Тип преобразователя	Диапазон частот, Гц	Наибольшая измеряемая мощность		Рабочее сопротивление термистора, Ом	Коэф	КСВн, не более	ВЧ тракт
		средняя, мВт	в импульсе, Вт				
M5-29	0,03-1,0	7,5	≤25	75;100	≥0,9	1,3	75 Ом
M5-30	1,0-3,0	7,5	≤25	75;100	≥0,9	1,3	75 Ом
M5-40	5,64-8,24	5,0	≤25	240	$I_{\pm}$ $\pm 0,05$	1,4	35x15 мм
M5-41	6,85-9,93	5,0	≤25	240	$I_{\pm}$ $\pm 0,05$	1,3	28x12 мм
M5-42	8,24-12,05	5,0	≤25	240	$I_{\pm}$ $\pm 0,05$	1,3	23x10 мм
M5-43	11,1-16,7	5,0	≤25	240	$I_{\pm}$ $\pm 0,05$	1,3	17x8 мм
M5-44	16,70-25,86	5,0	≤25	400	0,95- -1,0	1,5	11x5,5 мм
M5-45	25,86-37,5	5,0	≤25	400	0,85- -1,05	1,5	7,5x3,4 мм
M5-49	37,5-53,57	10,0	≤25	400	≥0,5	1,7	5,2x2,6 мм

2.3. Прибор должен обеспечивать на термисторах мощность смещения от 7 до 70 мВт.

2.4. Должна обеспечиваться работа с термисторными преобразователями, у которых мощность подогрева рабочего и компенсационного термисторов различаются не более чем на 20% при сопротивлениях, указанных в п. 2.2

2.5. Основная погрешность измерения мощности δ_p не должна превышать значения

$$\delta_p = \pm \left(a + \frac{A}{P_x} 100 \right) \% , \quad (2.1)$$

где

$$a = |\delta_{k2}| + \alpha ;$$

δ_{k2} — погрешность коэффициента эффективности термисторной головки, % ,

$$\alpha = \begin{cases} 0,3 & \text{для пределов измерения } 0,1; 1 \text{ и } 10 \text{ мВт;} \\ 0,8 & \text{для предела измерения } 10 \text{ мкВт,} \\ 0,5 & \text{для режима автоматического выбора пределов} \\ & \text{измерения;} \end{cases}$$

$$A = (10^{-2} \cdot b + \frac{0,5}{P_k}) P_k ;$$

$$b = \begin{cases} 0,2 & \text{для ручного выбора пределов измерения,} \\ 0,6 & \text{для автоматического выбора пределов измерения;} \end{cases}$$

P_k — предел измерения, мкВт;

P_x — измеряемая мощность, мкВт.

2.6. Основная погрешность прибора без преобразователей δ_M не должна превышать величин, рассчитанных по формулам:

1) для пределов измерения 10,1 и 0,1 мВт

$$\delta_M = \pm \left(0,3 + 0,2 \frac{P_k}{P_x} \right) \% ; \quad (2.2)$$

2) для предела измерения 10 мкВт

$$\delta_M = \pm \left(0,8 + 0,2 \frac{P_k}{P_x} \right) \% ; \quad (2.3)$$

3) для режима автоматического выбора пределов

$$\delta_K = \pm (0,5 + 0,6 \frac{P_K}{P_X}) \% . \quad (2.4)$$

2.7. Дополнительная погрешность прибора, без преобразователей, вызванная отклонениями температуры окружающего воздуха от нормальной на каждые 10°C , должна быть не более основной погрешности,

2.8. Время установления показаний прибора не должно быть более 10 с.

2.9. Нестабильность показаний прибора без преобразователей не должна быть более 0,1 мкВт за 0,5 мин.

2.10. Нестабильность показаний прибора с преобразователем, входящим в комплект поставки, должна соответствовать нормам, приведенным в паспорте на соответствующий преобразователь.

2.11. Автоматическая установка нуля должна обеспечиваться с точностью до I знака младшего разряда.

2.12. При переключении пределов измерения смещение нуля не должно превышать 5 знаков младшего разряда отсчетного устройства.

2.13. Прибор должен обеспечивать возможность программной установки предела измерения и нуля по параллельным двоично-десятичным (1-2-4-8) потенциальным кодам, приведенным в табл. 2.2, о уровнями:

1) логического нуля от 0 до +0,4 В;

2) логической единицы от 2,4 до 4,5 В.

Таблица 2.2

Наименование операции	Код
1. Установка предела 10 мкВт	0 0
2. Установка предела 100 мкВт	1 0
3. Установка предела 1 мВт	0 1
4. Установка предела 10 мВт	1 1
5. Установка нуля	0

2.14. Прибор должен обеспечивать возможность автоматического выбора пределов измерения при установке переключателя " [X] " в положение " 0 " и при дистанционном управлении двоично-десятичным кодом 10.

2.15. Прибор должен обеспечивать выход измеряемого сигнала в стандартном коде.

2.16. Прибор должен обеспечивать аналоговый выход на нагрузку не менее 10 кОм, пропорциональный измеряемому сигналу.

2.17. Прибор должен обеспечивать свои технические характеристики в пределах норм, по истечении времени установления рабочего режима, равного 30 мин. на пределах 1,10 мВт и 2 ч на пределах 10,100 мкВт.

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

2.19. Прибор должен допускать непрерывную работу в рабочих условиях не менее 8 часов в сутки без учета времени установления рабочего режима.

2.20. Мощность, потребляемая прибором от сети, не должна превышать 20 В А.

2.21. Нарботка на отказ T_0 не менее 10000 часов.

2.22. Среднее время ремонта T_p не более 5 ч.

2.23. Гамма - процентный ресурс (Tr_γ) прибора 10000 ч. при значении $\gamma=90\%$.

2.24. Гамма-процентный срок службы ($T_{сл}_\gamma$) 10 лет при значении $\gamma=90\%$.

2.25. Гамма-процентный срок сохраняемости прибора (T_c_γ):

1) в отапливаемом хранилище - 5 лет при $\gamma=90\%$;

2) в неотапливаемом хранилище - 3 года при $\gamma=90\%$.

2.26. Габаритные размеры, мм:

1) прибора без преобразователей 228 x 120 x 308;

2) прибора в укладочном ящике не более 312 x 220 x 410;

3) прибора в транспортной таре не более 502 x 312 x 640;

4) комплекта термисторных головок в транспортной таре не более 527 x 394 x 527.

2.27. Масса, не более, кг:

1) прибора без преобразователей 6;

2) прибора без преобразователей с укладочным ящиком 12;

3) прибора без преобразователей с транспортной тарой 32;

4) комплекта преобразователей с транспортной тарой 20.

3. СОСТАВ ПРИБОРА

3.1. Прибор поставляется в комплекте, указанном в табл. 3.1

Таблица 3.1

Наименование	Обозначение	Количество	Примечание
1. Измеритель мощности термисторный МЗ-22А	2.720.007	I	Без преобразователей
2. Преобразователи приемные термисторные коаксиальные			I, 2
М5-29	0.468.001 TV	I	
М5-30	0.468.001 TV	I	
Преобразователи измерительные первичные			I, 2
М5-40	0.223.002 TV	I	
М5-41	То же	I	
М5-42	—"	I	
М5-43	—"	I	
М5-44	0.223.030 TV	I	
М5-45	То же	I	
М5-49	4.681.032 TV	I	
3. Шнур соединительный	4.860.003	I	сетевой
4. Плата ремонтная	3.660.072	I	или 3.660.072-01

Продолжение табл.3.1

Наименование	Обозначение	Количество	Примечание
5. Вставка плавкая ВН2Б-1 0,5 А 250 В	0.481.005 ТУ	4	
6. Вилка РМ7-36Ш-ПБ-В	0.364.043 ТУ	1	
7. Техническое описание и инструкции по эксплуатации	2.720.008 ТО	1	
8. Формуляр	2.720.008 ФО	1	
9. Упагодочный ящик	4.161.107-01	1	3.

- Примечания: 1. По согласованию заказчика с заводом-изготовителем допускается поставка прибора без термисторных преобразователей.
2. По согласованию заказчика с заводом-изготовителем допускается поставка прибора с различными сочетаниями термисторных преобразователей.
3. Поставляется для приборов с приемкой заказчика.

4. УСТРОЙСТВО И РАБОТА ПРИБОРА

4.1. Принцип действия

4.1.1. Принцип действия прибора основан на автоматическом замещении поглощаемой термистором СВЧ мощности, эквивалентной по тепловому воздействию, мощностью постоянного тока (структурная схема прибора приведена на рис. 4.1).

Схема включает в себя два идентичных моста, в один из которых включен рабочий термистор, а в другой — компенсационный. Оба моста питаются от самостоятельных усилителей постоянного тока, автоматически поддерживающих мосты в состоянии баланса. К диагонали компенсационного моста одним из входов подсоединен третий усилитель постоянного тока, коэффициент передачи которого изменяется регулируемым делителем, включенным между выходом усилителя и его инвертирующим входом. При отсутствии на входе термисторного преобразователя (R_t раб.) мощности СВЧ на выходе третьего усилителя с помощью регулируемого делителя устанавливается напряжение (U_k), равное выходному напряжению (U_p) первого усилителя постоянного тока. Это равенство нарушается, как только на рабочий термистор будет подана мощность СВЧ. В этом случае мощность СВЧ будет равна

$$P_{свч} = \frac{(U_k + U_p)(U_k - U_p)}{4 R_t^0}, \quad (4.1)$$

где U_k — напряжение на выходе третьего усилителя;

U_p — напряжение, установившееся на выходе первого усилителя после подачи мощности СВЧ на вход термисторного преобразователя;

R_t^0 — сопротивление термистора термисторного преобразователя.

Структурная схема прибора

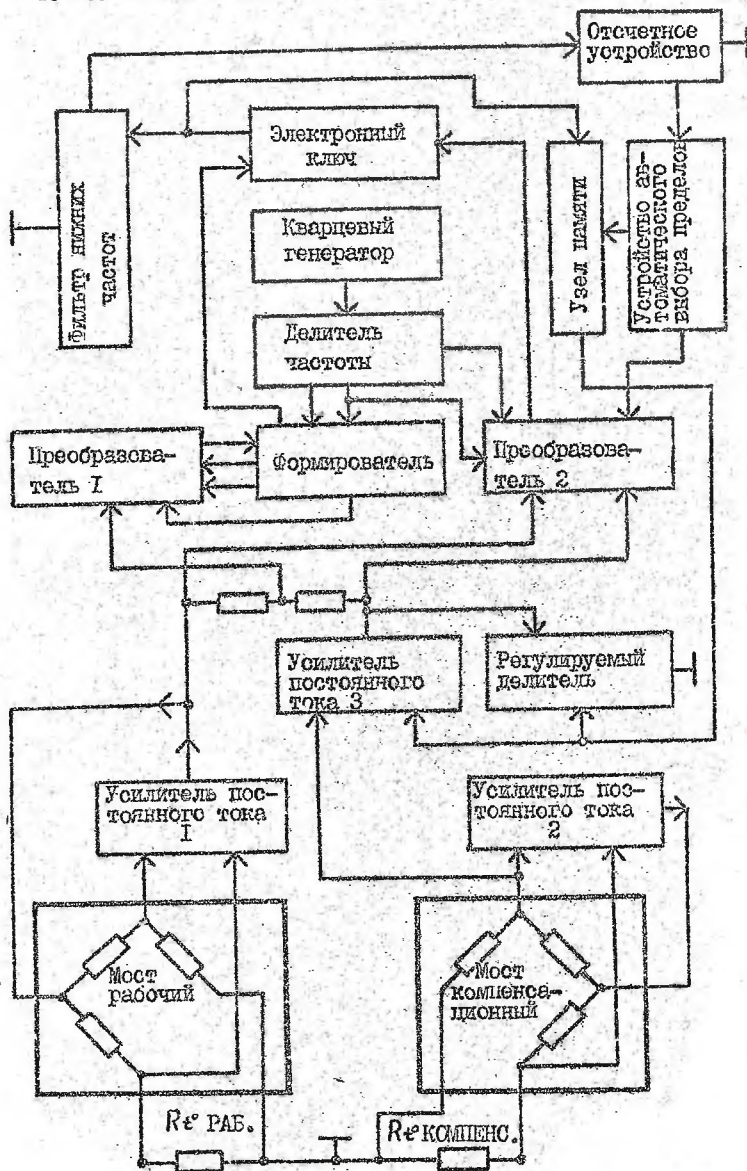


Рис. 4. I.

