ВАТТМЕТР ПОГЛОЩАЕМОЙ МОЩНОСТИ М3-56

ТЕХНИЧЕСКОЕ ОПИСАНИЕ И ИНСТРУКЦИЯ ПО ЭКСПЛУАТАЦИИ

В Н И М А Н И Е !

РАБОТА С ПРИБОРОМ БЕЗ ЗАЗЕМЛЕНИЯ КАТЕГОРИЧЕСКИ ЗАПРЕЩАЕТСЯ !

Зак. 9558

priborstandart.ru

ВАТТМЕТР ПОГЛОЩАЕМОЙ МОЩНОСТИ М3-56

ТЕХНИЧЕСКОЕ ОПИСАНИЕ И ИНСТРУКЦИЯ ПО ЭКСПЛУАТАЦИИ

priborstandart.ru

2.22. Время наработки на отказ ваттметра не менее 3000 ч. Срок службы 5 лет. Технический ресурс 10000 ч.

2.23. Габаритные размеры в миллиметрах и масса блоков ваттметра в килограммах приведены в табл. 3.

Таблица 3

Наименование, тип прибора, блока, комплект ЗИП	Без укладки		В укладочном ящике		В транспортной таре	
	мм	кг	мм	кг	мм	кг
Блок ваттметра измерительный Я2М-66	255×240×322	7,5	453×325×422	16	см. примечание	
Преобразователь измерительный калориметрический 4.681.465	187×150×84	2,00	404×298×136	3,3	см. примечание	

Примечания: 1. В общепромышленном исполнении блок ваттметра измерительный укладывается в коробку 6.876.113—13 с габаритными размерами 424×388×306 мм. Масса блока с коробкой 12 кг. Масса блока в транспортной таре 27 кг.

2. Блок ваттметра измерительный Я2М-66 и преобразователь измерительный со своими укладочными ящиками упаковываются в один транспортный ящик с габаритными размерами 578×506×507 мм. Масса ваттметра в транспортной таре 40 кг.

3. СОСТАВ ВАТТМЕТРА

3.1. Состав комплекта ваттметра М3-56 приведен в табл. 4.

Таблица 4

Наименование	Обозначение	Количество	Примечание
1. Блок ваттметра измерительный Я2М-66	2.720.056	1 шт.	
2. Комплект комбинированный в составе:	4.068.794		
вставка плавкая ВПI-1 1,0 А 250 В	0.480.003	3 шт.	
пакет	8.865.037	1 шт.	
ящик укладочный	4.162.079	1 шт.	
3. Блок ваттметра измерительный Я2М-66. Техническое описание и инструкция по эксплуатации	2.720.056 ТО	1 экз.	

ПРИЛОЖЕНИЯ

priborstandart.ru

4.2. Схема электрическая принципиальная измерительного блока Я2М-66

Схема электрическая принципиальная измерительного блока приведена в техническом описании 2.270.056 ТО.

4.2.1. Описание структурной схемы измерительного блока Я2М-66

Структурная схема измерительного блока ваттметра (рис. 2) включает в себя:

усилитель постоянного тока (УПТ);
аналого-цифровой преобразователь (АЦП);
управляющее устройство;
источник питания;
калибратор мощности переменного тока;
калибратор мощности постоянного тока.

УПТ усиливает выходное напряжение преобразователя до значения, необходимого для устойчивой работы АЦП.

АЦП преобразует напряжение постоянного тока в интервалы времени, заполняемые импульсами опорной частоты, количество которых, пропорциональное подводимой к приемному преобразователю СВЧ мощности, подсчитывается счетчиком цифрового индикатора АЦП.

Управляющее устройство содержит элементы для автоматического или дистанционного переключения пределов измерения и индикации условного обозначения измеряемой величины.

Источник питания выдает напряжения для всех перечисленных выше узлов измерительного блока.

Калибратор мощности переменного тока обеспечивает на нагрузке 200 и 400 Ом уровень мощности 800 мкВт. Он используется для самокалибровки ваттметров М3-51, М3-52, М3-53 (в ваттметре М3-56 не используется).

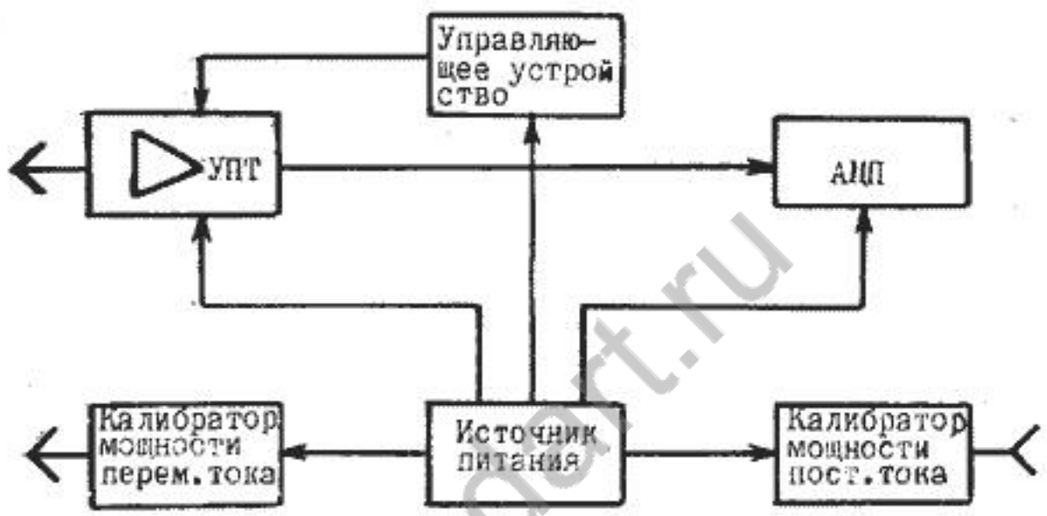


Рис. 2. Схема электрическая структурная измерительного блока ваттметра

Снова измеряют напряжение на катушке Р321, U_1', напряжение на входе измерительного преобразователя, U_2' и отсчитывают показание на табло измерительного блока, P_2.

Составляющую основной погрешности ваттметра, обусловленную нелинейной зависимостью его показаний от уровня измеряемой мощности, определяют по формуле:

$$\delta = \left(\frac{P_2 \cdot U_1 \cdot U_2}{P_1 \cdot U_1' \cdot U_2'} - 1\right) \cdot 100, \qquad (9)$$

где δ — погрешность ваттметра, обусловленная нелинейностью измерительного преобразователя, %;

P_2 — показание ваттметра в ваттах при мощности на входе около 20 Вт;

U_1 — напряжение на катушке Р321 в вольтах при уровне мощности на входе около 2 Вт;

U_2 — напряжение на входе преобразователя в вольтах при уровне мощности около 2 Вт;

P_1 — показание ваттметра в ваттах при мощности на входе около 2 Вт;

U_1' — напряжение на катушке Р321 в вольтах при мощности на входе около 20 Вт;

U_2' — напряжение на входе преобразователя в вольтах при мощности около 20 Вт.

Результаты испытаний считаются удовлетворительными, если составляющая основной погрешности ваттметра, обусловленная нелинейной зависимостью его показаний от уровня измеряемой мощности, не превышает ±1,8%.

12.4.10. Определение нестабильности показаний ваттметра во времени в установившемся режиме производят следующим образом.

Ваттметр подготавливают к измерениям в соответствии с инструкцией по эксплуатации. Затем ручками установки нуля ГРУБО, ТОЧНО устанавливают показание ваттметра 5,0 мВт на пределе РУЧ.1. Записывают показание ваттметра через интервалы времени равные 1 мин, определяемые по секундомеру. Число интервалов времени должно быть не менее 5. Для каждого интервала времени рассчитывают нестабильность γ по формуле:

$$\gamma = \frac{\Delta P}{T}, \qquad (10)$$

где γ — нестабильность показаний ваттметра во времени, в мВт/мин;

ΔP — абсолютное значение разности между смежными показаниями в начале и в конце каждого интервала, в мВт;

T — интервал времени, в мин.

Среднее значение нестабильности показаний ваттметра в мВт/мин определяют как среднее арифметическое для всех интервалов времени.

Температура окружающего воздуха в процессе измерений должна быть неизменной в пределах ±1 К (±1°С). Контроль температуры производится термометром СП-25 ГОСТ 2045—71.

priborstandart.ru

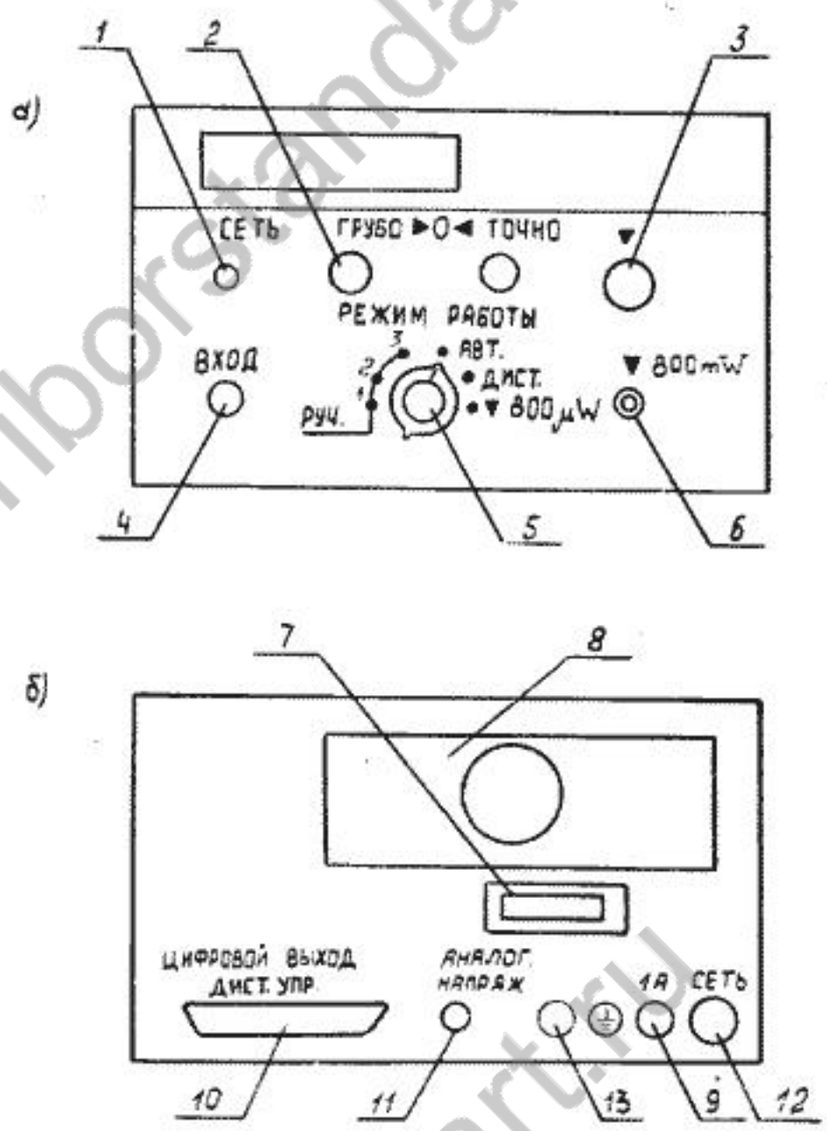


Рис. 3. Расположение органов управления на передней (а) и задней (б) панелях измерительного блока ваттметра

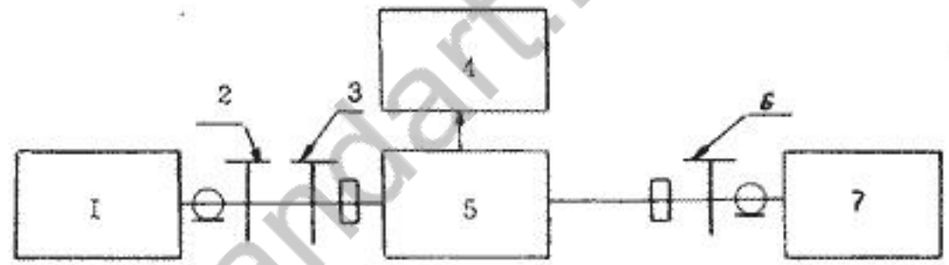


Рис. 7. Схема электрическая структурная для измерения $K_{ст}$ U преобразователя с переходом 2.236.016 на входе на частоте 12 ГГц.

1 — генератор сигналов высокочастотный Г4-111;
2 — переход волноводно-коаксиальный 5.433.023 (из комплекта ваттметра М3-56);
3 — переход 17×8/16×8 из комплекта линии Р1-19/1;
4 — измеритель отношения напряжения В8-7;
5 — линия измерительная Р1-19/1;
6 — переход 2.236.016. из комплекта комбинированного 4.068.846;
7 — проверяемый преобразователь.

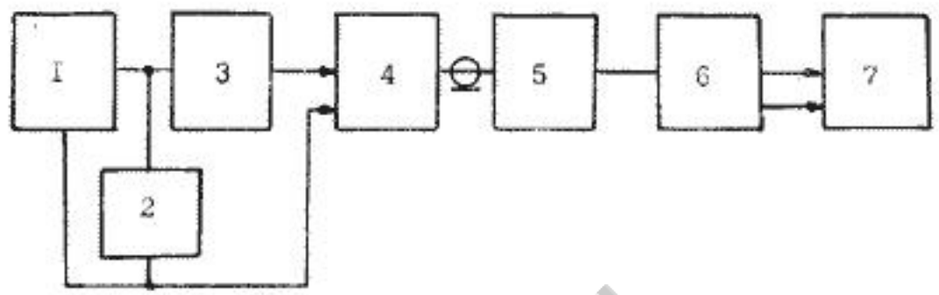


Рис. 8. Схема электрическая структурная для измерения коэффициента преобразования измерительных преобразователей на постоянном токе.

1 — источник постоянного тока Б5-8;
2 — вольтметр постоянного тока В7-23;
3 — магазин сопротивлений МСР-63 (50 Ом);
4 — шнур соединительный 4.860.156 из комплекта комбинированного 4.068.846;
5 — проверяемый преобразователь;
6 — шнур соединительный 4.860.155 из комплекта комбинированного 4.068.846;
7 — потенциометр постоянного тока Р309.

priborstandart.ru

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

Более подробное описание конструкции измерительного блока приведено в техническом описании 2.720.056 ТО.

4.5.2. Конструкция измерительного преобразователя

Измерительный преобразователь 4.681.465 (приложение 3) состоит из отрезка коаксиальной линии со стандартным коаксиальным разъемом типа III по ГОСТ 13317—73, поглощающего элемента цилиндрической формы с согласующим экраном, термоэлектрического модуля, «тела сравнения», радиатора и вентилятора на базе электродвигателя УАД-12Ф.

Поглощающий элемент представляет собой тонкопленочный резистор на теплопроводящей (бериллиевой) керамике.

Центральным проводником коаксиального тракта является тонкостенная трубка из нержавеющей стали с целью исключения теплового воздействия внешней среды на поглощающий элемент. Для уменьшения СВЧ потерь трубка покрывается медью и серебром. Поглощающий элемент за счет плотной посадки имеет электрический контакт с центральным проводником, другой его конец впаян в согласующий медный экран с серебряным покрытием. Согласующий экран имеет ступенчатое изменение диаметра, что обеспечивает согласование поглощающего элемента во всем диапазоне частот.

Термоэлектрический модуль выполнен в виде диска с отверстием и располагается так, что «горячие» спаи имеют тепловой контакт с внешней поверхностью согласующего экрана в месте пайки поглощающего элемента, а «холодные» спаи — с «телом сравнения». К выводам термоэлектрического модуля припаиваются провода соединительного кабеля. Внутренний и внешний экраны предназначены для защиты термоэлектрического модуля от случайных внешних тепловых воздействий. На внешнем экране укреплены ребра, образующие с экраном радиатор. Посредством радиатора, обдуваемого вентилятором, увеличивается мощность рассеяния преобразователя до 20 Вт.

5. МАРКИРОВАНИЕ И ПЛОМБИРОВАНИЕ

5.1. Наименование ваттметра, условное его обозначение и год изготовления указываются только в эксплуатационной документации.

5.2. Наименование и условное обозначение измерительного блока ваттметра нанесены в верхней части лицевой панели. Условное обозначение проставлено также в левом углу правой боковой стенки корпуса.

5.3. Заводской порядковый номер измерительного блока и год изготовления расположены в левом углу задней панели.

5.4. На кожухе преобразователя нанесены наименование, номер чертежа и год изготовления.

5.5. Все элементы и составные части, установленные на шасси, панелях и печатных платах измерительного блока, имеют маркировку позиционных обозначений в соответствии с позиционными обозначениями перечней элементов к электрическим принципиальным схемам.

5.6. Измерительный блок и преобразователь, принятые ОТК, пломбируют мастичными пломбами, которые устанавливаются на боковых стенках измерительного блока и кожуху преобразователя.

ле подачи СВЧ мощности производят измерение напряжения на рабочем термисторе СВЧ калибратора U_2 в вольтах. С помощью потенциометра Р309 производят измерение напряжения на выходе проверяемого преобразователя (Е).

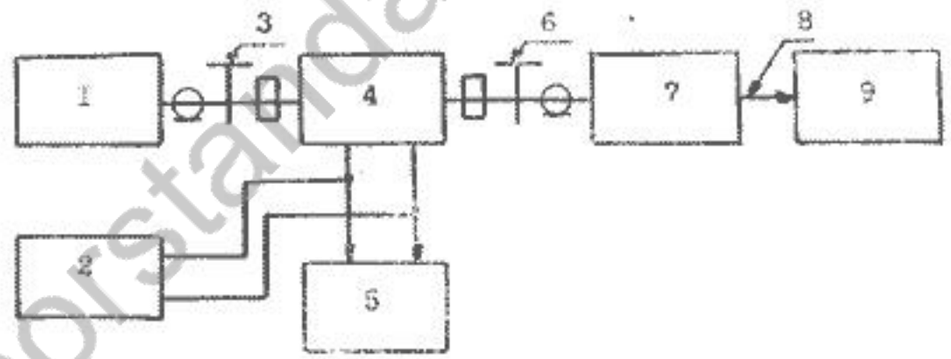


Рис. 6. Схема электрическая структурная для измерения коэффициента эффективности измерительного преобразователя на частоте 12 ГГц

1 — генератор высокочастотный Г4-111;
2 — вольтметр постоянного тока В7-23;
3 — переход Э2-109 из комплекта Г4-111;
4 — калибратор СВЧ мощности М1-9А;
5 — измерительный блок ваттметра М3-22;
6 — переход 2.236.016 из позеводного комплекта 4.068.846;
7 — преобразователь измерительный;
8 — шнур соединительный 4.860.155 из комплекта комбинированного 4.068.846;
9 — потенциометр постоянного тока Р309.

Коэффициент эффективности $K_э$ вычисляется по формуле:

$$K_э = \frac{E \cdot K_{зат} \cdot R_i}{(U_1^2 - U_2^2) \cdot \alpha \cdot (1 - \Gamma_н^2) \cdot K_{пр}} \qquad (7)$$

где $K_э$ — коэффициент эффективности;

Е — напряжение, измеренное на выходе преобразователя, мВ;

$K_{зат}$ — коэффициент затухания перехода 2.236.016, вкладываемого на входе измерительного преобразователя, берется из аттестата на переход;

R_i — сопротивление рабочего термистора измерительного преобразователя калибратора мощности, Ом, записывается из паспорта на калибратор;

U_1 — показание вольтметра В7-23 в вольтах до подачи на преобразователь СВЧ мощности;

priborstandart.ru

нов управления и контроля на передней и задней панелях измерительного блока (п. 4.2.2.).

8.2. Разместить ваттметр на рабочем месте, обеспечив удобство работы и условия естественной вентиляции.

8.3. Проверить заземлен ли измерительный блок ваттметра.

8.4. Установить тумбер СЕТЬ на передней панели в нижнее положение.

8.5. Присоединить к измерительному блоку приемный преобразователь.

8.6. Установить переключатель РЕЖИМ РАБОТЫ в положение АВТ.

8.7. Включить соединительный шнур измерительного блока в сеть.

8.8. Включить соединительный шнур преобразователя в сеть и проверить на слух, работает ли вентилятор преобразователя.

Остальные органы управления могут находится в произвольном положении.

9. ПОРЯДОК РАБОТЫ

9.1. Подготовка к проведению измерений

9.1.1. Тумблер СЕТЬ на измерительном блоке переводят в верхнее положение. При этом должны загореться цифры на табло и лампочка подсвета условного обозначения единицы измерений.

9.1.2. До проведения измерений ваттметр прогревают в течение 30 мин.

9.1.3. После прогрева устанавливают нуль на пределе РУЧ.1, поворачивая вправо (влево) ручки установки нуля ГРУБО и ТОЧНО.

9.1.4. Производят опробование ваттметра. При отсутствии мощности на входе преобразователя и нормальной работе измерительного блока регулировкой ручек ГРУБО и ТОЧНО на табло должны устанавливаться показания:

000,0 mW на пределе РУЧ.1;

0000 mW на пределе РУЧ.2;

00,00 W на пределе РУЧ.3.

9.1.5. Осуществляют калибровку ваттметра. Для этого следует:

перевести переключатель РЕЖИМ РАБОТЫ в положение АВТ или РУЧ.2;

присоединить к коаксиальному СВЧ разъему на передней панели измерительного блока преобразователь и, поворачивая ручку потенциометра (▼), установить показание 800 мВт. При этом делается выдержка порядка 10—20 с после присоединения преобразователя;

отсоединить преобразователь от коаксиального разъема на передней панели измерительного блока.