Структурная схема прибора обеспечивает операцию определения замещающей мощности в соответствии с выражением (4.1). Для этого сигналы U_k и U_p подаются на первый и второй преобразователи, которые управляются сигналами с формирователя и делителя частоты кварцевого генератора. На выходе формирователя получаются прямоугольные импульсы постоянной амплитуды, ширина которых пропорциональна $(U_k + U_p)$. На выходе второго преобразователя получаются прямоугольные импульсы, имеющие вид меандра, амплитуда которых пропорциональна $(U_k - U_p)$. Полученные сигналы поступают на электронный ключ, который выполняет операции умножения $(U_k + U_p) \times (U_k - U_p)$ и выдает результат в виде импульсов тока, которые фильтром нижних частот превращаются в среднее значение тока на выходе отсчетного устройства, пропорционального замещающей мощности. Отсчетное устройство представляет собой однопределный (до 1,2 В) цифровой вольтметр. С помощью регулируемого делителя, подключенного к третьему усилителю постоянного тока, производится грубое сравнение напряжений U_p и U_k вручную. Точное выравнивание напряжений U_p и U_k производится автоматически с помощью узла памяти, в котором запоминается разница между выходными напряжениями $(U_k - U_p)$, оставшаяся после грубого (ручного) выравнивания. Эта разница подается на вход третьего усилителя и выравнивает напряжения U_p и U_k с точностью до 1 знака младшего разряда цифрового отсчетного устройства.

Устройство автоматического выбора пределов обеспечивает возможность программной установки пределов измерения мощности СВЧ путем автоматического изменения коэффициента передачи второго преобразователя. Кроме того, оно позволяет по программе (при необходимости) устанавливать нуль прибора путем автоматического подключения узла памяти к третьему усилителю.

В качестве отсчетного устройства в приборе применен вольтметр встраиваемый цифровой, принцип действия которого основан на методе двухтактного интегрирования. Структурная схема вольтметра приведена на рис. 4.2.

Счетчик, посредством деления частоты импульсов кварцевого генератора, через схему управления задает последовательность и длительность первого такта интегрирования Т1, выдает цифровой код на ЦПУ и на дешифратор с памятью, управляющий индикатором.

Схема управления, получая информацию о конце измерения и полярности с компаратора, о длительности и последовательности первого такта интегрирования со счетчика, управляет работой входных ключей, которые поочередно подают на входной усилитель опорное напряжение, равное нулю, управляет схемой коррекции дрейфа нуля и выдает команду на запись кода результата измерения в память дешифратора.

Входной усилитель выполняет функцию повышения входного сопротивления и усиления сигналов.

Интегратор непосредственно выполняет функцию преобразования измеряемого напряжения в интервал времени, который формируется компаратором.

Структурная схема вольтметра встраиваемого цифрового

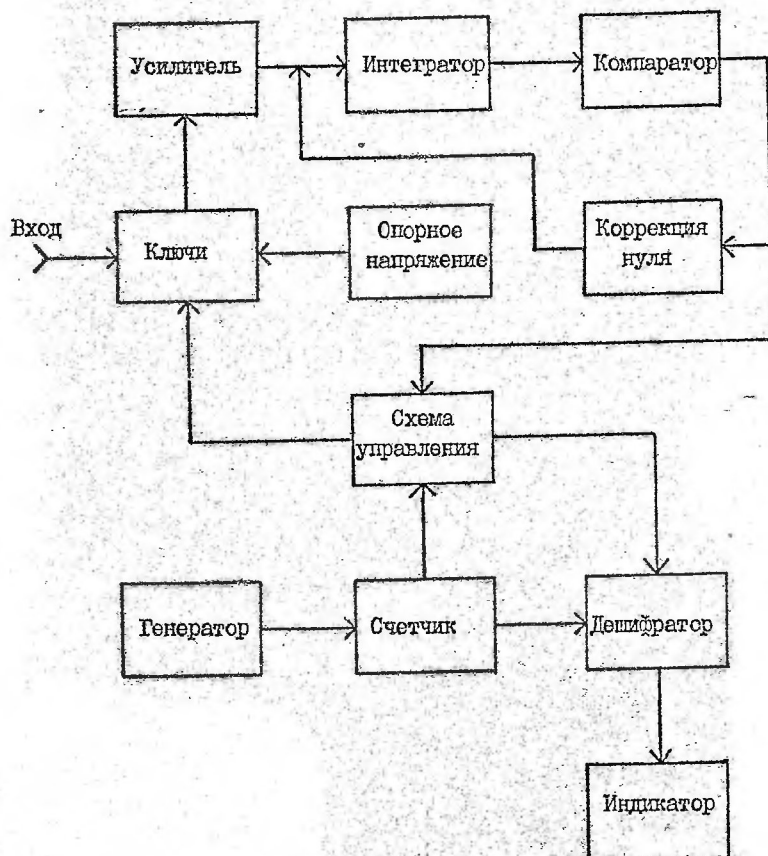


Рис. 4.2

4.2. Схема электрическая принципиальная

4.2.1. Схема электрическая принципиальная прибора приведена в приложении I. В ее состав входят десять основных узлов: вольтметр встраиваемый цифровой У6, переключатель сопротивлений моста В1, переключатель пределов измерения В2, блок индикации У1, усилитель постоянного тока У2, преобразователь вычислительный У3, устройство автоматического выбора пределов У4, стабилизатор У5, фильтр сетевой У7, плата объединительная П1.

4.2.2. Описание схемы встраиваемого цифрового вольтметра приведено в п.4.2.11 настоящего описания.

4.2.3. Переключатель сопротивления мостов (делитель напряжения) (см. приложение 2). На плате переключателя В1.1 расположены резисторы рабочего моста, которые переключаются так, чтобы обеспечить работу прибора с преобразователями, имеющими различные сопротивления. Контакты (14,15) платы соединены с клеммами Кл1, Кл2, к которым подключается рабочий термистор преобразователя. Плата с резисторами компенсационного моста идентична плате рабочего моста. Контакты (14,15) платы компенсационного моста соединены с клеммами Кл2, Кл3, к которым подключается компенсационный термистор преобразователя. Одновременно с изменением плеч мостов переключатель В1 изменяет коэффициент передачи делителя в канале сигнала, пропорционального ($U_k + U_p$) в зависимости от величины сопротивления термистора. Резисторы делителя (R1, R2, R3, R4, R5, R6, R11) находятся на плате преобразователя вычислительного У3. Последнее положение "V" переключателя В1 предназначено для поверки прибора. В этом положении отключается одно из плеч мостов, и на клеммы Кл1, Кл2, Кл3 подается постоянное напряжение.

4.2.4. Переключатель В2 предназначен для выбора необходимого предела измерения мощности СВЧ и режима работы (ручное переключение пределов или автоматический выбор пределов и работы прибора по заданной программе).

Переключатель формирует сигналы логического нуля (замыкание контактов на землю) и логической 1 (разомкнутая цепь), которые приведены в табл.4.1.

Таблица 4.1.

Положение переключателя	Код
10 мкВт	0 0
100 мкВт	1 0
1 мВт	0 1
10 мВт	1 1

4.2.5. Схема принципиальная электрическая блока индикации приведена в приложении 3. Блок индикации выполняет роль зависимого кнопочного переключателя. Фиксацию положения нажатой кнопки осуществляют триггеры, собранные на элементах микросхем МС1 и МС2 и одновременно обеспечивающие соответствующую индикацию с помощью светодиодов. При включении прибора автоматически срабатывает триггер, фиксирующий нажатое положение и индикацию кнопки "  " (грубая установка нуля). В этом положении обмотка реле Р1, расположенного на плате усилителя постоянного тока (У2), через МС1.1 подключается к корпусу. Контакты реле Р1 замыкаются, и через них происходит разряд конденсатора памяти С20. При нажатии кнопки "  " (ноль точно) триггер изменяет свое состояние и обеспечивает фиксацию и индикацию нажатой кнопки.

В этом положении с помощью MCI.1 отключается реле P1, а MCI.4 включает P2, расположенное в У2. При этом подключается узел памяти и автоматически устанавливается нуль прибора. Прибор готов к измерению мощности и переводится в режим измерения нажатием кнопки "X". Триггер на элементах MCI.2, MCI.3 фиксирует нажатое состояние кнопки "X" и ее индикацию.

На плате блока индикации расположены лампы накалывания для подсвета размерности пределов измерения "mW", "mW". Они включаются сигналами с узла автоматического выбора пределов У4.

4.2.6. Схема электрическая принципиальная усилителя постоянного тока У2 приведена в приложении 4.

Схема состоит из трех идентичных усилителей постоянного тока и устройства автоматической компенсации нуля прибора.

Усилитель постоянного тока рабочего моста собран на транзисторных сборках типа 159НТ1В. Первый каскад представляет собой дифференциальный усилитель на микросхеме МС2 с стабилизатором тока в эмиттерной цепи на транзисторе Т1. Переменный резистор R10 служит для установки нуля усилителя. Второй дифференциальный каскад собран на микросхеме МС1. Третий каскад -- на транзисторе Т5 выполняет роль согласующего устройства между вторым дифференциальным каскадом усилителя и регулирующим элементом на параллельно включенных транзисторах Т3, Т4. Входы усилителя, контакты А2, Б2 и А4, Б4 подключены соответственно к контактам И4, И3 платы рабочего моста, расположенного на переключателе В1.1. Выход усилителя, контакт А6, Б6 подключен к контакту И2 платы рабочего моста. Усилитель постоянного тока производит автоматическую балансировку рабочего моста с термисторным преобразователем.

Схема усилителя постоянного тока компенсационного моста (МС4, МС3, Т2, Т8, Т6, Т7) аналогична описанной выше. Входы усилителя (контакты А18, В18 и А20, В20) подключены соответственно к контактам I4, I3 платы компенсационного моста, расположенного на переключателе В1.2. Выход усилителя (А22, В22) подключен к контакту I2 платы компенсационного моста, который балансируется автоматически усилителем постоянного тока. Установка нуля на входе усилителя осуществляется переменным резистором R12.

Третий усилитель постоянного тока аналогичен описанным и собран на МС6, МС5, Т9, Т11, Т10. Установка нуля на выходе усилителя осуществляется переменным резистором R37. Этот усилитель предназначен для изменения величины напряжения компенсационного моста при различных токах подогрева рабочего и компенсационного термисторов. Один вход усилителя (А10, В10) подключен к контакту I3 платы компенсационного моста, а второй вход к делителю R1 (приложение I) и R45, R46. Выход усилителя (А14, В14) соединен с входом преобразователя вычислительного УЗ. Изменение коэффициента передачи усилителя осуществляется с помощью резистора R1 (установлен на передней панели прибора) путем изменения коэффициента деления делителя R45, R46.

Устройство автоматической компенсации нуля состоит из предварительного усилителя на МС8, узла памяти R28, С20 и согласующего усилителя на МС7. Сигнал с выхода МС7, поделенный в 1000 раз (R38, R45, R46, и R1 в приложении I), поступает на вход третьего усилителя (МС6 контакт 7).

При нажатии кнопки "II" на передней панели прибора замыкаются контакты R2 и размыкаются контакты R1. Сигнал пропорциональный разнице U_p и U_k поступает на вход предварительного усилителя MC8, усиливается, запоминается узлом памяти (R28, C20) и через MC7 и R38 подается на вход третьего усилителя, изменяя U_k таким образом, что оно становится равным U_p с точностью до одного знака младшего разряда цифрового индикатора. Точность установки нуля на цифровом индикаторе регулируется с помощью резистора R39.

4.2.7. Схема электрическая принципиальная преобразователя вычислительного УЗ приведена в приложении 5.

Схема состоит из амплитудно-временного преобразователя, управляющего сигналами с кварцевого генератора и делителей частоты, усилителя разностного сигнала, электронного ключа, выполняющего операцию умножения $(U_k + U_p)$ на $(U_k - U_p)$, фильтра нижних частот.

Задающий кварцевый генератор на 100 кГц собран по схеме мультивибратора на элементах MC3.1 и MC3.2 микросхемы MC3. С выхода генератора сигнал поступает на первый делитель частоты MC5, который осуществляет деление частоты на выходе I4 в восемь раз и на выходе 7 в шестнадцать раз. С выхода 7 MC5 сигнал поступает на вход I5 MC9, где еще раз делится по частоте в 8 раз. На выходе I4 MC9 он имеет форму меандра с периодом 1,28 мс. Этот сигнал инвертируется инвертором MC8.4 и поступает на дифференцирующую цепочку (R45, C20). С выхода I4 MC5 сигнал через инвертор MC3.3 поступает на один из входов схемы соединения MC3.4, на другой вход которой поступает сигнал с дифференцирующей цепочки R45, C20. При совпадении сигналов во времени на выходе MC3.4 появляется импульсный сигнал (см. приложение I2) длительностью 40 мкс.