9.2. Проведение измерений

9.2.1. Ваттметр обеспечивает измерение мощности в следующих режимах:

ручное переключение пределов измерений (положение переключателя РЕЖИМ РАБОТЫ — РУЧ.1, РУЧ.2, РУЧ.3), соответственно 0,3—3,0—20,0 Вт;

автоматическое переключение пределов (положение переключателя РЕЖИМ РАБОТЫ — АВТ.);

дистанционное управление (положение переключателя РЕЖИМ РАБОТЫ — ДИСТ.).

Результаты испытаний считаются удовлетворительными, если $K_{ст}U$ не превышает 1,15 в диапазоне частот до 3 ГГц, 1,3 — в диапазоне частот свыше 3 до 12 ГГц и 1,4 — в диапазоне частот свыше 12 до 17,85 ГГц.

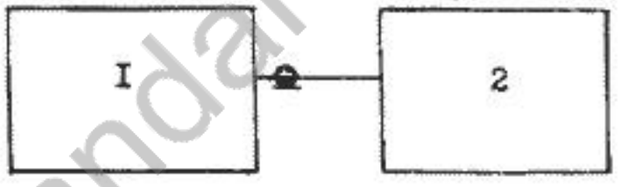


Рис. 4. Схема электрическая структурная для поверки $K_{ст}$ U в диапазоне частот 0,02—1,25 ГГц

1 — измеритель $K_{ст}$ U панорамный РК2-47;

2 — проверяемый преобразователь.

12.4.6. Определение $K_{ст}$ U измерительного преобразователя с переходом 5.433.020 на частотах 0,15 и 1 ГГц производится по структурной схеме рис. 4, где поз. 2 — преобразователь с переходом.

Определение $K_{ст}$ U преобразователя с переходами на частотах 3; 5,5; 8,24; 10; 12,05; 14; 16,7 ГГц производится по структурной схеме рис. 5, в которой 5 — измеритель отношения напряжений В8-7;

6 — измерительный преобразователь с соответствующими переходами, а остальные приборы приведены в табл. 8.

Таблица 8

Тип перехода и частота, на которой производится проверка $K_{ст}$ U, ГГц	Позиции по схеме рис. 5			
	1 — генератор	2 — переход	3 — переход	4-линия измерительная
5.433.020 Ø16×7/Ø7×3 3	Г4-80	Э2-13 из комплекта Г4-80	Э2-7/1 из комплекта Р1-22	Р1-22
5.433.021 Ø10×4, 34/Ø7×3				
3	Г4-80	отсутствует	отсутствует	Р1-3
5,5	Г4-81	отсутствует	отсутствует	Р1-3
10	Г4-83	отсутствует	отсутствует	Р1-3
5.433.022 23×10/Ø7×3 8,24; 10; 12,05	Г4-111	Э2-108 из комплекта Г4-111	отсутствует	Р1-20
5.433.023 16×8/Ø7×3 12,05; 14; 16,7	Г4-111	Э2-109 из комплекта Г4-111	отсутствует	Р1-19

priborstandart.ru

БОТЫ перевести в положение, соответствующее более низкому пределу измерений.

При неизвестном уровне мощности переключатель РЕЖИМ РАБОТЫ следует установить в положение РУЧ.3.

Оператору следует помнить, что в процессе измерений при непосредственном подключении преобразователя к выходу источника СВЧ мощности возникает погрешность, обусловленная несоответствием выходного импеданса генератора и входного импеданса преобразователя ваттметра волновому (характеристическому) сопротивлению линии передачи. Чтобы исключить из результата измерений эту погрешность, необходимо значение измеряемой мощности определить по формуле:

$$P_{изм} = \frac{P_x |1 - \Gamma_г \Gamma_{пр}|^2}{(1 - |\Gamma_{пр}|^2 K_э} \qquad (5)$$

где $\Gamma_г$, $\Gamma_{пр}$ — комплексные значения коэффициентов отражения генератора и преобразователя на измеряемой частоте.

Обычно известны только модули коэффициентов отражения и за результат измерений принимается значение, найденное по формуле (3).

При этом погрешность рассогласования составит

$$\delta_{рас} = \pm 2|\Gamma_г| \cdot |\Gamma_{пр}|. \qquad (6)$$

Значение модуля коэффициента отражения генератора вычисляется по формуле (4), где $K_{гг}U$ берется из документации на генератор.

9.2.3. Режим работы ваттметра с автоматическим переключением пределов используется при работе ваттметра в автоматизированных цифровых измерительных системах.

9.2.4. При дистанционном управлении производится дистанционное переключение пределов измерений с помощью потенциальных сигналов, поступающих от цифровых измерительных систем.

9.2.5. Следует помнить, что преобразователи требуют бережного обращения с ними и во избежание выхода из строя не должны перегружаться мощностью сверх установленной нормы, то есть не более 20 Вт.

9.2.6. В процессе измерений оператор должен производить периодическую поверку установки нуля, для чего необходимо снять со входа СВЧ мощность.

10. ХАРАКТЕРНЫЕ НЕИСПРАВНОСТИ И МЕТОДЫ ИХ УСТРАНЕНИЯ

10.1. Ремонт ваттметра должен производится только в специализированных ремонтных органах или поверочных лабораториях.

Ремонт преобразователей должен производится на заводе-изготовителе.

10.2. Для доступа к узлам и элементам измерительного блока необходимо отключить его от сети и вскрыть в соответствии с указаниями, приведенными в п. 4.3.1 2.720.056 ТО.

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

10.4. При проведении ремонта следует строго выполнять меры безопасности, указанные в разделе 7.

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

Наименование средств поверки	Основные технические характеристики средств поверки		Рекомендуемое средство поверки (тип)	Примечание
	Пределы измерения	Погрешность		
Линия измерительная	Диапазон частот 17,44—25,86 ГГц	±5%	Р1-13А	
Линия измерительная	Диапазон частот 12,05—17,44 ГГц	±5%	Р1-19	
Линия измерительная	Диапазон частот 11,55—16,66 ГГц	±5%	Р1-19/1	
Линия измерительная	Диапазон частот 2,5—10,35 ГГц	±10%	Р1-3	
Линия измерительная	Диапазон частот 8,24—12,05 ГГц	±5%	Р1-20	
Линия измерительная	Диапазон частот 1—7,5 ГГц	±5%	Р1-22	
Калибратор мощности	Диапазон частот 12—16,7 ГГц	±1,5%	М1-9А	
Калибратор мощности	Диапазон частот 16,7—25,86 ГГц	±1,5%	М1-10А	
Ваттметр поглощаемой мощности	$1,2 \cdot 10^{-3}$—$6 \cdot 10^{-3}$ Вт		М3-22	Измерительный блок
Потенциометр постоянного тока	Чувствительность $2 \cdot 10^{-8}$ В	0,1%	Р309	
Вольтметр постоянного тока	0—10 В	±0,05%	В7-23	
Измеритель отношения напряжений	Чувствительность 0,7—1 мкВ (0,15—20 кГц)	±1,5%	В8-7	
Магазин сопротивлений	0—500 Ом	±0,1%	МСР-63	
Генератор сигналов высокочастотный	Диапазон частот 4—5,6 ГГц	Установки частоты ±0,5%	Г4-81	

priborstandart.ru

12.2. Операции и средства поверки.

12.2.1. При проведении поверки должны выполняться операции и применяться средства поверки, указанные в табл. 6.

Таблица 6

Номер пункта раздела поверки	Наименование операций, производимых при поверке	Поверяемые отметки, ГГц	Допускаемые значения погрешностей или предельные значения определяемых параметров	Средства поверки	
				Образцовые	Вспомогательные
12.4.1	Поверка измерительного блока Я2М-66	—	—	—	—
12.4.2	Внешний осмотр	—	—	—	—
12.4.3	Проверка присоединительных размеров	—	—	—	—
12.4.4	Опробование	—	—	—	—
	Определение метрологических параметров				
12.4.5	$K_{ст}U$ измерительного преобразователя	0,02 0,3 3 10 12 14 16 17,85	1,15 1,15 1,15 1,3 1,3 1,4 1,4 1,4		РК2-47, Р1-34, В8-7, Г4-111 4-80 4-81
12.4.6	$K_{ст}U$ измерительного преобразователя с переходами				
	5.433.020 Ø16×7/Ø7×3	0,15 1 3	1,35 1,35 1,35		РК2-47, Р1-22, В8-7, Г4-80
	5.433.021 Ø10×4,34/Ø7×3	3 5,5 10	1,4 1,4 1,4		Р1-3, Г4-80, Г4-81, Г4-83, В8-7
	5.433.022 23×10/Ø7×3	8,24 10	1,6 1,6		Р1-20, В8-7,

Продолжение табл. 6

Номер пункта раздела поверки	Наименование операций, производимых при поверке	Поверяемые отметки, ГГц	Допускаемые значения погрешностей или предельные значения определяемых параметров	Средства поверки	
				Образцовые	Вспомогательные
		12,05	1,6		Г4-111, переход Э2-108 из комплекта Г4-111
	5.433.023 16×8/Ø7×3	12,05 14 16,7	1,8 1,8 1,8		Р1-29, В8-7, Г4-111, переход Э2-109 из комплекта Г4-111
12.4.8	Коэффициент эффективности преобразователя	12,0	0,98±0,03	М1-9А, В7-23, Р309, Р1-19/1	Г4-111, М3-22, Б5-8, В8-7, МСР-63, Поверочный комплект 4.068.846
		17,85	0,95±0,04	М1-10А В7-23, Р309, Р1-13А	Г4-114, М3-22, В8-7, МСР-63, Б5-8, Поверочный комплект 4.068.846
12.4.9	Составляющая основной погрешности, обусловленная нелинейной зависимостью показаний ваттметра от уровня измеряемой мощности	—	±1,8%	В7-23 (2 шт.)	МСР-63, Р321, Б5-8 (2 шт.)

priborstandart.ru

Продолжение табл. 6

Номер пункта раздела поверки	Наименование операций, производимых при поверке	Поверяемые отметки, ГГц	Допускаемые значения погрешностей или предельные значения определяемых параметров	Средства поверки	
				Образцовые	Вспомогательные
12.4.10	Нестабильность показаний ваттметра	—	0,2 $\frac{мВт}{мин}$		Секундомер 1 с — 30 мин Термометр СП-25

Примечания. 1. Вместо указанных в таблице образцовых и вспомогательных средств поверки разрешается применять другие аналогичные приборы, обеспечивающие измерение соответствующих параметров с требуемой точностью.

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

12.2.2. Основные технические характеристики образцовых и вспомогательных средств поверки приведены в табл. 7.

Таблица 7

Наименование средств поверки	Основные технические характеристики средств поверки		Рекомендуемое средство поверки (тип)	Примечание
	Пределы измерения	Погрешность		
Генератор сигналов высокочастотный	Диапазон частот 2,56—4 ГГц	Установки частоты ±0,5%	Г4-80	
Генератор сигналов высокочастотный	Диапазон частот 7,5—10,5 ГГЦ	Установки частоты ±0,5%	Г4-83	
Генератор сигналов высокочастотный	Диапазон частот 6—18 ГГц	Установки частоты ±0,5%	Г4-111	
Генератор сигналов высокочастотный	Диапазон частот 16,35—25,8 Гц	Установки частоты ±0,1%	Г4-114	
Измеритель $K_{ст}$ U панорамный	Диапазон частот 0,02—11,25 Гц	$5K_{ст}$ U, %	РК2-47	

Таблица 5

Наименование неисправности, внешнее проявление и дополнительные признаки	Вероятная причина неисправности	Метод устранения
При включении ваттметра в сеть, не устанавливается нуль на цифровом табло, не калибруется ваттметр	1. Неисправен кабель, с помощью которого присоединяется преобразователь	Проверить исправность соединительного кабеля, используя при этом схему электрическую соединений (приложение 2) Устранить неисправность.
	2. Неисправен преобразователь	Проверить прибором В7-23 исправность преобразователя, пользуясь при этом схемой электрической принципиальной для данного преобразователя (приложение 1). При обнаружении неисправности отправить преобразователь на завод-изготовитель для ремонта
	3. Неисправен измерительный блок	Провести проверку в соответствии с ТО на измерительный блок и устранить неисправность

10.6. Сделать отметку о ремонте в формуляре и произвести поверку ваттметра согласно указаниям раздела 12.

11. ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ

11.1. Осмотр внешнего состояния ваттметра проводят 2 раза в год, а также совместно с другими видами контрольно-профилактических работ. Внутренний осмотр проводят по истечении гарантийного срока один раз в два года. Проверяют крепления узлов, состояние паек, контактов, качество работы переключателей, удаляют пыль и коррозию.

11.2. Порядок проведения профилактических работ.

Снять боковые стенки, верхнюю и нижнюю крышки измерительного блока в соответствии с п. 4.3.1 2.720.056 ТО. Вынуть печатные платы, удалить с них пыль струей сжатого воздуха и промыть контакты спиртом ГОСТ 17299—71 с помощью кисти. Удалить пыль с других элементов и узлов измерительного блока. Поставить печатные платы на место, установить боковые стенки и крышки.

Промыть спиртом высокочастотные и низкочастотные соединители преобразователя и соединительного кабеля.

11.3. После проведения профилактических работ ваттметр направляют в поверку.

12. УКАЗАНИЯ ПО ПОВЕРКЕ

12.1. Настоящий раздел устанавливает методы и средства поверки ваттметра поглощаемой мощности М3-56 при его эксплуатации.

priborstandart.ru

Продолжение табл. 7

Наименование средств поверки	Основные технические характеристики средств поверки		Рекомендуемое средство поверки (тип)	Примечание
	Пределы измерения	Погрешность		
Комплект комбинированный	—	—	4.068.846	Поставляется для поверочных органов
Катушка электрического сопротивления	0,1 Ом	±0,01%	Р-321	
Источник постоянного тока	U = 0—50 В J = 0—2 А	—	Б5-8	
Секундомер ГОСТ 5072—72	1 с — 30 мин	0,2 с		
Термометр	10—40°С	0,2°С	СП-25	

12.3. Условия поверки и подготовка к ней

12.3.1. При проведении поверки должны соблюдаться следующие нормальные условия:

температура окружающей среды . . . . . 293±5 К (20±5°С)
относительная влажность воздуха . . . . . 65±15%
атмосферное давление . . . . . 100±4 кПа (750±30 мм рт. ст.)
напряжение сети питания 220±4,4 В частотой 50±0,5 Гц и содержанием гармоник до 5%.

12.3.2. Подготовка к поверке производится в соответствии с пп. 8.1—8.8.

12.4. Проведение поверки

Поверка производится один раз в год в соответствии с перечнем операций, указанных в табл. 6.

12.4.1. До начала поверки ваттметра производится поверка измерительного блока Я2М-66 на соответствие разделу 11 технического описания 2.720.056 ТО.

12.4.2. При проведении внешнего осмотра должны быть проверены все требования по п. 6.2. Ваттметр, имеющий дефекты, бракуется и направляется в ремонт.

12.4.3. Проверку присоединительных размеров коаксиальных разъемов преобразователей и переходов производят с помощью мерительного инструмента, обеспечивающего необходимую по ГОСТ 13317—73 точность. Результаты проверки считаются удовлетворительными, если присоединительные размеры коаксиальных разъемов преобразователей и переходов соответствуют требованиям ГОСТ 13317—73.

12.4.4. Опробование работы ваттметра производится по пп. 9.1.1—9.1.5. для оценки его исправности без применения средств поверки.

12.4.5. Определение $K_{ст}U$ преобразователя производится с помощью панорамного измерителя $K_{ст}U$ РК2-47 (рис. 4) в диапазоне частот 0,02—1,25 ГГц и с помощью измерительной линии Р1-34 (рис. 5) в диапазоне частот 3—17,85 ГГц. В табл. 6 приведены частоты, на которых производится проверки $K_{ст}U$.

Примечание. Во избежание вывода измерительного преобразователя из строя при измерении мощности импульсно-модулированных СВЧ сигналов оператору следует помнить, что импульсная мощность не должна превышать 1500 Вт при средней мощности не более 20 Вт. При этом:

$$P_{ср} = P_и \cdot F \cdot \tau,$$

где $P_{ср}$ — средняя мощность импульсно-модулированного сигнала, Вт;
$P_и$ — импульсная мощность, Вт;
F — частота импульсов, Гц;
τ — длительность импульсов, с.

Длительность импульсов не должна превышать 10 мкс.

9.2.2. Для проведения измерений в режиме ручного переключения пределов измерений следует прежде всего установить переключатель РЕЖИМ РАБОТЫ в такое положение, чтобы предполагаемый уровень измеряемой мощности не превышал конечное значение выбранного предела. Затем присоединить преобразователь к выходу источника СВЧ мощности и спустя 10—15 с отсчитать показание цифрового табло блока Я2М-66. После этого определить значение измеряемой мощности по формуле:

$$P_{изм} = \frac{P_x}{K_э (1 - |\Gamma_{пр}|^2)} \qquad (3)$$

где P_x — показание цифрового табло блока Я2М-66;
$K_э$ — коэффициент эффективности, равный:
0,98 при работе в диапазоне частот до 12 ГГц;
0,95 при работе в диапазоне частот свыше 12 ГГц;
$|\Gamma_{пр}|$ — модуль коэффициента отражения преобразователя.

Модуль коэффициента отражения преобразователя $|\Gamma_{пр}|$ — определяется по формуле:

$$|\Gamma_{пр}| = \frac{K_{ст}U - 1}{K_{ст}U + 1} \qquad (4)$$

где $K_{ст}U$ — коэффициент стоячей волны преобразователя.

Примечание. Если при измерениях используются коаксиальные и волноводно-коаксиальные переходы, значение $K_э$ следует принимать равным:

0,98 — с переходами 5.433.020 и 5.433.021 в диапазоне частот от 0 до 4 ГГц.

0,97 — с переходом 5.433.021 на частотах свыше 4 до 10 ГГц;
0,95 — с переходом 5.433.022 на частотах от 8,24 до 12,05 ГГц;
0,93 — с переходом 5.433.023 на частотах свыше 12,05 до 17,44 ГГц.

Значения $|\Gamma_{пр}|$ равными:

0,149 ($K_{ст}U$ = 1,35) с переходом 5.433.020 в диапазоне частот от 0 до 4 ГГц;

0,167 ($K_{ст}U$ = 1,4) с переходом 5.433.021 в диапазоне частот от 0 до 10 ГГц;

0,23 ($K_{ст}U$ = 1,6) с переходом 5.433.022 в диапазоне частот 8,24—12,05 ГГц;

0,286 ($K_{ст}U$ = 1,8) с переходом 5.433.023 в диапазоне 12,05—17,44 ГГц.

Если показания цифрового индикатора менее 0,1 от конечного значения выбранного предела измерений, следует переключатель РЕЖИМ РА-

priborstandart.ru

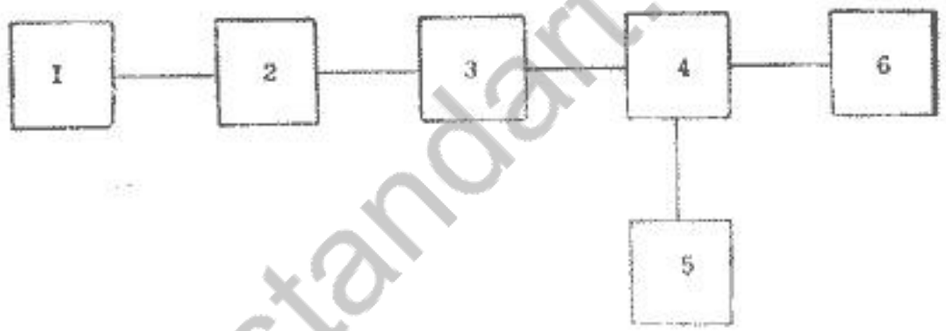


Рис. 5. Схема электрическая структурная для поверки $K_{ст}$ U измерительного преобразователя в диапазоне частот 3—17,85 ГГц

1 — генератор сигналов высокочастотный Г4-111, Г4-80; Г4-81;
2 — кабель высокочастотный из комплекта генератора Г4-111;
3 — переход коаксиальный 5.433.008 из комплекта Р1-34;
4 — линия измерительная Р1-34;
5 — измеритель отношения напряжений В8-7;
6 — проверяемый преобразователь.

Результаты испытаний считаются удовлетворительными, если величины $K_{ст}$ U преобразователя с переходами не превышают значений, приведенных в табл. 6.

12.4.7. Определение годности ваттметра по основной погрешности производится путем поэлементной поверки. При этом проверяются следующие составляющие основной погрешности ваттметра: погрешность измерительного блока, погрешность калибровки от встроенного калибратора, отклонение коэффициента эффективности измерительного преобразователя от номинального значения, погрешность, обусловленная нелинейной зависимостью показаний от уровня входной мощности, нестабильность показаний ваттметра. Первые две погрешности определяются при поверке блока измерительного Я2М-66. Остальные погрешности определяются при поверке ваттметра.

Ваттметр считается годным по основной погрешности, если составляющие основной погрешности не превышают значений, приведенных в разделе 13 технического описания 2.729.396 ТО, и значений, приведенных в табл. 6.

12.4.8. Проверку коэффициента эффективности измерительного преобразователя производят по схеме рис. 6. Проверку преобразователя на частоте 12 ГГц осуществляют с помощью калибратора М1-9А, с целью повышения точности измерений используют цифровой вольтметр постоянного тока В7-23, которым измеряется напряжение постоянного тока на рабочем термисторе преобразователя СВЧ калибратора.