Амплитудно-временной преобразователь выполнен по схеме двухтактного интегрирования. Сигнал пропорциональный $(U_k + U_p)$ с делителя ($R1, R2, R3, R4, R5, R6, R11$) поступает на вход повторителя МС1. Транзистор Т3 открывается при поступлении на его затвор импульса с МС3.4 и конденсатор С14 интегратора на МС7 заряжается в течение времени действия импульса (40 мкс) пропорционально $(U_k + U_p)$. По окончании действия импульса с МС3.4 транзистор Т3 закрывается. Одновременно импульс с триггера МС8.2, МС8.3 через схему совпадения МС8.1 поступает на затвор транзистора Т4 и открывает его, подключая ко входу интегратора источник опорного напряжения ($R19, R22$). Источник опорного напряжения имеет отрицательную полярность, и конденсатор С14 интегратора начинает разряжаться. В момент, когда выходное напряжение интегратора достигает нулевого значения, срабатывает компаратор на МС10. Импульс с компаратора через усилитель на транзисторе Т11 поступает на триггер и изменяет его состояние таким образом, что транзистор Т4 выключается, а отрицательный импульс с МС8.3 через диод Д3 поступает на затворы транзисторов Т5, Т10 и открывает их. В этот промежуток времени производится коррекция дрейфа нуля интегратора. Время, в течение которого был открыт транзистор Т4, является линейной функцией преобразуемого напряжения $(U_k + U_p)$. Этот импульс через инвертор МС2 подается на электронный ключ (Т9).

Напряжение с рабочего и компенсационного мостов поступает на электронные ключи (Т1, Т2) усилителя разностного сигнала (контакты А8, В8, А6, В6).

Ключи поочередно открываются импульсами с выходов микросхем МС9 и МС8.4 и на конденсаторе С4 происходит вычитание $(U_k - U_p)$. Сигнал разницы поступает на масштабный усилитель МС4. Коэффициент передачи усилителя задается делителем, расположенным на плате автоматического выбора пределов У4. В зависимости от предела

измерения коэффициент передачи устанавливается:

$$10 \text{ мВт} \quad - 31,4; \quad 1 \text{ мВт} \quad - \frac{1}{3,14};$$

$$100 \text{ мВт} \quad - 3,14; \quad 10 \text{ мВт} \quad - \frac{1}{31,4}.$$

С выхода масштабного усилителя знакопеременное импульсное напряжение поступает на усилитель-преобразователь (МС6, Т7, Т8, Т6). Коэффициент передачи усилителя по напряжению равен пятнадцати. Одновременно с усилением усилитель преобразовывает импульсы напряжения в импульсы тока (Т7, R33) и восстанавливает постоянную составляющую переменного сигнала (Т6, С12, R30).

Подожительные импульсы тока поступают на электронный ключ Т9, управляемый импульсным сигналом с МС2, пропорциональным $(U_k + U_p)$. Электронный ключ выполняет операцию перемножения $(U_k + U_p)$ на $(U_k - U_p)$. Импульсы тока выделяются на резисторах R40, R41, R42, интегрируются фильтром нижних частот R43, С18, С19 и через контакт А36, Б36 поступают в цифровой индикатор У6. С контакта А32, Б32 импульсы тока поступают на предварительный делитель устройства автоматической компенсации нуля. Резисторы R41 и R13 служат для калибровки прибора при настройке.

4.2.8. Схема электрическая принципиальная устройства автоматического выбора пределов У4 приведена в приложении 6.

Основной задачей узла автоматического выбора пределов является коммутация резисторов в цепи обратной связи масштабного усилителя преобразователя вычислительного в зависимости от выбранного предела. Необходимый предел может быть установлен:

- 1) вручную, в зависимости от положения переключателя В2;
- 2) автоматически, в положении О переключателя В2;
- 3) дистанционно, в зависимости от кода, поступающего с разъема ИЗ;
- 4) автоматически, по команде поступающей с разъема ИЗ.

Кроме того, узел обеспечивает управление подсветом размерности предела, включает необходимые запятыя на цифровом индикаторе, выдает на разъем ИЗ код предела, формирует сигнал прямой и обратной перегрузки.

В состав схемы входят:

- 1) коммутирующие устройства (КУ1; КУ2; КУ3);
- 2) реверсивный счетчик (РС);
- 3) дешифраторы (ДШ1, ДШ2);
- 4) согласующие устройства (СУ1; СУ2).

При работе в ручном режиме код предела измерения устанавливается переключателем В2. На контакты узла автоматического выбора пределов А29, Б29 поступает логический ноль, а на контакт Б35 — логическая единица и через КУ1 (МС6, МС2.2, МС2.4, МС3, МС7.1) — на вход разрешения параллельной записи счетчика РС (МС8). Реверсивный счетчик при этом устанавливается в режим параллельной записи и код предела непосредственно переписывается в разряды счетчика.

Аналогично происходит запись кода в режиме дистанционного управления. Для этого на контакт платы Б35 подается логический

нуль и на контакт А33, Б33 – тоже логический нуль, что разрешает дистанционное управление.

Для работы в автоматическом режиме на контакты А29, Б29 необходимо подать логическую единицу. В этом случае мультиплексор МС6 через инвертор МС2.4 устанавливает на входе счетчика МС8 логический нуль и переводит его в счетный режим, режим автоматического выбора пределов. В счетном режиме счетчиком управляет коммутирующее устройство КУ2 (МС4).

Дешифратор ДШП (МС1.1, МС2.1, МС3.1), анализируя код результата измерения, формирует сигнал обратной перегрузки. Коммутирующее устройство КУ2, при наличии сигнала обратной перегрузки с ДШП или сигнала "перегрузки", формируемого с помощью Д3, Д4, К39, используя в качестве счетных импульсов "сигнал сопровождения" (контакт А6, Б6), устанавливает МС8 в режим прямого или обратного счета.

При наличии сигнала "перегрузка" на входе 10 МС8, счетчик устанавливается в режим прямого счета и происходит изменение предела измерения от чувствительного к грубому.

При наличии сигнала обратной перегрузки с ДШП, в счетчике происходит реверсивный счет и предел измерения изменяется от грубого к чувствительному.

В состав счетчика РС, кроме МС8, входит МС5 (делитель на четыре), необходимый для согласования быстродействия вольтметра с временем установления сигнала в преобразователе вычислительном.

Для дистанционного установления автоматического выбора пределов необходимо на контакт Б35 подать логический нуль, а на контакт

A33, E33 "запрет дистанционный" — логическую единицу.

Сигнал "установка нуля точно" формируется в КУ на микросхемах MC2.3, MC7.1, в том случае, если на контактах "точный ноль" (A28, E28) есть сигнал логического нуля в режиме местного (с лицевой панели прибора) управления или на контакте "автоматический ноль" A35 в любом режиме управления.

В качестве дешифратора ДШ2 используется микросхема MC9, с выходов 3 и 15 в коммутирующее устройство КУ2 MC4 заведены две обратные связи. Логическая единица на выходе 3 MC9 блокирует прямой счет. Это необходимо для того, чтобы при наличии прямой перегрузки на самом грубом пределе или при наличии обратной перегрузки на самом чувствительном пределе счетчик не перешел через состояние II или 00 соответственно, т.е. чтобы в этом случае не происходило непрерывного переключения пределов, а был установлен самый грубый или самый точный предел соответственно.

Согласующие устройства собраны на MC10, MC7.3 и управляют работой реле P1...P7 коммутирующего устройства КУ3, лампами подсвета размерности предела, переключением десятичной запятой вольтметра.

Реле P1...P4, P6, P7 подключают резисторы R30...R34 к масштабному усилителю преобразователя вычислительного в соответствии с установленным пределом измерения.

4.2.9. Схема принципиальная электрическая стабилизатора У5 приведена в приложении 8.

Схема состоит из выпрямителя для источника 5 В 0,6 А, двух компенсационных стабилизаторов +15 В, минус 15 В и трех параметрических стабилизаторов +8 В, +12 В, минус 12 В.

Выпрямитель для источника 5 В 0,6 А собран по двухполупроводниковой схеме на диодах Д5, Д6 с фильтром С3, С4. Выпрямленное напряжение через контакты А25, Б25, А26, Б26, А31, Б31, А32, Б32 подается на стабилизатор 5 В на МС, расположенной на задней стенке прибора и через резистор R1 на лампы накаливания (У1).

Компенсационные стабилизаторы +15 В и минус 15 В имеют общий мостовой выпрямитель на диодах Д1...Д4 и фильтры С1, С2.

Стабилизатор +15 В состоит из делителя напряжения R12, R13, усилителя постоянного тока МС1, согласующего транзистора Т3, регулирующего транзистора Т1 и элементов защиты R4, R5, Д9.

Стабилизатор минус 15 В состоит из делителя напряжения R14, R15, усилителя постоянного тока МС2, согласующего транзистора Т4, регулирующего транзистора Т2 и элементов защиты R6, R7, Д10.

Для симметрирования выходных напряжений оба стабилизатора имеют опорные напряжения с одного стабилизатора Д11, включенного между выходными шинами +15 В и минус 15 В (R16, R17).

Параметрические стабилизаторы +8 В (R18, Д12) и +12 В (R19, Д13, Д15) включены на выходе компенсационного стабилизатора +15 В.

Параметрический стабилизатор минус 12 В (R20, Д14, Д16) включен на выходе компенсационного стабилизатора минус 15 В.

Технические характеристики источников приведены в табл. 4.2

Таблица 4.2

Напряжение источника В	Точность установки, %	Ток нагрузки, А	Нестабильность при изменении напряжения сети, %	Напряжение пульсаций, мВ
+15	± 5	0,25	0,01	I
-15	± 5	0,25	0,01	I
+12	± 10	0,04	0,01	I
-12	± 10	0,04	0,01	I
+8	± 10	0,005	0,01	I
+8	± 20	0,6	-	-
+8	± 20	0,05	-	-

4.2.10. Схема электрическая принципиальная фильтра сетевого У7 приведена в приложении 7.

В схему входят два высокочастотных дросселя и 2 конденсатора, обеспечивающих подавление помех по сетевым проводам.

4.2.11. Схема электрическая принципиальная вольтметра встраиваемого цифрового (Приложение 9) содержит два блока:

блок аналоговый (У1);

блок цифровой (У2).

4.2.12. Схема электрическая принципиальная блока аналогового приведена в приложении 10.

Входные ключи выполнены на МСЗ.

Опорное напряжение положительной полярности снимается с резистора R2, отрицательной полярности - с резистора R1.

Входной усилитель выполнен на МС4, интегратор — на МС7, R19, С7, компаратор — на МС8, схема коррекции дрейфа нуля — на Т1, С6, схема управления — на МС5, МС9, МС10.

Для развязки аналоговой части прибора от цифровой, т.е. от выхода на ЦПУ, используются трансформаторы Тр1, Тр2, Тр3. Через трансформатор передается управляющий импульс из цифровой части, а в цифровую часть прибора передаются: через трансформатор Тр3 — импульс конца измерения и через трансформатор Тр2 — информация о полярности измеряемого напряжения.

4.2.13. Схема электрическая принципиальная блока цифрового приведена в приложении II.

Кварцевый генератор выполнен на МС11, МС12, ПЭ1.

Счетчик МС2, дешифратор МС3 и индикатор Э1 составляют декаду. В приборе четыре декады Дк1...Дк4.

Сигнал перегрузки, соответствующий миганию показаний (нулей) прибора, кроме младшего разряда, формируется схемой МС5.1.

Схема полярности выполнена на МС5.2.

Триггер МС6.2 и транзистор Т1.4 служат для синхронизации работы прибора с частотой сети.

Триггер МС6.1 и транзистор Т1.3 служат для индикации единицы 5 разряда. Транзисторы Т1.1, Т1.2 и стабилитрон Д2 служат для питания индикаторов напряжением +3 В.

Компенсация задержки компаратора осуществляется элементами С2, R4, R5, R6.

Сигнал переноса в память дешифратора кода результата измерения формируется МС4.

Команда сопровождения формируется мультивибратором на элементах МС1.4, МС1.3, С4, R8, R7.

4.3. Конструкция прибора

4.3.1. Прибор относится к приборам настольного типа и выполнен в стандартном корпусе.

В состав прибора входят следующие основные узлы (см.рис.4.3):

- 1) лицевая панель;
- 2) задняя панель;
- 3) блок трансформатора с сетевым фильтром;
- 4) усилитель постоянного тока (печатная плата);
- 5) преобразователь вычислительный (печатная плата);
- 6) устройство автоматическое АВП (печатная плата);
- 7) стабилизатор (печатная плата);
- 8) объединительная печатная плата с розетками типа СШП4;
- 9) переносная ручка, выполняющая также функции опоры для установки прибора в удобное рабочее положение.

4.3.2. На лицевой панели расположены (см.рис.4.4):

- 1) встраиваемый цифровой вольтметр;
- 2) блок индикации с тремя кнопками -- установка нуля "грубо", "точно" и "измерение";
- 3) микротумблер выключения сети;
- 4) три входных зажима для подключения термисторных головок -- "рабочий" (белого цвета), "общий" (черный) и "компенсационный" (красный);
- 5) резистор (под пилец) для установки нуля "грубо";
- 6) переключатель сопротивления термисторных головок;
- 7) переключатель пределов измерения.