Последовательность проведения измерений следующая.

После подготовки приборов к измерениям производят измерение напряжения на рабочем термисторе преобразователя СВЧ калибратора, U_1 в вольтах. Затем на вход калибратора М1-9А подается такой уровень мощности, чтобы показание прибора М3-22 было около 3 мВт. Через 20 с пос-

6. ОБЩИЕ УКАЗАНИЯ ПО ЭКСПЛУАТАЦИИ

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

6.2. При внешнем осмотре необходимо проверить:

сохранность пломб;

комплектность согласно табл. 4;

отсутствие видимых механических повреждений, влияющих на точность показаний ваттметра;

наличие и прочность крепления органов управления и коммутации, четкость фиксации их положений, плавность вращения ручек органов настройки, наличие предохранителя в измерительном блоке Я2М-66;

чистоту гнезд, разъемов и клемм;

состояние соединительных кабелей, переходов.

6.3. При работе в полевых условиях необходимо предусмотреть меры защиты от непосредственного попадания атмосферных осадков в виде дождя и снега, то есть работать в закрытом помещении или временном укрытии (в палатке, под навесом).

6.4. Сделать отметку в формуляре о начале эксплуатации и записать показания счетчика наработки.

В процессе эксплуатации показания счетчика периодически через каждые 3 месяца записывают в формуляр.

До включения ваттметра необходимо ознакомиться с разделами 1, 4, 6, 7, 8, 9, описания.

7. УКАЗАНИЕ МЕР БЕЗОПАСНОСТИ

7.1. По степени защиты от поражения электрическим током прибор относится к классу 01 и 1 (для экспорта) ГОСТ 12.2.007.0—75.

7.2. В приборе имеются постоянное и переменное напряжения 220 В, опасные для жизни, поэтому при эксплуатации, контрольно-профилактических и регулировочных работах, производимых с прибором, строго соблюдайте соответствующие меры предосторожности:

перед включением прибора в сеть убедитесь в исправности сетевого соединительного шнура и соедините клемму ⏚ с шиной защитного заземления. Отсоединять клемму ⏚ от шины защитного заземления допускается только после отключения всех остальных элементов;

замену любого элемента производить только при отключенном от сети соединительном шнуре;

при регулировании и измерениях в схеме прибора пользуйтесь надежно изолированным инструментом и пробниками.

7.3. При работе прибора совместно с другими приборами или включении его в состав установки необходимо заземлить все приборы.

7.4. К работам по профилактике и ремонту прибора допускаются лица, прошедшие инструктаж и сдавшие зачет по технике безопасности.

8. ПОДГОТОВКА К РАБОТЕ

8.1. Перед началом работы следует внимательно изучить технические описания и инструкции по эксплуатации ваттметра и измерительного блока Я2М-66, а также ознакомиться с расположением и назначением орга-

priborstandart.ru

U_2 — показание вольтметра В7-23 в вольтах после подачи на преобразователь СВЧ мощности;

α — коэффициент передачи калибратора мощности М1-9А на частоте 12 ГГц, записывается из свидетельства о поверке калибратора;

$\Gamma_{пр}$ — коэффициент отражения преобразователя с переходом 2.236.016 на входе;

$K_{пр}$ — коэффициент преобразования измерительного преобразователя на постоянном токе, мВ/Вт.

Коэффициент отражения преобразователя с переходом определяется по формуле:

$$|\Gamma_{п}| = \frac{K_{ст}U - 1}{K_{ст}U + 1}$$

где $K_{ст}U$ — коэффициент стоячей волны преобразователя с переходом $K_{ст}U$ измеряют с помощью измерительной линии Р1-19/1 по схеме рис. 7.

Коэффициент преобразования определяется по схеме рис. 8.

Порядок измерения коэффициента преобразования следующий:

На магазине МСР-63 устанавливают сопротивление 50 Ом. От источника постоянного тока Б5-8 подают напряжение около 4,5 В и производят его измерение вольтметром В7-23. Затем производят измерение напряжения на выходе преобразователя с помощью потенциометра Р309.

Коэффициент преобразования измерительного преобразователя на постоянном токе К определяется по формуле:

$$K_{пр} = \frac{200\ E}{U^2}\ мВ/Вт \qquad (8)$$

где E — напряжение, измеренное потенциометром Р309, в мВ;

U — напряжение постоянного тока, измеренное вольтметром В7-23, в В.

Проверку коэффициента эффективности преобразователя на частоте 17,85 ГГц выполняют при уровне СВЧ мощности около 3 мВт по схеме, аналогичной схеме проверки на частоте 12 ГГц с тем отличием, что вместо калибратора М1-9А и генератора Г4-111 используется калибратор М1-10А и генератор Г4-114. Переход Э2-109 при этом не используется. К калибратору проверяемый преобразователь присоединяется посредством перехода 2.236.016.—01 (из комплекта комбинированного 4.068.846). В формулу для подсчета коэффициента эффективности подставляются значения $K_{эвт}$ берется из аттестата на переход и $\Gamma_{пр}$ — коэффициент отражения преобразователя совместно с переходом (измеряется по схеме, аналогичной рис. 7), используя при этом измерительную линию Р1-13А и генератор Г4-114.

Результаты проверки коэффициента эффективности преобразователя считаются удовлетворительными, если значения коэффициента эффективности на частотах 12 и 17,85 ГГц соответствуют значениям приведенным в табл. 6.

11. АНАЛОГ. НАПРЯЖ. Разъем для присоединения аналогового индикатора.

12. СЕТЬ, 220V 35W 50Hz 400Hz. Ввод шнура питания.

13. Клемма защитного заземления.

4.3. Схема электрическая принципиальная измерительного преобразователя.

4.3.1. Схема электрическая принципиальная калориметрического преобразователя 4.681.465 приведена в приложении 1.

СВЧ сигнал поступает на поглощающий элемент R1 и, рассеиваясь, нагревает его. Перепад температур между поглощающим элементом и корпусом преобразователя, пропорциональный подводимой мощности, регистрируется термоэлектрическим модулем TnI. Образуемая на выходе модуля TnI термоЭДС с помощью кабеля подводится к контактам 1 и 5 розетки Ш3, смонтированной на его конце. Посредством делителя на R2 и R3 чувствительность преобразователя приводится к номинальному значению, при котором обеспечивается нормальная работа измерительного блока.

Преобразователь имеет вентилятор, посредством которого увеличивается интенсивность отвода тепла от корпуса преобразователя и, таким образом, достигается мощность рассеяния 20 Вт. В вентиляторе используется асинхронный электродвигатель М1. Конденсаторы С1—С4 служат для пуска электродвигателя от однофазной сети.

4.4. Схема электрическая соединений ваттметра

Схема электрическая соединений приведена в приложении 2.

Преобразователь (У1) присоединяется к измерительному блоку (У2) посредством экранированного кабеля.

Ваттметр может включаться в автоматическую систему с дистанционным управлением с помощью разъема Ш4/У2 и соединительного кабеля (в комплект ваттметра не входит) и выдавать сигнал на цифро-печатающее устройство. При этом не допускается соединение контакта Ш4/29 (общий) с корпусом измерительного блока и внешних устройств.

В процессе работы измерительный блок ваттметра вырабатывает аналоговый сигнал и подает его на гнезда разъема Ш1/У2. Посредством этого разъема и соответствующего кабеля (на рисунке не показан) аналоговое напряжение может быть подведено к аналоговому индикатору. Значение аналогового напряжения 3 В на нагрузке не менее 100 кОм при конечном значении любого из пределов измерения, кроме третьего (на третьем пределе 2В).

4.5. Конструкция

4.5.1. Конструкция измерительного блока Я2М-66

Блок ваттметра измерительный Я2М-66 скомпонован в типовом малогабаритном корпусе. Все узлы измерительного блока выполнены с применением печатного монтажа. Некоторые крупногабаритные элементы и органы управления крепятся к корпусу самостоятельно. В случае необходимости вскрытие измерительного блока следует производить как указано в техническом описании 2.720.056 ТО.

В заднюю панель измерительного блока вмонтирован электрохимический счетчик времени (ресурсометр) типа ЭСВ-2, 5—12, 6, предназначенный для определения суммарного времени наработки ваттметра при его настройке, испытаниях и эксплуатации. Отсчет наработанного времени производится по делению шкалы, против которого находится мениск правого столбика ртути.

priborstandart.ru

Результаты испытаний считаются удовлетворительными, если среднее значение нестабильности показаний не превышает 0,2 мВт/мин.

12.5. Оформление результатов поверки

12.5.1. При государственной поверке положительные результаты оформляются в виде свидетельств о государственной поверке по форме, установленной Госстандартом СССР, или записываются в раздел формуляра «Периодическая поверка основных нормативно-технических характеристик» и заверяются поверителем с нанесением оттиска поверительного клейма.

12.5.2. При ведомственной поверке положительные результаты записываются в рабочий протокол поверки и заверяются в порядке, установленном органом ведомственной метрологической службы.

Формы протоколов приведены в приложении 4.

12.5.3. Запрещается выпуск в обращение и применение ваттметров, прошедших поверку с отрицательными результатами.

13. ПРАВИЛА ХРАНЕНИЯ

13.1. При хранении ваттметры могут находится в упакованном виде и содержаться в отапливаемых хранилищах до 10 лет при температуре окружающего воздуха от 278 до 313 К (от 5 до 40°С), относительная влажность воздуха до 80% при температуре 298 К (25°С) или в неотапливаемых хранилищах до 5 лет при температуре окружающего воздуха от 223 до 313 К (от минус 50 до плюс 40°С), относительная влажность до 98% при температуре 298 К (25°С).

13.2. В помещениях для хранения не должно быть пыли, паров кислот и щелочей, вызывающих коррозию.

14. ТРАНСПОРТИРОВАНИЕ

14.1. Тара, упаковка и маркирование упаковки

14.1.1. При транспортировании используются отдельные укладочные ящики для блока измерительного и комплекта измерительного преобразователя. Укладочные ящики, обернутые водонепроницаемой бумагой и обвязанные шпагатом, помещают в один транспортный ящик, который изнутри выстлан водонепроницаемой бумагой.

Для приборов, поставляемых на экспорт, укладочные ящики помещают в полиэтиленовые чехлы.

Пространство между стенками укладочных и транспортного ящиков заполняют до уплотнения прокладками из гофрированного картона.

Крышки транспортных ящиков прибивают гвоздями и обтягивают ящики по торцам стальной лентой или проволокой и пломбируют.

Маркирование ящиков для транспортирования производят в соответствии с ГОСТ 14192—77.

14.1.2. Эксплуатационная документация на ваттметр размещена в укладочном ящике измерительного блока. Товаросопроводительная документация размещена на верхнем слое прокладочного материала под водонепроницаемой обивкой верхней крышки транспортного ящика.