Делители напряжения в измерительных плечах моста выполнены на печатных платах -- галетах переключателя сопротивления термисторных головок. В качестве переключателей электрических цепей применены печатные переключатели с многоточечными подвижными контактами.

4.3.3. На задней панели размещены (см.рис.4.5.):

Вид на прибор сверху при снятой крышке

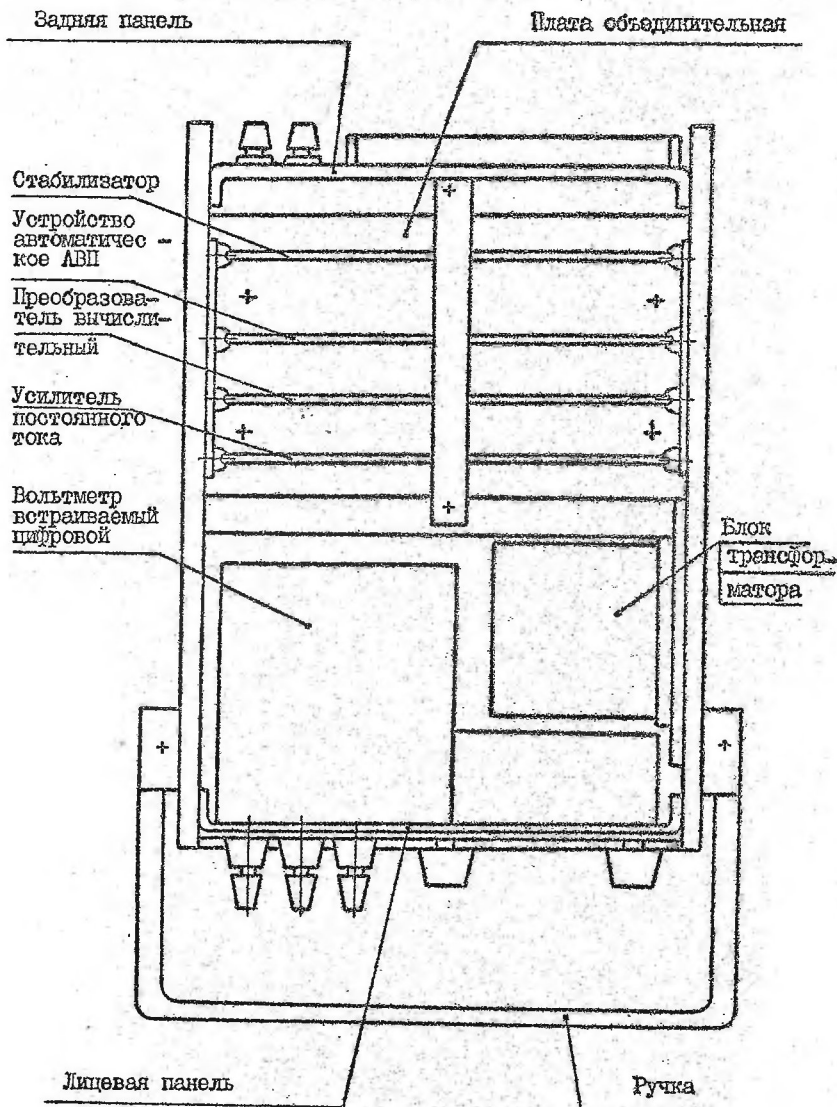
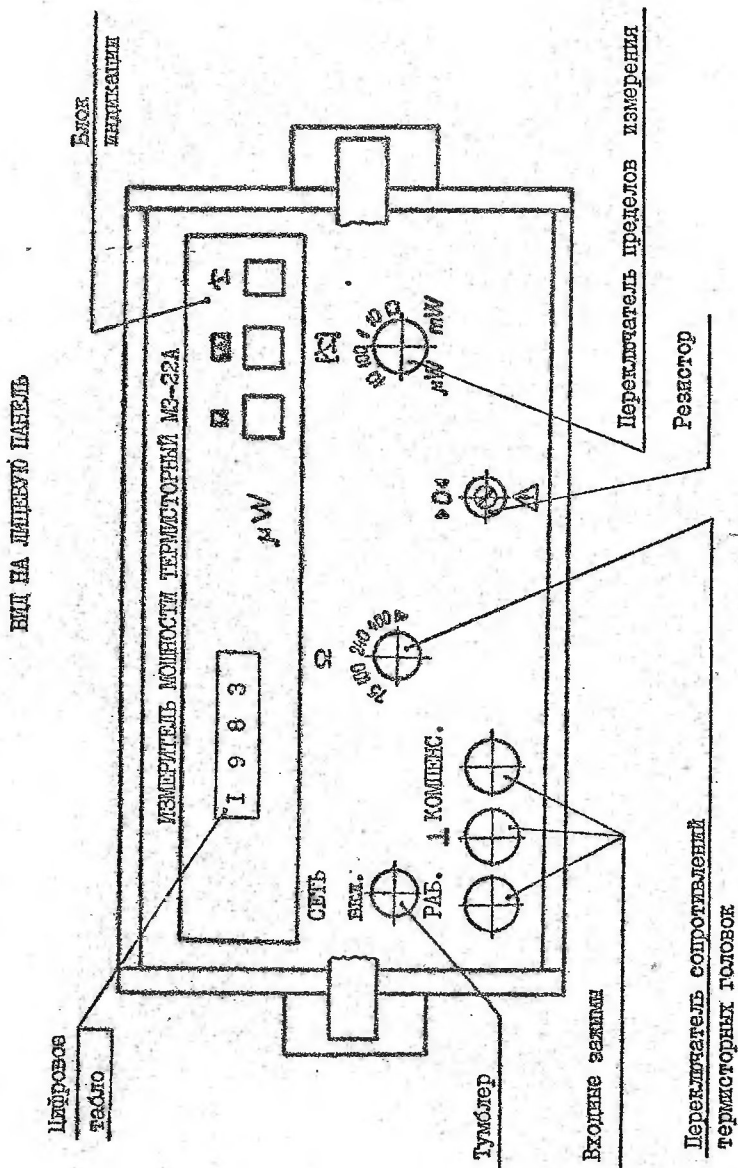


Рис. 4.3



DEC. 4.4

- 1) сетевая вилка (3-х штыревая);
- 2) розетка типа РПМ7-36 (выход на ШИ);
- 3) зажимы: "выход на самописец" ("+" и "1") и выходы напряжения:

рабочего моста (" U_p " и "1");

компенсационного моста (" U_K " и "1");

опорного усилителя (" U_o " и "1");

- 4) электрохимический счетчик.

С внутренней стороны на задней панели, как на радиаторе, смонтирован стабилизатор напряжения.

4.3.4. Трансформатор ШЛ 16х25 в нормальном экрانه совместно с сетевым фильтром, который выполнен на печатной плате, размещен на общей пластине в виде отдельного блока. Этот блок крепится к правому боковому кронштейну прибора четырьмя винтами.

4.3.5. На объединительной печатной плате в розетках ШИ4 установлены 4 функциональные печатные платы, которые сверху крепятся планкой, благодаря чему обеспечивается надежная коммутация и исключается смещение или выпадание печатных плат при переносе или транспортировке.

4.3.6. Вольтметр встраиваемый цифровой выполнен в малогабаритном пластмассовом корпусе. Элементы схемы и конструкции образуют следующие узлы: блок аналоговый и блок цифровой, расположенные на трех печатных платах, две из которых помещены в направляющие корпуса и с помощью планки прикреплены двумя винтами к его задней стенке.

На заднюю стенку корпуса вольтметра выведены:

оси резисторов " - ∇ +" для калибровки вольтметра;

вилки "ШЛ-А", "ШЛ-В" для соединения со схемой, в которую встраивается вольтметр.

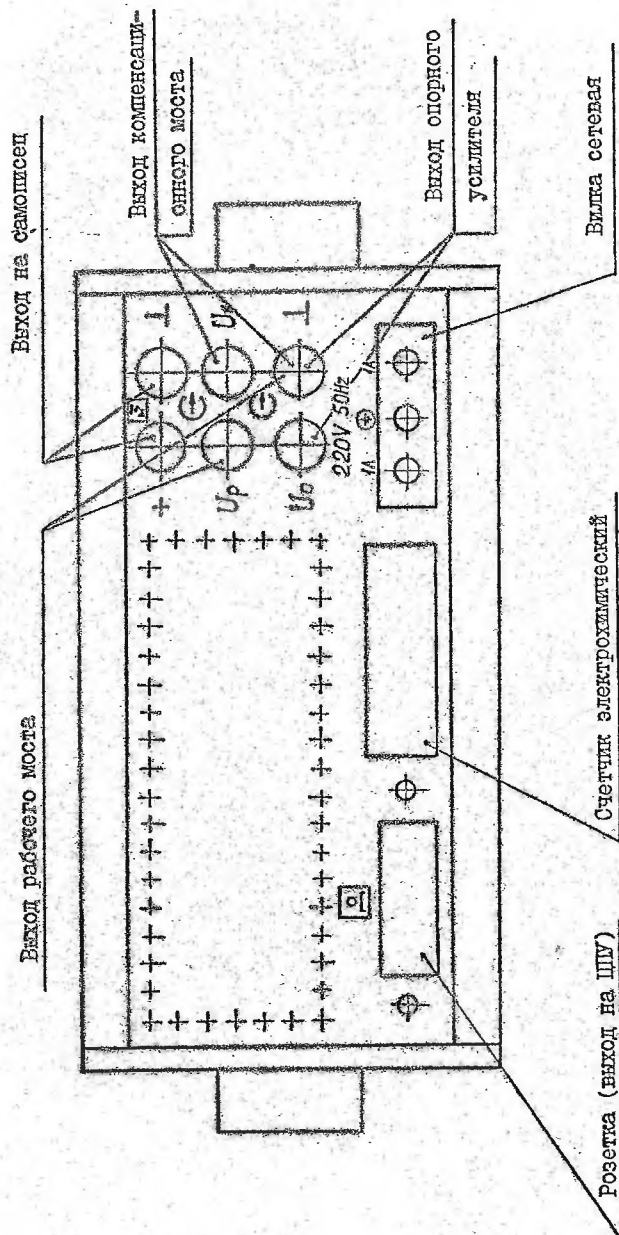


Рис. 4.5

В приложениях I + II приведены схемы электрические принципиальные, перечни и планы размещения элементов, в приложениях I2, I3 - эпюры напряжений и режимы работы элементов и намоточные данные трансформаторов.

5. МАРКИРОВАНИЕ И ПЛОМБИРОВАНИЕ

5.1. На лицевой панели прибора нанесено наименование прибора, на задней панели прибора нанесены заводской номер и год выпуска.

5.2. Пломбирование прибора производится пломбами на задней стенке. Нарушение пломб лишает потребителя гарантий завода-готовителя.

6. ОБЩИЕ УКАЗАНИЯ ПО ЭКСПЛУАТАЦИИ

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

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

6.2. При вводе прибора в эксплуатацию после транспортирования или в случае большой разности температур складского и рабочего помещений прибор выдерживается не менее двух часов в выключенном состоянии в условиях рабочего помещения.

6.3. При вводе прибора в эксплуатацию после транспортирования, ремонта или длительного хранения производите поверку прибора в соответствии с разделом I2.

Недопустимо пользование прибором с пропущенным сроком поверки.

6.4. Перед включением прибора в схему проверьте его комплектность согласно табл. 3.1 и произведите внешний осмотр прибора. При внешнем осмотре следует проверить: прочность крепления, плавность действия и надежность фиксации органов управления, отсутствие механических повреждений.

6.5. Поверните оси переключателей и потенциометра "►0◄" из одного крайнего положения в другое несколько раз.

6.6. Работу с прибором надлежит производить при отсутствии резких изменений температуры окружающей среды. Запрещается при работе ставить прибор на другие приборы, излучающие тепло.

6.7. Знак  означает, что пользоваться регулировкой "►0◄" можно только при нажатой кнопке "■".

7. УКАЗАНИЕ МЕР БЕЗОПАСНОСТИ

ВНИМАНИЕ !

ЗАПРЕЩАЕТСЯ ЭКСПЛУАТАЦИЯ ПРИБОРА БЕЗ ЕГО ЗАЗЕМЛЕНИЯ

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

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

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

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

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

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

выключите тумблер СЕТЬ прибора;

подключите прибор к шине защитного заземления;

вставьте вилку шнура питания прибора в розетку сети питания.

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

выключите тумблер СЕТЬ;

отсоедините вилку шнура питания прибора от сети;

отсоедините прибор от шины защитного заземления.

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

8. ПОДГОТОВКА К РАБОТЕ

8.1. Разместите прибор на рабочем месте, обеспечив удобство и безопасность работы. Не устанавливайте прибор вблизи открытых окон и дверей помещения, не допускайте попадания на прибор прямых солнечных лучей или тепловых потоков от других источников тепла и света.