14.1.3. Допускается транспортирование ваттметра в транспортной таре всеми видами транспорта при температуре окружающего воздуха от 223 до 338 К (от минус 50 до плюс 65°С).

При транспортировании самолетом ваттметр должен быть размещен в герметизированном отсеке.

14.1.4. При транспортировании должна быть предусмотрена защита от попадания атмосферных осадков и пыли. Не допускается кантование ваттметра.

Продолжение табл. 4

Наименование	Обозначение	Количество	Примечание
4. Ваттметр поглощаемой мощности М3-56. Техническое описание и инструкция по эксплуатации	1.401.039 ТО	1 экз.	
5. Ваттметр поглощаемой мощности М3-56. Формуляр	1.401.039 ФО	1 шт.	
6. Преобразователь измерительный калориметрический с комплектом:	4.681.465	1 шт.	
переход коаксиальный (Ø16×7/Ø7×3)	5.433.020	1 шт.	
переход коаксиальный (Ø10×4,34/Ø7×3)	5.433.021	1 шт.	
переход волноводно-коаксиальный (23×10/Ø7×3)	5.433.022	1 шт.	
переход волноводно-коаксиальный (16×8/Ø7×3)	5.433.023	1 шт.	
болт установочный	8.920.459—02	2 шт.	
болт	8.920.460—02	2 шт.	
гайка	8.930.366—01	4 шт.	
7. Ящик укладочный	4.161.051—04	1 шт.	

Примечание. В общепромышленном исполнении блок ваттметра измерительный упаковывается в коробку 6.876.113—13.

3.2. Для проверки ваттметра в метрологических органах выпускается комплект комбинированный 4.068.846, который поставляется для поверочных органов по требованию заказчика.

4. УСТРОЙСТВО И РАБОТА ВАТТМЕТРА И ЕГО СОСТАВНЫХ ЧАСТЕЙ

4.1. Принцип действия.

4.1.1. В основу работы ваттметра положен принцип преобразования СВЧ мощности в тепловой вид энергии и измерения образуемой на выходе измерительного преобразователя (далее — преобразователя) термоЭДС, которая пропорциональна подведенной к нему мощности СВЧ.

4.1.2. Основными блоками ваттметра являются преобразователь, в котором происходит преобразование СВЧ мощности, и блок ваттметра измерительный Я2М-66 с цифровым индикатором, прямопоказывающим величину измеряемой мощности в мВт и Вт.

4.1.3. Описание принципа действия измерительного блока приведено в в техническом описании 2.720.056 ТО.

4.1.4. Преобразование СВЧ мощности происходит непосредственно в согласованной СВЧ нагрузке преобразователя, а индикация степени нагрева нагрузки осуществляется с помощью пленочных термопар, вынесенных за пределы передающего тракта.

priborstandart.ru

12.4.9. Определение составляющей основной погрешности ваттметра, обусловленной нелинейной зависимостью его показаний от уровня измеряемой мощности производят по схеме рис. 9.

После подготовки приборов к измерениям на откалиброванный ваттметр подают мощность постоянного тока такого уровня, чтобы на нем установилось показание, численно равное или близкое к 2 Вт.

ВНИМАНИЕ! Плавная регулировка уровня мощности постоянного тока осуществляется с помощью магазина сопротивлений МСР-63. Во избежание перегрева магазина сопротивлений запрещается установка сопротивления более 0,2 Ом.

После того, как установятся показания испытуемого ваттметра, через 1,5—2 мин после подачи мощности измеряют:

напряжение на катушке Р321, U_1;

напряжение на входе измерительного преобразователя, U_2;

Одновременно отсчитывают показания на цифровом табло измерительного блока ваттметра, P_1.

Затем изменяют напряжение на выходе источника постоянного тока настолько, чтобы на табло измерительного блока установилось показание, близкое к 20 Вт.

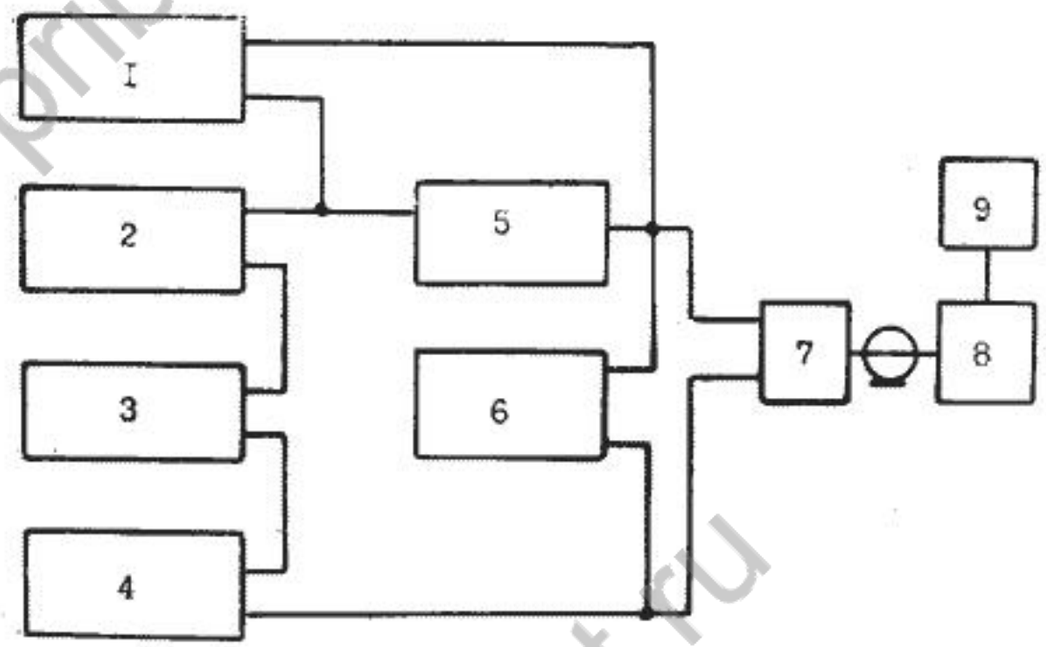


Рис. 9. Схема электрическая структурная для измерения нелинейности ваттметра

1, 6 — вольтметры постоянного тока В7-23;
2, 4 — источники постоянного тока Б5-8;
3 — магазин сопротивлений МСР-63;
5 — катушка электрического сопротивления Р321 (0,1 Ом);
7 — шнур соединительный 4.068.156 из комплекта комбинированного 4.068.846;
8 — преобразователь измерительный;
9 — блок ваттметра измерительный Я2М-66.

Калибратор мощности постоянного тока обеспечивает на нагрузке 50 Ом уровень мощности 800 мВт. Используется для самокалибровки ваттметров, работающих с преобразователями на средний и большой уровни мощности.

4.2.2. Органы управления и контроля

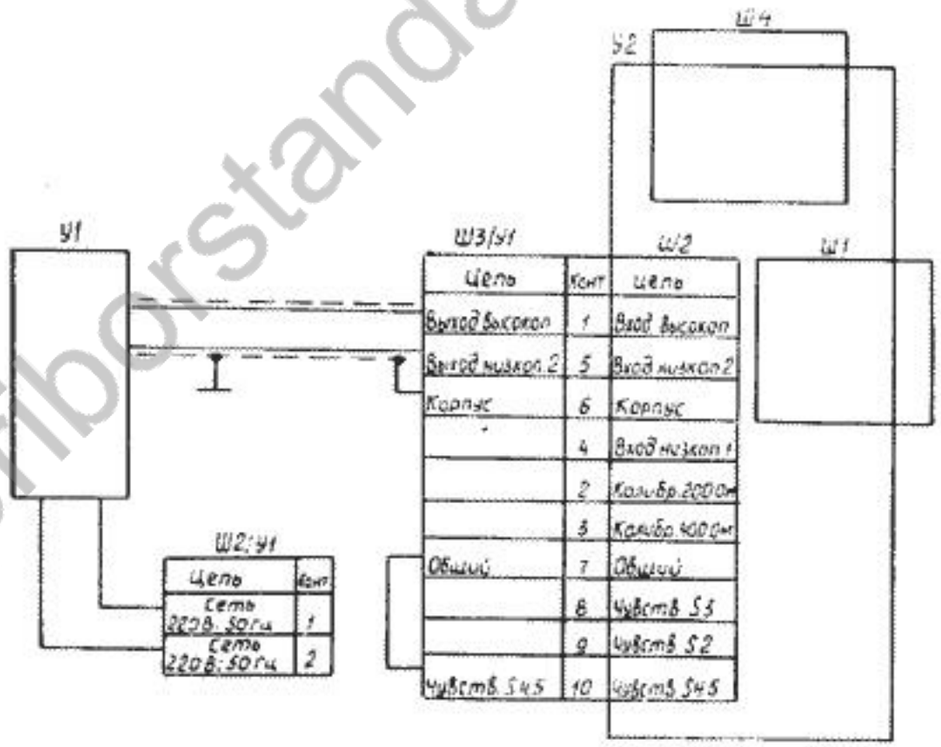
Управление работой ваттметра может осуществляться непосредственно вручную, полуавтоматически и дистанционно, для чего предусмотрены на передней и задней панелях измерительного блока соответствующие органы управления и присоединительные разъемы (рис. 3). Возле органов управления на панелях имеются надписи и условные обозначения. Ниже приводится перечень надписей, наименование и назначение органов управления:

1. СЕТЬ. Тумбер включения ваттметра.
2. ГРУБО ▶ 0 ◀ ТОЧНО. Потенциометры для грубой и точной установки нуля.
3. ▼. Потенциометр для регулировки усиления в процессе калибровки ваттметра.
4. ВХОД. Разъем для присоединения измерительного преобразователя.
5. РЕЖИМ РАБОТЫ. Переключатель для переключения режимов работы.
6. ▼ 800mW. Разъем СВЧ для присоединения коаксиальных калориметрических преобразователей среднего и большого уровня мощности при калибровке ваттметров.
7. Счетчик — регистрация времени наработки.
8. Радиатор транзистора.
9. 1А. Держатель вставки плавкой.
10. ЦИФРОВОЙ ВЫХОД ДИСТ. УПР. Разъем для включения в автоматизированную систему.

priborstandart.ru

Приложение 2

Схема электрическая соединений ваттметра М3-56



Позиц. обозначение	Наименование		Примечание
У1	Преобразователь измерительный калориметрический 4.681.465.	1	
У2	Блок ваттметра измерительный Я2М-65 2.720.056	1	

1. НАЗНАЧЕНИЕ

1.1. Ваттметр поглощаемой мощности М3-56 предназначен для измерения мощности синусоидальных СВЧ сигналов и среднего значения мощности импульсно-модулированных СВЧ сигналов в коаксиальном тракте Ø7×3 и волноводных трактах при использовании входящих в комплект переходов. Внешний вид ваттметра показан на рис. 1. Ваттметр состоит из измерительного блока, измерительного калориметрического преобразователя и четырех переходов.