8.2. Убедитесь в наличии и соответствии сетевых предохранителей в вилке прибора. Доступ к ним открывается при вывинчивании штырей вилки, расположенной на задней панели.

8.3. Вставьте розетку питания в соответствующее гнездо на задней панели прибора.

8.4. Установите тумблер СЕТЬ прибора в выключенное положение.

8.5. Подключите к клеммам РАБ, "1" и КОМПЕНС термисторный преобразователь в соответствии с цветовой маркировкой клемм прибора и наконечников преобразователя.

8.6. Установите переключатель " Ω " в положение, соответствующее паспортному значению сопротивления термисторного преобразователя.

8.7. Установите переключатель " $[X]$ " в положение " 10 mW ".

8.8. Вставьте вилку сетевого кабеля прибора в трехполюсную розетку питающей сети 220 В. 50 Гц.

9. ПОРЯДОК РАБОТЫ

9.1. Подготовка к проведению измерений

9.1.1. Проверьте работоспособность прибора следующим образом:

1) выполните операции изложенные в разделе 8;

2) включите тумблер СЕТЬ, при этом должны светиться цифровые индикаторы прибора, размерность " mW ", кнопка " $\square$ ";

3) установите с помощью поенциометра " $\circ$ ", выведенного под шлиц на переднюю панель, нули во всех разрядах цифрового индикатора;

4) нажмите кнопку " $\square$ " и последовательно переводите переключатель " $[X]$ " в положения " mW ", " $100\mu W$ ", " $10\mu W$ ", при этом на каждом из пределов должны устанавливаться в течение 10 с нули во всех разрядах цифрового индикатора с точностью плюс или минус один знак младшего разряда (допустимы кратковременные отклонения плюс или минус три знака);

5) переведите переключатель " $[X]$ " в положение " $\circ$ ", нажмите кнопку " $\square$ ", должен включиться предел $10mW$;

6) нажмите кнопку " $\square$ ", прибор должен автоматически последовательно изменять пределы измерения от старшего к младшему, о чем свидетельствует перенос десятичной запятой и изменение размерности с " mW " на " μW ".

9.1.2. Установите переключатель " $[X]$ " в положение " $10mW$ ", нажмите кнопку " $\square$ ".

9.1.3. Подключите термисторный преобразователь к тракту, не подавая СВЧ мощности.

9.1.4. Прогрейте термисторные преобразователи и приборы, участвующие в измерениях в течение регламентированного для них времени прогрева.

9.1.5. Прогрейте прибор в течение 30 мин.

9.1.6. Установите нуль прибора потенциометром "0".

9.1.7. Нажмите кнопку "III", через 10 с прибор готов к измерениям. Критерием оценки времени прогрева и готовности прибора к работе является величина дрейфа его показаний при нажатии кнопки "I" без подачи мощности СВЧ. Прибор готов к измерениям, если дрейф показаний за полминуты не превышает значений, записанных в паспорте на соответствующий преобразователь.

9.1.8. При смене термисторного преобразователя выключите тумблер СЕТЬ, установите переключатель "Ω" в положение, соответствующее паспортному значению сопротивления термисторного преобразователя, подключите к клеммам РАВ, "I"; КОМПЕНС новый термисторный преобразователь в соответствии с цветовой маркировкой, подготовьте прибор к работе в последовательности, указанной в настоящем разделе.

9.1.9. Данный прибор является измерителем мощности СВЧ, поглощенной термисторным преобразователем, поэтому для определения значения падающей мощности необходимо учитывать коэффициент отражения и коэффициент эффективности термисторного преобразователя. Количественная связь между значениями падающей ($P_{пад.}$) и поглощенной мощности ($P_{погл.}$), измеренной прибором, определяется по формуле:

$$P_{пад.} = \frac{P_{погл.}}{\rho} (1 + \rho^2), \quad (9.1)$$

где ρ — коэффициент эффективности термисторного преобразователя;

$$\rho = \frac{КСВН \text{ преобр.} - I}{КСВН \text{ преобр.} + I} \text{ — коэффициент отражения}$$

термисторного преобразователя;

КСВН преобр. — коэффициент стоячей волны преобразователя.

9.2. Проведение измерений

9.2.1. Проведение измерений в режиме ручного выбора пределов.

9.2.1.1. Проведите операции по п.п. 9.1.2...9.1.7.

9.2.1.2. С помощью переключателя "[X]" установите необходимый предел измерения мощности СВЧ.

9.2.1.3. Нажмите кнопку "0", через 10 с прибор готов к измерениям.

9.2.1.4. Нажмите кнопку "X" и подайте измеряемую мощность. Время установления показаний 10 с.

- П р и м е ч а н и я :
1. После каждого переключения пределов измерения требуется производить установку нуля цифрового индикатора нажатием кнопки "0".
 2. Перед каждым измерением, особенно на пределах 10 мВт, 100 мВт, следует производить установку нуля цифрового индикатора нажатием кнопки "0".
 3. Если нуль цифрового индикатора устанавливается с точностью хуже, чем 1 знак младшего разряда, установите переключатель "[X]" в положение "10 мВт" нажмите кнопку "0", установите нуль потенциометром "0", нажмите кнопку "0", верните переключатель "[X]" на нужный предел и через 10 с прибор снова готов к измерениям.

9.2.2. Проведение измерений в режиме автоматического выбора пределов.

9.2.2.1. Поставьте переключатель " Δ " в положение " 0 " и нажмите кнопку " $\square$ ".

9.2.2.2. Проведите операции по п.п. 9.1.3...9.1.7.

9.2.2.3. Нажмите кнопку " $\square$ " и через 10 с после автоматического установления предела 10 MW прибор готов к измерениям.

9.2.2.4. Нажмите кнопку " Δ " и подайте измеряемую мощность. Прибор автоматически выберет предел измерения. Время установления показаний 10 с.

Примечания: 1. Перед каждым измерением следует производить установку нуля цифрового индикатора нажатием кнопки " $\square$ ".

2. Если нуль цифрового индикатора устанавливается с точностью хуже чем 1 знак младшего разряда, нажмите кнопку " $\square$ ", установите нуль потенциометром " 0 ", нажмите кнопку " $\square$ " и через 10 с после автоматического установления предела "10 MW" прибор снова готов к измерениям.

9.2.3. Проведение измерений в режиме дистанционного управления прибором.

9.2.3.1. Поставьте переключатель " Δ " в положение " 0 " и нажмите кнопку " $\square$ ".

9.2.3.2. Проведите операции по п.п. 9.1.3...9.1.7.

9.2.3.3. Подайте на разъем " $\square$ " следующие сигналы управления:

1) конт. 24 - логический нуль;

2) конт. 4 - логический нуль.

9.2.3.4. Установите необходимый предел измерения путем подачи логических сигналов управления (табл.9.1) на разъем "[P]"

Таблица 9.1

Предел измерения	Разъем "[P]"	
	конт. 7	конт. 6
10 μW	0	0
100 μW	1	0
1 mW	0	1
10 mW	1	1

9.2.3.5. Подайте на конт.5 разъема "[P]" сигнал логического нуля длительностью 10 с.

9.2.3.6. После прекращения действия сигнала на конт.5, подайте измеряемую мощность. Время установления показаний 10 с.

Примечания: 1. После каждого переключения пределов

измерения требуется проводить установку нуля цифрового индикатора подачей на конт.5 разъема "[P]" сигнала логического нуля длительностью 10 с.

2. Перед каждым измерением, особенно на пределах 10 и 100 μW , следует производить установку нуля цифрового индикатора подачей на конт.5 разъема "[P]" сигнала логического нуля длительностью 10 с.

3. Если нуль цифрового индикатора устанавливается с точностью хуже чем 1 знак младшего разряда установите:

- 1) код предела 10mW ;
- 2) нуль потенциометром "0°";
- 3) код нужного предела. Подайте на конт.5 разъема "A" сигнал логического нуля длительностью 10 с. После этого продолжайте измерения.

9.2.4. Проведение измерений в режиме дистанционного управления с автоматическим выбором пределов.

9.2.4.1. Проведите операции по п.п.9.2.3.1, 9.2.3.2.

9.2.4.2. Подайте на разъем "A" следующие сигналы управления:

- 1) конт. 24 — логическая единица;
- 2) конт. 4 — логический нуль.

9.2.4.3. Подайте на конт.5 разъема "A" сигнал логического нуля длительностью 10 с при этом автоматически установится предел " 10mW ".

9.2.4.4. После прекращения действия сигнала на конт.5, подайте измеряемую мощность. Время установления показаний 10 с.

Примечания: 1. Перед каждым измерением следует производить установку нуля цифрового индикатора подачей на конт.5 разъема "A" сигнала логического нуля длительностью 10 с.

2. Если погрешность установки нуля цифрового индикатора больше чем 1 знак младшего разряда, установите:

- 1) на конт.24 разъема "A" сигнал логического нуля;
- 2) код предела 10mW ;
- 3) нуль потенциометром "0°";
- 4) на конт.24 разъема "A" сигнал

логической единицы и повторите операции по п.п. 9.2.4.3, 9.2.4.4.

После этого продолжайте измерения.

9.2.5. Проведение измерений дрейфа термисторных преобразователей

9.2.5.1. Подключите к клеммам РАБ, "1" и КОМПЕНС термисторный преобразователь в соответствии с цветовой маркировкой клемм прибора и наконечников преобразователя.

9.2.5.2. Установите переключатель "S2" в положение, соответствующее паспортному значению сопротивления термисторного преобразователя.

9.2.5.3. Установите переключатель "[2]" в положение 10 mW и включите тумблер СЕТЬ.

9.2.5.4. Установите нуль цифрового индикатора потенциометром; 0 и прогрейте приборы, участвующие в измерениях, в течение регламентированного для них времени прогрева.

9.2.5.5. Установите переключатель "[2]" в положение $10\text{ }\mu\text{W}$ и нажмите кнопку "III".

9.2.5.6. Через 10 с нажмите кнопку "1" и отметьте время начала измерений. Через 0,5 мин отметьте показания цифрового индикатора. Если знак результата измерений будет отрицательным, поменяйте подключение термисторного преобразователя к клеммам прибора (компенсационный термистор подключите к клемме РАБ, а рабочий — к клемме КОМПЕНС). Повторите измерение. Дрейф показаний должен иметь положительный знак.

П р и м е ч а н и я : I. Измерения должны проводиться при неизменной температуре окружающей среды и тщательной теплоизоляции термисторных преобразователей.

2. При необходимости исследования дрейфа преобразователей в течение 5 мин., необходимо через каждые 0,5 мин устанавливать нуль прибора кнопкой "0" и через 10 с включать кнопку "X".
3. При установке нуля кнопкой "0", допустимы кратковременные отклонения до трех знаков, вызванные шумами термисторных преобразователей.

9.2.6. Результаты измерений мощности и дрейфа термисторных преобразователей могут быть документально зарегистрированы аналоговым самописцем или цифropечатающим устройством.

Аналоговый самописец необходимо подключать к клеммам "3".

Цифropечатающее устройство подключается к разъему "2".

9.2.7. Проведение точных измерений мощности с помощью прецизионного цифрового вольтметра.

9.2.7.1. Проведите операции по п.п. 9.1.2...9.1.7.

9.2.7.2. С помощью переключателя "[X]" установите необходимый предел измерения мощности СВЧ.

9.2.7.3. Подключите цифровой вольтметр к клеммам U_0 и U_p на задней панели прибора.

9.2.7.4. Нажмите кнопку "0" и через 10 с измерьте напряжение V' между клеммами U_0 , U_p .

9.2.7.5. Нажмите кнопку "X", подайте СВЧ мощность и измерьте вольтметром напряжение V'' между клеммами U_0 , U_p и V_k между клеммами U_0 , 1.

9.2.7.6. Рассчитайте измеряемую мощность по формуле:

$$P = \frac{2 V_k (V'' - V') + (V')^2 - (V'')^2}{4 R_{\Sigma}}, \quad (9.2)$$

где R_t — сопротивление термисторного преобразователя, Ом

Погрешность измерения мощности указанным способом без учета погрешности термисторного преобразователя (используется вольтметр класса не ниже 0,05 с разрешающей способностью 1 мкВ) не превышает $0,2 \frac{P_k}{P_x} + 0,1$ мкВт,

где P_k — предел измерения, мкВт,

P_x — измеряемая мощность, мкВт.

10. ХАРАКТЕРНЫЕ НЕИСПРАВНОСТИ И МЕТОДЫ ИХ УСТРАНЕНИЯ

10.1. В табл.10.1 приводится перечень характерных неисправностей, методы их обнаружения и устранения.