1.2. Рабочие условия эксплуатации:

температура окружающей среды от 263 до 323 К (от минус 10 до плюс 50°С);

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

напряжение сети 220±22 В, частота 50±0,5 Гц;

атмосферное давление 60—106 кПа (460—800 мм рт. ст.).

1.3. Основные области применения: измерение выходной мощности измерительных генераторов и других источников СВЧ сигналов, поверка ваттметров классов 15 и 25, измерение затухания четырехполюсников, измерение уровня излучения с применением калиброванных антенн.

2. ТЕХНИЧЕСКИЕ ДАННЫЕ

2.1. При работе в коаксиальном тракте Ø7×3 ваттметр относится к классу 4/0,1 ГОСТ 8.401—80 в диапазоне частот от 0 до 12 ГГц и классу 6/0,1 ГОСТ 8.401—80 в диапазоне частот свыше 12 до 17,85 ГГц. Соответственно основная погрешность ваттметра без учета рассогласования не превышает значений:

$$\delta = \pm [4 + 0{,}1(\frac{P_к}{P_x} - 1)]\ \% \qquad (1)$$

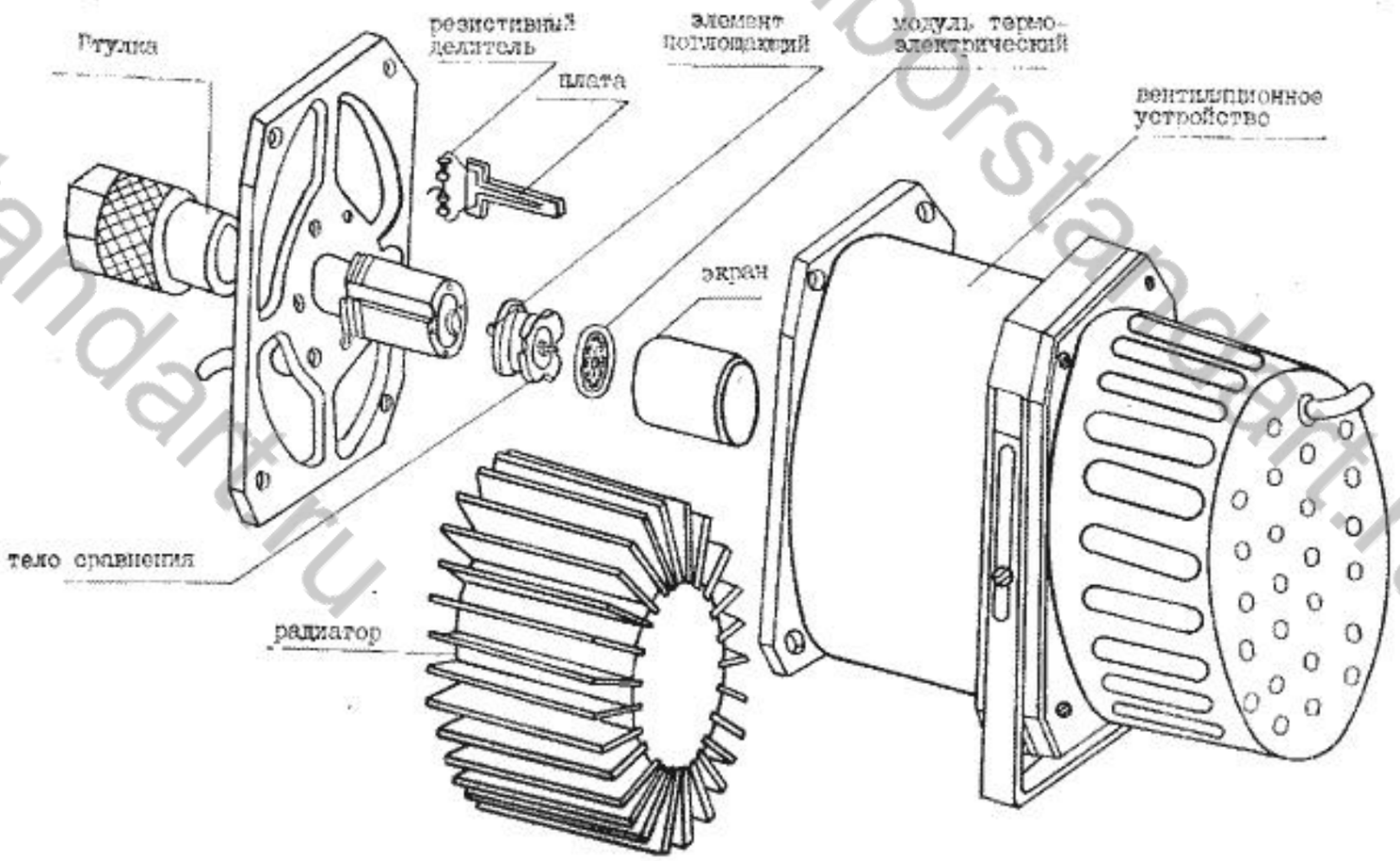
в диапазоне частот от 0 до 12 ГГц;

$$\delta = \pm [6 + 0{,}1(\frac{P_к}{P_x} - 1)]\ \% \qquad (2)$$

в диапазоне частот свыше 12 до 17,85 ГГц;

priborstandart.ru

Приложение 3



Основные элементы калориметрического преобразователя 4.681.465

priborstandart.ru

Приложение 4

Протоколы поверки метрологических параметров

ПРОТОКОЛ № 1

Определение коэффициента стоячей волны ($K_{ст}U$) измерительного преобразователя № _____

Технические данные: п. 2.8 (1.401.039 ТО)

Методика поверки: п. 12.4.5 (1.401.039 ТО)

Результаты измерений:

Поверяемые точки, ГГц	0,02	0,3	3	10	12	14	16	17,85
Нормируемое значение $K_{ст}U$	1,15	1,15	1,15	1,3	1,3	1,4	1,4	1,4
Измеренное значение $K_{ст}U$								

Коэффициент стоячей волны не превышает _____ в диапазоне частот от 0 до 3 ГГц; _____ в диапазоне частот от 3 до 12 ГГц; и в диапазоне частот от 12 до 17,85 ГГц _____

Измерения проводил:

ПРОТОКОЛ № 2

Определение коэффициента стоячей волны ($K_{ст}U$) измерительного преобразователя № _____ с переходами

Технические данные: п. 2.9 (1.401.039 ТО)

Методика поверки: п. 12.4.6 (1.401.039 ТО)

Результаты измерений:

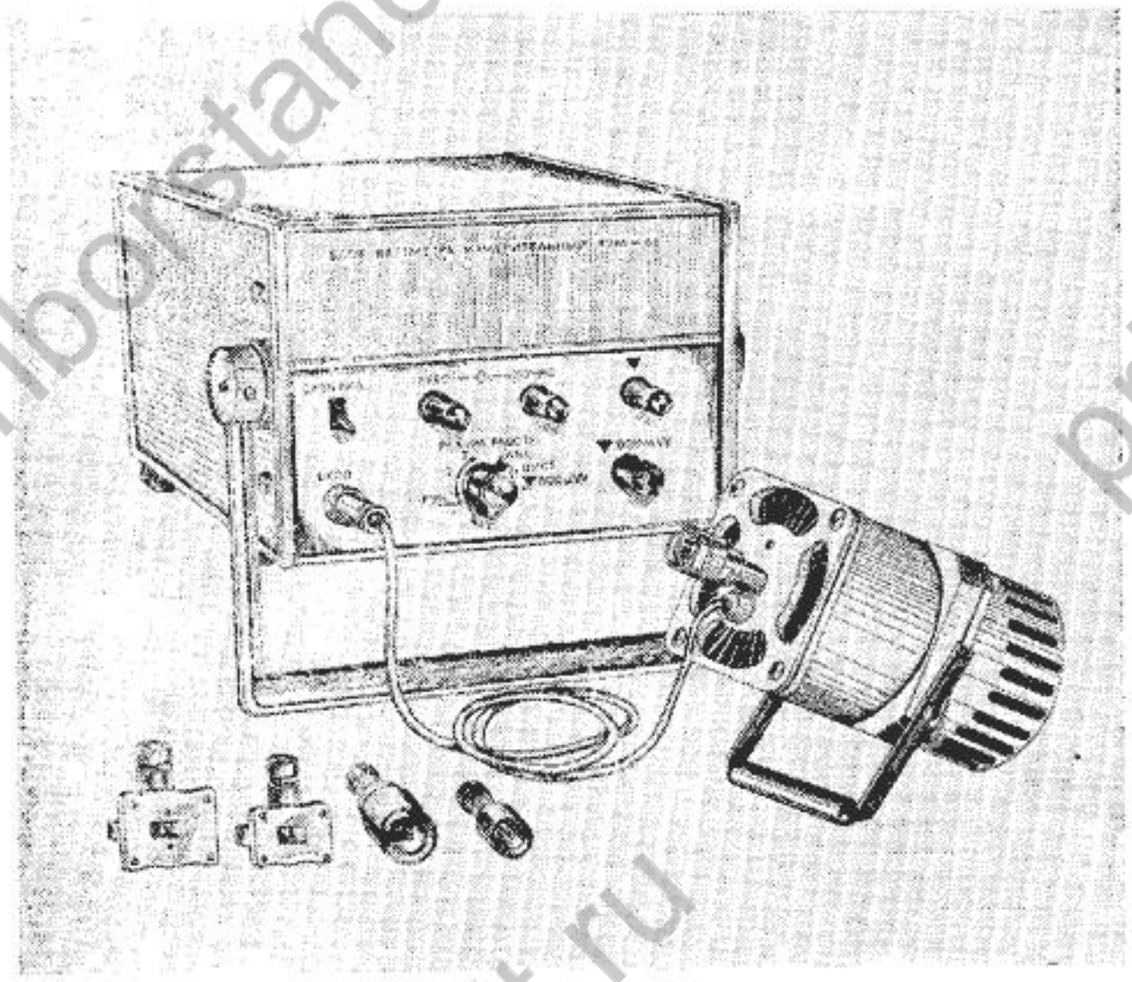


Рис. 1. Внешний вид ваттметра М3-56

priborstandart.ru

Поверяемые точки, ГГц	0,15	1	3	5,5	8,24	10	12,05	14	16,7
Преобразователь с переходом: 5.433.020 Нормируемое значение	1,35	1,35	1,35	—	—	—	—	—	—
Измеренное значение				—	—	—	—	—	—
5.433.021 Нормируемое значение	—	—	1,4	1,4	—	1,4	—	—	—
Измеренное значение	—	—			—		—	—	—
5.433.022 Нормируемое значение	—	—	—	—	1,6	1,6	1,6	—	—
Измеренное значение	—	—	—	—				—	—
5.433.023 Нормируемое значение	—	—	—	—	—	—	1,8	1,8	1,8
Измеренное значение	—	—	—	—	—	—			

Коэффициент стоячей волны измерительного преобразователя не превышает значений:

с переходом 5.433.020 _____

с переходом 5.433.021 _____

с переходом 5.433.022 _____

с переходом 5.433.023 _____

Измерения проводил:

priborstandart.ru

ПРОТОКОЛ № 3

Определение коэффициента эффективности измерительного преобразователя № _____

Технические данные: п. 2.10 (1.401.039 ТО)
Методика поверки: п. 12.4.8 (1.401.039 ТО)
Результаты поверки:

Поверяемые точки, ГГц	12,0	17,85
Нормированное значение $K_э$	0,98±0,03	0,95±0,04
Измеренное значение $K_э$		

Отклонение коэффициента эффективности измерительного преобразователя не превышает _____ в диапазоне частот от 0 до 12,0 ГГц и _____ в диапазоне частот свыше 12,0 до 17,85 ГГц.

Измерения проводил:

ПРОТОКОЛ № 4

Определение составляющей основной погрешности ваттметра, обусловленной нелинейной зависимостью показаний ваттметра от уровня измеряемой мощности; измерительный преобразователь № _____

Технические данные: п. 2.3 (1.401.039 ТО)
Методика поверки: п. 12.4.9 (1.401.039 ТО)
Нормируемое значение: ±1,8%
Измеренное значение:
Составляющая основной погрешности ваттметра, обусловленная нелинейной зависимостью показаний ваттметра от уровня измеряемой мощности не превышает _____

Измерения проводил:

СОДЕРЖАНИЕ

1. Назначение 7
2. Технические данные 7
3. Состав ваттметра 10
4. Устройство и работа ваттметра и его составных частей . . . 11
   4.1. Принцип действия 11
   4.2. Схема электрическая принципиальная измерительного блока Я2М-66 12
   4.2.1. Описание структурной схемы измерительного блока Я2М-66 12
   4.2.2. Органы управления и контроля 13
   4.3. Схема электрическая принципиальная измерительного преобразователя 15
   4.4. Схема электрическая соединений ваттметра 15
   4.5. Конструкция 15
   4.5.1. Конструкция измерительного блока Я2М-66 15
   4.5.2. Конструкция измерительного преобразователя 16
5. Маркирование и пломбирование 16
6. Общие указания по эксплуатации 17
7. Указания мер безопасности 17
8. Подготовка к работе 17
9. Порядок работы 18
   9.1. Подготовка к проведению измерений 18
   9.2. Проведение измерений 18
10. Характерные неисправности и методы их устранения 20
11. Техническое обслуживание 21
12. Указания по поверке 21
   12.2. Операции и средства поверки 22
   12.3. Условия поверки и подготовка к ней 26
   12.4. Проведение поверки 26
   12.5. Оформление результатов поверки 33
13. Правила хранения 34
14. Транспортирование 34
   14.1. Тара, упаковка и маркирование упаковки 34
Приложения 35

priborstandart.ru

где $P_к$ — конечное значение установленного предела измерений;
P_x — показание ваттметра.

2.2. При работе с переходами, входящими в комплект преобразователя, погрешность ваттметра не превышает значений, указанных в табл. 1.

Таблица 1

Тип перехода	Диапазон частот, ГГц	Основная погрешность, %
5.433.020 5.433.021	0—4 0—10	$\pm[5 + 0{,}1\,(\frac{P_к}{P_x} - 1)]$
5.433.022	8,24—12,05	$\pm[10 + 0{,}1\,(\frac{P_к}{P_x} - 1)]$
5.433.023	12,05—17,44	$\pm[15 + 0{,}1\,(\frac{P_к}{P_x} - 1)]$

2.3. Составляющая основной погрешности ваттметра, обусловленная нелинейной зависимостью его показаний от уровня измеряемой мощности не более ±1,8%.

2.4. Составляющая основной погрешности ваттметра, обусловленная калибровкой от встроенного калибратора, не более ±0,5%.

2.5. Диапазон частот при работе в коаксиальном тракте Ø7×3: 0—17,85 ГГц.

2.6. Пределы измерений мощности синусоидальных СВЧ сигналов и среднего значения мощности импульсно-модулированных сигналов при импульсной мощности до 1,5 кВт и длительности импульсов до 10 мкс: 10^{-2}—20 Вт. Конечные значения пределов: 0,3—3—20 Вт.

2.7. Волновое сопротивление 50 Ом (Ø7×3). Присоединительные размеры разъема измерительного преобразователя соответствует типу III ГОСТ 13317—73.

2.8. Коэффициент стоячей волны $(K_{ст}\ U)$ измерительного преобразователя не более:

1,15 в диапазоне частот 0—3 ГГц;

1,3 в диапазоне частот свыше 3 до 12 ГГц;

1,4 в диапазоне частот свыше 12 до 17,85 ГГц.

2.9. Коэффициент стоячей волны измерительного преобразователя с дополнительными переходами не более:

с переходом 5.433.020 в диапазоне частот 0—4 ГГц — 1,35

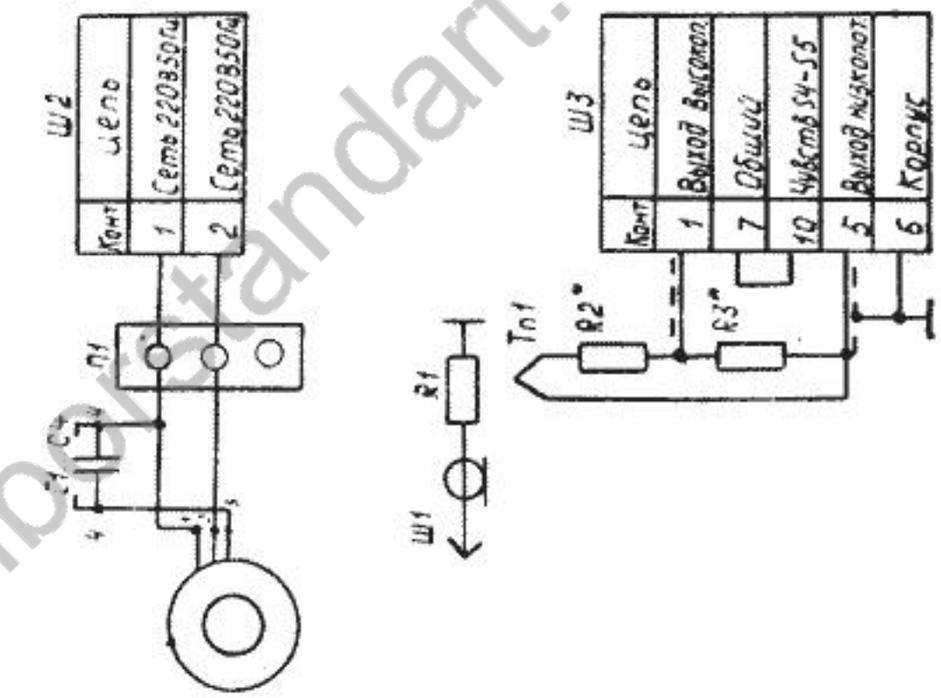
с переходом 5.433.021 в диапазоне частот 0—10 ГГц — 1,4

с переходом 5.433.022 в диапазоне частот 8,24—12,05 ГГц — 1,6

с переходом 5.43.023 в диапазоне частот 12,05—17,44 ГГц — 18

2.10. Коэффициент эффективности ($K_э$):

Схема электрическая принципиальная преобразователя измерительного калориметрического 4.681.465.



Поз. обозначение	Наименование		Примечание
R1	Элемент поглощающий 7.107.091	1	
R2*	Резистор ОМЛТ-0,125—2,2 кОм±5%	1	от 0 до 5,1 кОм
R3*	Резистор ОМЛТ-0,125—6,2 кОм±5%	1	от 3 до 15 кОм
C1...C4	Конденсатор К75—10—250—В—0,1 мкФ	4	
T1	Модуль термоэлектрический 7.107.121	1	
П1	Плата ПС—12—4	1	
Ш1	Вилка	1	Вход в 4.681.465
Ш2	Вилка двухполюсная ВД—1	1	
Ш3	Разетка РСТ—10 с кожухом	1	
M1	Электродвигатель типа УАД—12Ф	1	

* подбирают при регулировании.

priborstandart.ru

ПЕРЕЧЕНЬ ПРИЛОЖЕНИЙ

1. Схема электрическая принципиальная преобразователя измерительного калориметрического 4.681.465 37
2. Схема электрическая соединений ваттметра М3-56 38
3. Основные элементы калориметрического преобразователя 4.681.465 39
4. Протоколы поверки метрологических параметров 40

0,98±0,03 в диапазоне частот 0—12 ГГц;

0,95±0,04 в диапазоне частот свыше 12 до 17,85 ГГц.

2.11. Дополнительная температурная погрешность ваттметров, вызванная отклонением температуры окружающего воздуха от нормальной до любой температуры в пределах от минус 10 до плюс 50°С, не превышает 1% на 10°С.

2.12. Дополнительная погрешность в условиях повышенной влажности не превышает 2%.

2.13. Время установления показаний ваттметра не превышает 10 с.

2.14. Время сохранения калибровки ваттметра от встроенного калибратора мощности не менее 1 ч.

2.15. Нестабильность показаний ваттметра в установившемся режиме, включая «дрейф нуля», при неизменной температуре окружающего воздуха (в пределах ±1°С) в нормальных условиях не превышает 0,2 мВт/мин.

2.16. Ваттметр сохраняет технические характеристики после воздействия в течение 3 мин перегрузочной мощности, равной 24 Вт.

2.17. Время самопрогрева ваттметра 30 мин.

2.18. Питание: сеть переменного тока 220±22 В, частотой 50 Гц и содержанием гармоник до 5%.

2.19. Мощность, потребляемая от сети 50 Гц при нормальном напряжении, не более 35 ВА — для измерительного блока и 12 ВА — для измерительного преобразователя.

2.20. Нормальные условия эксплуатации и предельные условия транспортирования должны соответствовать данным, приведенным в табл. 2.

Таблица 2

Условия эксплуатации	Температура, К	Относительная влажность воздуха, %	Атмосферное давление, кПа	Параметры сети	
				Напряжение, В	Частота, Гц
Нормальные	293±5 К (20±5°С)	65±15 при температуре 293±5К (20±5°С)	100±4 (750±30 мм рт. ст.)	220±4,4	50±0,5
Предельные	Повышенная 338К (+65°С) Пониженная 223К (—50°С)	до 95% при температуре 303К (30°С)			

Ваттметр сохраняет свои технические характеристики в пределах норм, указанных в пунктах 2.1—2.22, в рабочих условиях эксплуатации (п. 1.2.), а также после пребывания в предельных условиях с последующей выдержкой в нормальных или рабочих условиях в течение 6 ч.

2.21. Ваттметр допускает непрерывную работу в рабочих условиях в течение 16 ч при сохранении своих технических характеристик.

priborstandart.ru
Priborstandart.ru