Таблица 10.1

Наименование неисправности, внешнее проявление и дополнительные признаки	Вероятная причина неисправности	Метод устранения
I. Не светится панель цифрового индикатора, размерность предела, кнопка "E" "	1. Перегорел предохранитель	Заменить
	2. Неисправен кабель питания	Исправить
	3. Неисправен тумблер СЕТЬ	Заменить
	4. Не подается питание на цифровой индикатор	Проверьте наличие напряжений на разъемах. Устраните неисправность.
	5. Неисправна лампочка подсвета	Заменить
	6. Неисправен светодиод	Заменить
	7. Неисправен цифровой индикатор	Устраните неисправность

Продолжение табл.10.1

Наименование неисправности, внешнее проявление и дополнительные признаки	Вероятная причина неисправности	Метод устранения
2. Не устанавливается нуль при ручной регулировке	1. Неисправен потенциометр 2. Неисправен усилитель постоянного тока 3. Неисправен термистор преобразователя	Заменить Проверьте работу усилителя, устраните неисправность Заменить
3. При переключении пределов не передвигается десятичная запятая, не изменяется размерность предела	1. Неисправна плата автоматического выбора пределов 2. Неисправны реле на плате выбора пределов 3. Вышла из строя лампа накалывания	Пользуясь общим методом, найдите неисправность и устраните ее Заменить Заменить
4. Не устанавливается нуль при нажатой кнопке "0"	1. Неисправен усилитель памяти	Пользуясь общим методом, найдите неисправность и устраните ее
5. Завышена основная погрешность	1. Нарушена калибровка вольтметра встраиваемого цифрового	Проверить калибровку вольтметра

Общий метод устранения неисправности: изучите схему и принцип действия прибора, проверьте наличие, форму и амплитуду сигнала на платах прибора, режим их активных элементов, целостность и соответствие номинальных значений пассивных элементов. По результатам анализа замените неисправный элемент.

10.2. Для вскрытия прибора необходимо:

- 1) вывинтить винты, находящиеся под пломбами на задней панели;
- 2) снять верхнюю и нижнюю крышки;
- 3) извлечь неисправную плату и подключить ее через ремонтную плату, находящуюся в ЗИПе.

Сборка прибора производится в обратной последовательности.

II. ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ

II.1. Техническое обслуживание заключается в проведении профилактических работ с целью обеспечить нормальную работу прибора в течение всего срока службы и технического ресурса.

II.2. Виды профилактических работ и их периодичность перечислены в табл. II.1.

Таблица II.1

Выполняемая профилактическая работа	Срок проведения
Внешний осмотр прибора:	При периодических поверках и после хранения на складе
1) проверка крепления органов управления и присоединений, правильность их работы и четкость фиксации;	
2) проверка состояния лакокрасочных и гальванических покрытий;	
3) проверка комплектности прибора.	Один раз в два года, после истечения гарантийного срока и после хранения на складе сроком более трех лет.
Осмотр внутреннего состояния прибора:	
1) проверка крепления блоков, узлов и деталей, состояния гаек;	
2) чистка прибора.	

II.3. При проведении профилактических работ прибор необходимо отключить от сети.

II.4. После проведения профилактических работ, связанных со вскрытием прибора, обязательна его поверка в соответствии с разделом I2.

I2. ПОВЕРКА ПРИБОРА

I2.1. При проведении поверки должны производиться операции и применяться средства поверки, указанные в табл. I2.1.

Основные технические характеристики применяемых образцовых и вспомогательных средств поверки приведены в табл. I2.2.

Периодичность поверки прибора не менее одного раза в год.

Таблица 12.1

Номер пункта раз-дела повер-ки	Наименование операций производимых при поверке	Повторяемые отметки	Допускаемые значения погрешностей или предельные значения определяемых параметров	Средства поверки	
				Образцовые	Вспомогательные
12.3.2	Визуальный осмотр				
12.3.3	Обработка	00,00 mW 0,000 mW 000,0 μW 00,00 μW	±00,01 ±0,001 ±000,1 ±00,01		
12.3.4	Определение метрологических параметров:				
12.3.4.1	Определение рабочих сопротивлений термистора	75; 100; 240; 400 Ом	±0,1%	Вольтметр ЦЗ1	Измерительная катушка сопротивления R321
х 12.3.4.2	Проверка минимальной и максимальной	Крайние точки для сопротив-		Прибор В1-13	Магистраль сопротивлений
					МСР-60М

Продолжение табл. I2.1

Номер пункта раздела поверки	Наименование операций, производимых при поверке	Поверяемые отметки	Допустимые значения погрешностей или предельные значения определяемых параметров	Средства поверки	
				Образцовые	Вспомогательные
* I2.3.4.3	мощности смещения	ленин термистора			
	Проверка работоспособности с преобразователями, имеющими 20-ти процентный разброс точков подогрева термисторов	75, 400 Ом В крайних положениях потенциометра "0"	$\pm 20\%$	Вольтметр ЦЭ1 Прибор В1-13	
	Определение времени установления показаний прибора	Предел 10 мВ	10 с	Магазин сопротивлений МСР-60М	Секундомер "Агат"
I2.3.4.5	Определение точности установки нуля	Пределы 10, 100 мВ 1, 10 мВ	± 1 знак младшего		

Продолжение табл. 12.1

Номер пункта раздела поверки	Наименование операций, производимых при поверке	Поверяемые отметки	Допускаемые значения погрешностей или предельные значения определений параметров	Средства поверки	
				Образцовые	Вспомогательные
			разряда		Прибор В1-13
12.3.4.5	Определение ухода нуля при переключении пределов измерения	Пределы 10, 100 мкВ 1, 10 мВ	± 5 знаков младшего разряда	Прибор В1-13	
12.3.4.6	Определение несабыльности показаний прибора без преобразователей	Предел 10 мВ	0,1 мВ за 0,5 мин	Прибор В1-13	
12.3.4.7	Определение несабыльности показаний прибора при работе с термисторным преобразователем	Предел 10 мВ	По паспорту на преобразователь		
12.3.4.8	Определение основной	Пределы 1 мВ	для 100 мВ	Вольтметр	Магazin

Продолжение табл. 12.1

Номер пункта раздела поверки	Наименование операций производимых при поверке	Поверяемый отсчет	Допустимые значения погрешностей или предельные значения определяемых параметров	Средства поверки	
				Образцовые	Вспомогательные
	погрешности прибора без преобразователей	10, 100 мВ; точки 1, 6, 10 мВт на пределе 10 мВ	1, 10 мВт; $\delta_{\text{н}} \pm (0,3 + 0,2 \frac{P_x}{P_n}) \%$ или предела 10 мВт; $\delta_{\text{н}} = \pm (0,3 + 0,2 \frac{P_x}{P_n}) \%$ для режима автоматического выбора пределов: $\delta_{\text{н}} = \pm (0,5 + 0,6 \frac{P_x}{P_n}) \%$	ЦЭ1 Прибор И-13	МСП-60М

Таблица 12.2

Наименование средств поверки	Основные технические характеристики средства поверки		Рекомендуемое средство поверки (Тип)	Примечание
	Пределы измерения	Погрешность		
1. Прибор для поверки вольтметров программируемый	10 В	$\pm (5 \cdot 10^{-5} U_{\text{из}} + 40 \text{ мкВ})$ где $U_{\text{из}}$ — предел установки напряжения, В	ВЛ-13	
	10 мВ 100 мВ 1 В 10 В	$0,02 + 0,02 (\frac{U_{\text{из}}}{U_{\text{н}}} - 1)$; $0,01 + 0,005 (\frac{U_{\text{из}}}{U_{\text{н}}} - 1)$; $0,01 + 0,002 (\frac{U_{\text{из}}}{U_{\text{н}}} - 1)$; $0,005 + 0,001 (\frac{U_{\text{из}}}{U_{\text{н}}} - 1)$; где $U_{\text{из}}$ — предел измерения, $U_{\text{н}}$ — измеряемое напряжение	ЦЗ1	
2. Вольтметр универсальный				

Продолжение табл. 12.2

Наименование средств поверки	Основные технические характеристики средства поверки		Рекомендуемое средство поверки (Тип)	Примечание
	Пределы измерения	Погрешность		
3. Магавин сопротивлений	0-10 кОм	0,02%	МСТ-60М	
4. Измерительная катушка сопротивлений	10 Ом	0,01%	Р321	
5. Преобразователь приемный термисторный коаксиальный	R _T = 75 Ом R _T = 100 Ом		М5-29	Возможная замена М5-30
6. Преобразователь измерительный первичный	R _T = 240 Ом R _T = 400 Ом		М5-40 М5-44	Возможная замена М5-41 + М5-43
7. То же			"Агат"	Возможная замена М5-45, М5-49
8. Секундомер			ШЗ (ШЗН)	Возможная замена - ШЗ
9. Перекручитель			РШМ7-36М-ШБ-В 2С168А	
10. Вилка				
11. Стабилизатор				

- Примечания: 1. Вместо указанных в таблице образцовых и вспомогательных средств поверки разрешается применять другие аналогичные меры и измерительные приборы, обеспечивающие измерение соответствующих параметров с требуемой точностью.
2. Образцовые и вспомогательные средства поверки должны быть исправны, поверены и иметь свидетельства (отметки в формулярах или паспортах) о государственной или ведомственной поверке.
3. Операции п.п. 12.3.4.2, 12.3.4.3, 12.3.4.4 должны производиться только при выпуске средств измерений из ремонта.
4. Взамен приборов ИЭ1 и В1-12 рекомендуются Р3003 и В1-12 соответственно.

12.2. Условия поверки и подготовка к ней

12.2.1. При проведении операций поверки должны соблюдаться следующие условия:

- 1) температура окружающей среды, $^{\circ}\text{C}(\text{K})$ 20 ± 5 (293 ± 5);
- 2) относительная влажность воздуха, % 65 ± 15 ;
- 3) атмосферное давление, кПа (мм рт.ст.) 100 ± 4 (750 ± 30);
- 4) напряжение сети, В $220 \pm 4,4$.

12.2.2. Перед проведением операций поверки необходимо выполнить подготовительные работы, оговоренные в разделе "Подготовка к работе".

12.3. Проведение поверки

12.3.1. При проведении поверки должны производиться операции и применяться средства поверки, указанные в табл. 12.1, 12.2.

12.3.2. При проведении внешнего осмотра должны быть проведены все операции п.п. 6.1...6.5 раздела "Общие указания по эксплуатации". Приборы, имеющие дефекты, бракуются и направляются на ремонт.

12.3.3. Опробование работы прибора производится по п.п. 9.1.1, 9.1.2 раздела 9 "Порядок работы" для оценки его исправности. Неисправные приборы бракуются и направляются в ремонт.

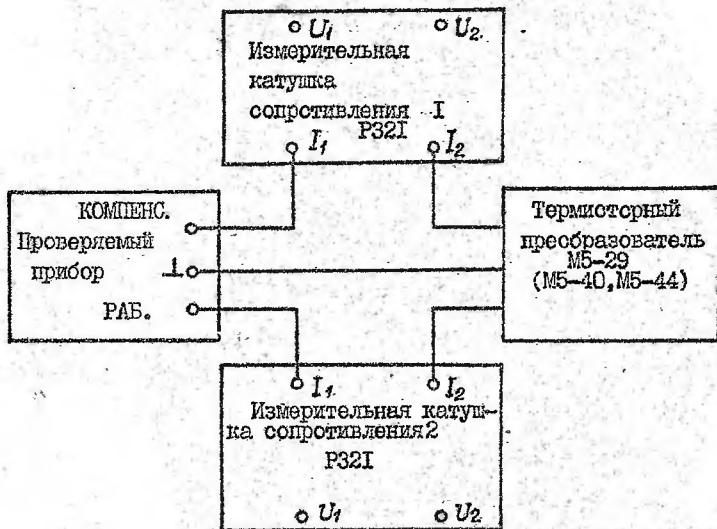
12.3.4. Определение метрологических параметров

12.3.4.1. Рабочее сопротивление каждого термистора 75, 100, 240, 400 Ом определяется косвенным методом путем измерения напряжения универсальным вольтметром ЦЗ1 между клеммой РАБ. проверяемого прибора, его корпусом и клемм измерительной катушки эталонного сопротивления с дальнейшим вычислением величины сопротивления по формуле. Схема соединения приборов приведена на рис. 12.1.

Измерения проводите в следующем порядке:

- 1) соедините приборы согласно рис. 12.1;
- 2) подготовьте к работе и прогрейте приборы в соответствии с инструкциями по эксплуатации на них;
- 3) измерьте универсальным вольтметром ЦЗ1 напряжение между потенциальными клеммами (U_1, U_2) измерительной катушки сопротивления 2 и клеммами РАБ. и "1" проверяемого прибора;
- 4) вычислите действительное значение рабочего сопротивления

Электрическая схема соединений приборов при определении рабочего сопротивления термистора



PRC. 12.1

Электрическая схема
соединений приборов для
проверки мощности
смещения

2CI68A

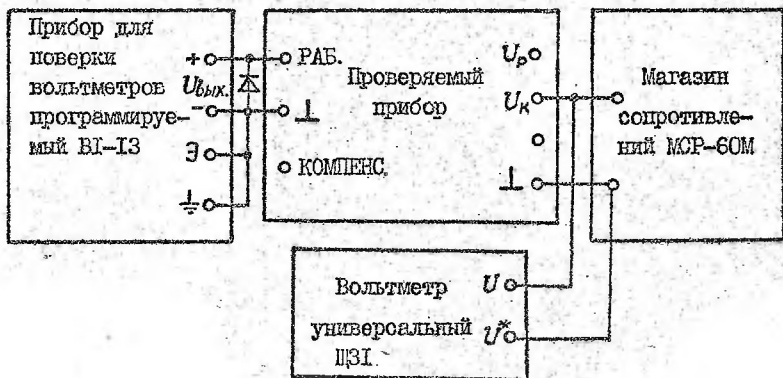


Рис. 12.2

термистора R_T по формуле (12.1):

$$R_T = \frac{U_T}{U_K} \cdot 10 \text{ Ом}, \quad (12.1)$$

где U_T — напряжение между клеммами РАБ, "1",

U_K — напряжение между клеммами U_1, U_2 измерительной катушки сопротивления; 2

5) вычислите погрешность сопротивления термистора δR_T по формуле (12.2):

$$\delta R_T = \frac{R_T - R_o}{R_o} \cdot 100\%, \quad (12.2)$$

где R_o — номинальное значение сопротивления, Ом,
выравненное на переключателе "Ω";

R_T — измеренное значение сопротивления, Ом;

6) измерьте универсальным вольтметром ИЭИ напряжение между потенциальными клеммами (U_1, U_2) измерительной катушки сопротивления I, клеммами КОМПЕНС. и "1" прибора;

7) произведите вычисления по формулам 12.1, 12.2, подставляя напряжения, измеренные в п.6.

Измерения проводите для всех значений рабочих сопротивлений.

Результаты измерений считаются удовлетворительными, если погрешность действительного значения сопротивления термистора не превышает $\pm 0,1\%$.

12.3.4.2. Проверка мощности смещения производится путем определения точности коэффициента передачи моста при максимальном выходом напряжении ($R_T = 400 \text{ Ом}$) и максимальном токе нагрузки ($R_L = 75 \text{ Ом}$) мостового усилителя. Схема соединения приборов приведена на рис. 12.2.

Измерения проводите в следующем порядке:

1) соедините приборы, согласно рис. 12.2;

2) установите переключатель "Ω" прибора в положение

" ▽ ", подготовьте к работе и прогрейте приборы в соответствии с инструкциями по эксплуатации на них; заземление прибора ВІ-ІЗ (и при последующих проверках) производить только через корпусную клемму, расположенную на его передней панели;

3) установите на выходе калибратора ВІ-ІЗ напряжение 1,8775 В, а на магазине сопротивлений 150 Ом;

4) измерьте вольтметром ЦЗІ напряжение U_p между клеммами " U_p ", " $\perp$ ";

5) установите на выходе калибратора ВІ-ІЗ напряжение 0,3873 В, измерьте вольтметром напряжение U'_p между клеммами " U_p ", " $\perp$ ";

6) подключите положительную клемму калибратора ВІ-ІЗ к клемме КОМПЕНС, установите напряжение, равным 0,7246 В, а магазин сопротивлений МСР-60М подключите между клеммами " U_k ", " $\perp$ ";

7) проведите измерения напряжений U_k и U'_k в соответствии с п.п. 3) - 5);

8) установите на магазине сопротивлений 800 Ом;

9) проведите измерение напряжений U_k, U'_k, U_p, U'_p в соответствии с п.п. 6), 7), 3), 4), 5), устанавливая поочередно на выходе калибратора ВІ-ІЗ напряжения 5,2915 и 1,4142 В;

10) вычислите коэффициенты передачи рабочего моста K_{mp}, K'_{mp} для сопротивления 150 Ом:

$$K_{mp} = \frac{U_p}{1,8775}; \quad (12.3)$$

$$K'_{mp} = \frac{U'_p}{0,3873}; \quad (12.4)$$

для сопротивления 800 Ом:

$$K_{mp} = \frac{U_p}{5,2915}; \quad (12.5)$$

$$K'_{mp} = \frac{U'_p}{1,4142}; \quad (12.6)$$

11) вычислите коэффициенты передачи компенсационного моста K_{mk}, K'_{mk} для сопротивления 150 Ом:

$$K_{mk} = \frac{U_k}{1,8775}; \quad (12.7)$$

$$K'_{mk} = \frac{U'_k}{0,7246}; \quad (12.8)$$

для сопротивления 800 Ом:

$$K_{mk} = \frac{U_k}{5,2915}; \quad (12.9)$$

$$K'_{mk} = \frac{U'_k}{1,4142}; \quad (12.10)$$

Результаты измерений считаются удовлетворительными, если коэффициенты передачи рабочего и компенсационного мостов не превышают $2 \pm 0,002$.

12.3.4.3. Проверка работоспособности прибора с термисторными преобразователями, имеющими 20-ти процентный разброс токов подогрева, производится косвенным путем, определением глубины регулировки потенциометра "•0•". Схема соединения приборов приведена на рис.12.3.

Измерения проводятся в следующем порядке:

- 1) соедините приборы согласно рис.12.3;
- 2) установите переключатель "Ω" прибора в положение "▼", подготовьте к работе и прогрейте приборы в соответствии с инструкциями по эксплуатации на них;
- 3) установите на выходе калибратора VI-I3 напряжение 1,8775В, а потенциометр "•0•" прибора установите в крайнее левое положение;
- 4) измерьте вольтметром ШЗ1 напряжение U_1 между клеммами "U₀", "⊥";
- 5) установите потенциометр "•0•" в крайнее правое положение и измерьте напряжение U_2 между клеммами "U₀", "⊥";
- 6) вычислите глубину регулировки потенциометром "•0•" по формуле:

$$\frac{U_2 - U_1}{3,755} \cdot 100\% \quad (12.11)$$

Результаты измерений считаются удовлетворительными, если глубина регулировки составляет не менее 40%.

12.3.4.4. Время установления показаний прибора определяется путем изменения мощности подогрева термистора и измерения времени, за которое отсчетное устройство показывает величину подаваемой мощности. Схема соединения приборов приведена на рис. 12.4.

Электрическая схема соединений прибора
для проверки работоспособности прибора
с термисторными преобразователями,
имевшими 20-ти процентный разброс



2С168А

Рис. 12.3

Электрическая схема соединения приборов
для проверки времени установления показаний

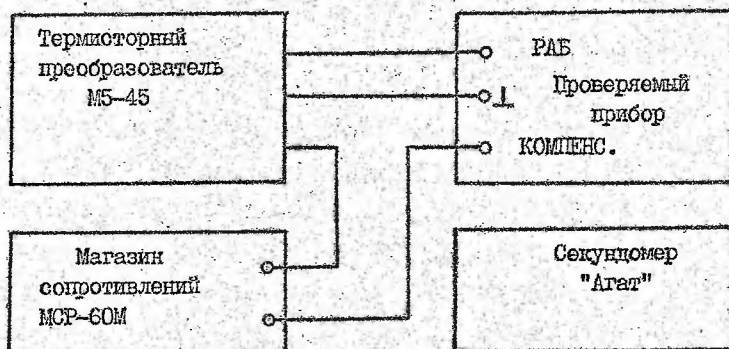


Рис. 12.4

Измерения производите в следующем порядке:

- 1) соедините приборы согласно рис. I2.4;
 - 2) установите переключатель " Ω " в положение "400", переключатель " $[\Delta]$ " в положение "10 mW", а курбелы магазина сопротивлений МСР-60М установите в нулевое положение и подготовьте к работе прибор в соответствии с инструкцией по эксплуатации;
 - 3) установите с помощью потенциометра " $\bullet 0$ " нуль на отсчетном устройстве, а затем с помощью магазина сопротивлений установите показание 10 мВт;
 - 4) закоротите клеммы МСР-60М, установите нуль потенциометром " $\bullet 0$ ", освободите клеммы и с помощью магазина установите 10 мВт;
 - 5) закоротите клеммы магазина сопротивлений МСР-60М после установления нуля на отсчетном устройстве, освободите клеммы МСР-60М, по секундомеру определите время, в течение которого на отсчетном устройстве термисторного моста появится показание 9,98 мВт.
- Результаты измерений считаются удовлетворительными, если в течение 10 с показание отсчетного устройства не будет отличаться от 10 мВт более чем на половину основной погрешности (2 знака младшего разряда).

I2.3.4.5. Точность установки нуля и уход нуля при переключении пределов измерения определяется в режиме автоматической установки нуля путем снятия показаний с отсчетного устройства прибора.

Схема соединения приборов приведена на рис. I2.5.

Измерения проводите в следующем порядке:

- 1) соедините приборы согласно рис. I2.5;
- 2) установите переключатель " Ω " в положение " ∇ ", переключатель " $[\Delta]$ " в положение "10 mW", а на выходе калибратора В1-13 установите 1,66583 В;

3) подготовьте к работе и прогрейте приборы в соответствии с инструкциями по эксплуатации на них;

Электрическая схема соединения приборов
для определения точности установки нуля
и его ухода при переключении пределов измерения

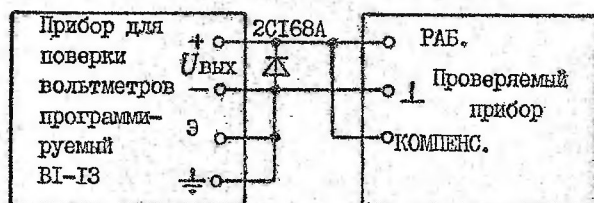


Рис. 12.5

Электрическая схема соединения приборов
для проверки основной погрешности

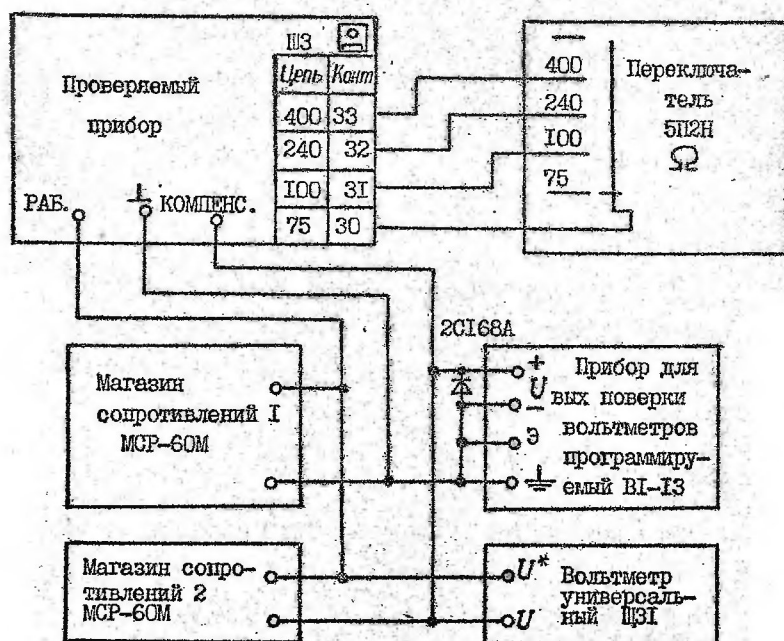


Рис. 12.6

4) установите потенциометром "0" нуль на отсчетном устройстве прибора и нажмите кнопку "M";

5) последовательно устанавливая переключатель "[I]" в положения "1mW", "100mW", "10mW", через 10 с после каждой установки, отсчитайте показания отсчетного устройства;

6) нажмите кнопку " Σ ", последовательно переключая предел измерения на 100mW, 1, 10mW, отсчитайте после каждой установки показание отсчетного устройства;

Результаты измерений считаются удовлетворительными, если при установке нуля показания отсчетного устройства не превышают по абсолютной величине 1 знака и при переключении пределов — 5 знаков младшего разряда.

12.3.4.6. Нестабильность показаний прибора определяется путем измерения дрейфа нуля по отсчетному устройству в течение 0,5 мин.

Измерения проводите в следующем порядке:

- 1) выполните операции п.п. 12.3.4.5 1), 2), 3), 4);
- 2) установите переключатель "[I]" в положение "10mW";
- 3) через 10 с нажмите кнопку " Σ " и через 0,5 мин. отсчитайте показание отсчетного устройства.

Результаты измерений считаются удовлетворительными, если показание отсчетного устройства прибора не превышает 0,1mW.

12.3.4.7. Нестабильность показаний прибора при работе с термисторным преобразователем определяется путем измерения дрейфа нуля по отсчетному устройству в течение 0,5 мин. при неизменной в пределах 1°C температуре окружающей среды и термостатировании термисторных преобразователей.

Измерения проводите в следующем порядке:

1) подключите термисторный преобразователь к входным клеммам прибора в соответствии с цветовой маркировкой клемм, установите переключателем " Ω " величину сопротивления, соответствующую сопротивлению термистора, переключатель " $[\Delta]$ " поставьте в положение " $10 mW$ ";

2) выключите прибор, прогрейте его в соответствии с инструкцией по эксплуатации;

3) установите потенциометром " ρ " нуль на отсчетном устройстве, нажмите кнопку " 0 " и поставьте переключатель " $[\Delta]$ " в положение " $10 \mu W$ ";

4) через 10 с нажмите кнопку " Δ " и через 0,5 мин. отсчитайте показание отсчетного устройства.

Если при этом показания отсчетного устройства будут отрицательными, измените подключение термисторного преобразователя к клеммам прибора (компенсационный термистор подключите к клемме ГАБ., а рабочий - к клемме КОМПЕНС.);

5) проведите десять измерений, устанавливая нуль кнопкой " 0 " после каждого измерения и определите нестабильность прибора как среднее арифметическое для всех интервалов времени.

Результаты измерений считаются удовлетворительными, если показание отсчетного устройства прибора не превышает величины, приведенной в паспорте на преобразователь.

12.3.4.8. Основная погрешность прибора определяется косвенно, путем подачи на вход прибора постоянных напряжений эквивалентных мощности подогрева термистора и мощности СВЧ, равной установленному пределу измерения, и определения отлчия показаний отсчетного устройства прибора от установленного предела измерения.

Схема соединения приборов приведена на рис. 12.6.

Измерения проведите в следующем порядке:

1) соедините приборы согласно рис. 12.6;
 2) установите переключатель " Ω " в положение " ∇ ", переключатель " $[X]$ " в положение "10 mW", на выходе В1-13 напряжение $U_{\text{н}} = 4,47214$ В (см. табл. 12.3), а переключатель 5П2Н в положение, соответствующее сопротивлению термистора 400 Ом;

3) подготовьте к работе и прогрейте приборы в соответствии с инструкциями по эксплуатации на них;

4) на магазине сопротивлений 1 установите сопротивление 5 кОм а на магазине сопротивлений 2—сопротивление равное нулю, потенциометром " $\cdot 0 \cdot$ " установите нуль на отсчетном устройстве прибора;

5) нажмите кнопку " MM ", через 10 с нажмите кнопку " X ", измерьте напряжение ΔU вольтметром 1131, установите с помощью магазина сопротивлений 2 на вольтметре 1131 напряжение равное алгебраической сумме $\Delta U'$ и ΔU (см. табл. 12.3), отсчитайте показание отсчетного устройства прибора, установите магазин сопротивлений 2 в первоначальное положение;

6) установите переключатель " $[X]$ " в положение "1 mW", выполните операции п.5) взяв ΔU из табл. 12.3 для мощности 1 мВт, если разрешающей способности магазина сопротивлений 2 недостаточно для точной установки напряжения на вольтметре 1131, изменением величины сопротивления магазина сопротивлений 1, установите необходимое напряжение, отсчитайте показания отсчетного устройства проверяемого прибора, установите магазин сопротивлений в первоначальное положение;

7) проведите аналогичные п.6) измерения на пределах "100 mW", "10 mW", выбирая необходимые значения ΔU из табл. 12.3;

8) установите переключатель БП2Н в положение, соответствующее сопротивлению термистора 100 Ом, используя напряжения в табл. 12.3 для 100 Ом, проведите измерения аналогично п. 5);

9) установите переключатель БП2Н в положение, соответствующее сопротивлению термистора 240 Ом, используя напряжения в табл. 12.3 для 240 Ом, проведите измерения аналогично п. 5);

10) установите переключатель БП2Н в положение, соответствующее сопротивлению термистора 75 Ом, используя напряжения в табл. 12.3 для 75 Ом, проведите измерения аналогично п. 5);

11) установите переключатель "[Σ]" в положение "10mW", для 400 Ом проведите измерения аналогично п. 5), устанавливая на входе проверяемого прибора напряжения ΔU , равные 0,27691 В и 44,947 мВ (6 и 1 мВт);

12) рассчитайте основную погрешность прибора без преобразователя δ_M по формуле:

$$\delta_M = \frac{P_M - P_x}{P_x} \cdot 100\%, \quad (12.12)$$

где P_M — измеренное значение мощности в проверяемой точке,

Таблица 12.3

R, Ом		Пределы измерения				Примечание
		10mW	1mW	100μW	10μW	
75	$U_{TK}, В$	1,66583				Токр = (20 ± 5) °C
	$\Delta U, В$	0,2428				
100	$U_{TK}, В$	1,41421				
	$\Delta U, В$	0,41421				
240	$U_{TK}, В$	3,63318				
	$\Delta U, В$	0,34685				
400	$U_{TK}, В$	4,47214	4,47214	4,47214	4,47214	
	ΔU	0,47214В	44,947мВ	4,4745мВ	0,447 мВ	

12.3.4.9. Основная погрешность прибора в режиме автоматического выбора пределов определяется расчетным путем по формуле:

$$\delta_{MA} = \pm \left[\delta_M + \frac{P_K}{P_x} (0,1 + K) \right] \%, \quad (12.18)$$

где K — величина смещения нуля в процентах (0,1% равна 1 знаку младшего разряда отсчетного устройства),

δ_M — погрешность измерения соответствующего предела измерения.

Результаты измерений считаются удовлетворительными, если основная погрешность не превышает значений, указанных в табл. 12.4.

Таблица 12.4

Предел измерения P_K	Измеряемая мощность P_x	Погрешность, %	
		Ручной выбор пределов	Автоматический выбор пределов
1 mW	1 мВт	0,5	1,1
100 μW	100 мкВт	0,5	1,1
10 μW	10 мкВт	1,0	1,1
10 mW	10 мВт	0,5	1,1
10 mW	6 мВт	0,63	1,5
10 mW	1 мВт	2,3	6,5

12.3.4.10. Проверку основной погрешности измерителя мощности производят расчетным путем по результатам определения основной погрешности прибора без преобразователя (п. 12.3.4.8) с использованием паспортных данных термисторных преобразователей по погрешности

аттестации коэффициента преобразования.

Результаты измерений считаются удовлетворительными, если величина основной погрешности измерителя мощности не выходит за пределы его класса точности.

12.4. Оформление результатов поверки

12.4.1. Положительные результаты поверки должны быть оформлены путем:

- 1) клеймения поверенных средств измерений;
- 2) выдачи свидетельства о поверке установленной формы с указанием в нем результатов поверки;
- 3) записи результатов поверки в формуляре, заверенной подписью поверителя и оттиском поверительного клейма.

12.4.2. Приборы, имеющие отрицательные результаты поверки, в обращение не допускаются.

13. ПРАВИЛА ХРАНЕНИЯ

13.1. Приборы предназначены для кратковременного гарантийного хранения до 12 месяцев в следующих условиях:

1) для отапливаемого хранилища:

относительная температура воздуха от 278 К (+5°C) до 313 К (+40°C);

относительная влажность воздуха до 80% при температуре 298 К (+25°C);

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

температура воздуха от 223 К (-50°C) до 323 К (+50°C);

относительная влажность воздуха до 98% при температуре 298 К (+25°C).

13.2. Прибор допускает длительное хранение в отапливаемых и неотапливаемых хранилищах в условиях, оговоренных в п.13.1; при этом срок сохраняемости прибора 5 лет в отапливаемых хранилищах и 3 года — в неотапливаемых хранилищах.

14. ТРАНСПОРТИРОВАНИЕ

14.1. Тара, упаковка и маркирование упаковки

14.1.1. Комплект тары включает укладочный и транспортный ящики.

14.1.2. В укладочном ящике (рис.14.1) размещается прибор, ручка у которого заворачивается вниз под прибор, комплект документации и принадлежностей, причем последний заворачивается на-
рафинированной бумагой.

14.1.3. Тип и заводской номер прибора маркируются на верхней крышке ящика.

14.1.4. Ящик закрывается на замки и пломбируется.

14.1.5. Укладочный ящик помещается в транспортный ящик (рис.14.2), изнутри застланный битумной бумагой.

14.1.6. Слой картона между дном транспортного ящика и укладочным ящиком должен быть не менее 25 мм.

14.1.7. Свободные места между стенками транспортного ящика и укладочным ящиком заполняются гофрированным картоном.

14.1.8. Комплект термисторных головок размещается во втором транспортном ящике (рис.14.2). Изнутри прокладывается битумная бумага.

14.1.9. Каждый предмет (укладка термисторной головки) заворачивается в оберточную бумагу.

14.1.10. Свободные места между стенками транспортного ящика и укладкой термисторных головок заполняются гофрированным картоном.

14.1.11. Транспортные ящики маркируются и пломбируются.

Пломбирование производит ОТК завода-изготовителя, а при повторном транспортировании — метрологическая служба отправителя.

Укладочный ящик прибора МЗ-22А

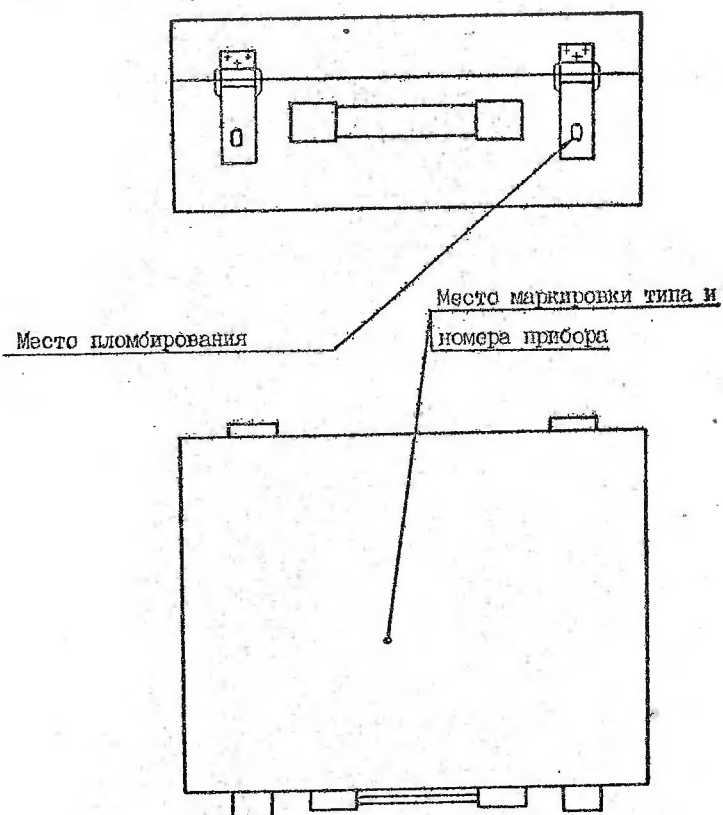
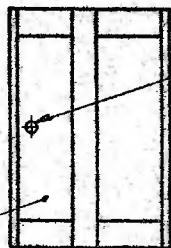


Рис. 14.1

Ящик транспортный

Манипуляционные знаки



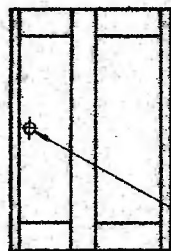
Пломбирование

Информационные надписи



Основные надписи

Дополнительные надписи



Пломбирование

Рис. 14.2

Основные надписи:

- 1) наименование грузополучателя;
- 2) наименование пункта назначения;
- 3) количество грузовых мест и порядковый номер места.

Дополнительные надписи:

- 1) наименование грузоотправителя;
- 2) наименование пункта отправления;
- 3) надписи транспортных организаций.

Информационные надписи:

- 1) масса брутто и нетто в кг;
- 2) габариты грузового места в см;
- 3) объем грузового места в м³.

Манипуляционные знаки:

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

14.2. Условия транспортирования

14.2.1. Прибор должен транспортироваться в упакованном состоянии в закрытых железнодорожных вагонах, закрытых кузовах автомобилей, трюмах, герметизированных отсеках летательных аппаратов и др. видами транспорта.

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

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

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

14.2.4. Хранение прибора во время транспортирования должно производиться в закрытых помещениях.

14.2.5. Условия транспортирования при воздействии механических и климатических факторов не должны превышать следующих значений:

1) ударные нагрузки многократного действия:

ускорение 15g при длительности импульса 5-10 мс;

2) ударные нагрузки одиночного действия:

ускорение 50g при длительности импульса 1-10 мс;

3) повышенная температура: 323 К (+50°C);

4) пониженная температура: 223 К (-50°C);

5) пониженное атмосферное давление: 61,4 кПа (460 мм.рт.ст.).

14.2.6. При повторном транспортировании прибора в процессе эксплуатации потребителем упаковку прибора следует производить согласно разделу 14.