

11.7.9. После подачи мощности 100 мкВт ручкой КАЛИБР устанавливается стрелку микроамперметра на 0 дБ. Не отсоединяя компаратор (вентиль, аттенуатор) выключают источник СВЧ сигнала, а переключатель переводят в положение КАЛИБР. Потенциометром R36 (плата УП1) устанавливается стрелку микроамперметра на риску 0 дБ.

Если стрелка не устанавливается на 0 дБ, то необходимо подобрать положение перемычки, соединяющей отводы вторичной обмотки трансформатора Tr2, и в крайнем случае, подобрать резистор R28 в пределах 200—240 Ом.

11.7.10. Дважды повторить операции п. 11.7.9.

11.7.11. Провести операции п. 11.7.9 на нижней и верхней частотах диапазона.

11.7.12. Определить соответствие прибора п. 2.11 по методике п. 12.4.4.

В случае несоответствия погрешности требования п. 2.11 подбирать положение потенциометра R36 таким образом, чтобы на одном крае диапазона погрешность была положительной (отрицательной), а на другом — отрицательной (положительной).

После проведения ремонтных работ делается отметка в ПАСПОРТЕ на прибор (п. 15.4).

12. ПОВЕРКА ПРИБОРА

Настоящий раздел составлен в соответствии с требованиями ГОСТ 8.513—84 «Проверка средств измерений. Организация и порядок проведения» и устанавливает методы и средства проверки генераторов высокочастотных Г4-78 ÷ Г4-83. Переодичность проверки 1 раз в 12 месяцев.

393

12.1. Операция в средства поверки

12.1.1. При проведении поверки должны проводиться операции и применяться средства поверки, указанные в табл. 23.

Таблица 23

Номера пунктов раздела поверки	Наименование поверочных операций	Поверяемые отметки	Допускаемые значения погрешностей или предельные значения определяемых параметров	Средства поверки	
				образцовые	вспомогательные
12.3.1	Внешний осмотр				
12.3.2	Опробование				
12.4.1	Определение основной погрешности установки частоты сигнала	Крайние и три промежуточные частоты диапазона	$\pm 0,5\%$	ЧЗ-54 или ЧЗ-38 с блоками ЯЗЧ-43, ЯЗЧ-42, ЯЗЧ-87	
12.4.2	Определение нестабильности частоты сигнала	Нижняя частота диапазона	Согласно табл. 2		ЧЗ-54 или ЧЗ-38 с блоками ЯЗЧ-42, ЯЗЧ-43
12.4.3	Определение максимального уровня и пределов регулировки уровня сигнала на выходе	Во всем диапазоне Крайние частоты диапазона	Не менее 3 мВт Пределы регулировки не менее 50 дБ		МЗ-51 или МЗ-21А, ДК1-16 или ДК1-12, ДК1-5 с расширенным диапазоном или Д1-14, Д1-9, генераторы Г4-78 ÷ Г4-83
12.4.4	Определение погрешности установки опорного уровня сигнала	Крайние частоты	$\pm 0,8$ дБ для приборов Г4-78 ÷ Г4-82 $\pm 1,2$ дБ для прибора Г4-83	МЗ-51 или МЗ-22А с преобразователями М5-30, М5-31, М5-32 или В7-28 с преобразователем М5-78В	Переходы Э2-15 (Э2-29); Э2-115/2

12.1.2. При проведении поверки должны применяться средства поверки, указанные в табл. 24
Таблица 24

Наименование средств поверки	Основные используемые технические характеристики средств поверки		Рекомендуемое средство поверки (тип)	Примечание
	пределы измерений	погрешность		
Установка для поверки аттенуаторов	Диапазон 1—10,5 ГГц. Пределы 0—100 дБ относительно 10 ⁻³ Вт	±(0,1—0,7) дБ	ДК1-16, ДК1-12 или ДК1-5 с расширенным диапазоном частот, Д1-9 или Д1-14 С1-65А	
Осциллограф	0,1 мкс Полоса 0—10 МГц	±5%		
Генератор импульсов	Диапазон частот до 20 кГц. Диапазон длительностей до 500 мкс		Г5-50 или Г5-64 или Г5-54	
Усилитель широкополосный	Диапазон частот до 1 кГц		УЗ-29	
Ваттметр поглощаемой мощности	Пределы до 0,2 мВт	±1,6% ±3,5% K _{ст} U < 1,2	МЗ-22А или МЗ-51	Спецотбор
Измеритель поглощаемой мощности	1—10,5 ГГц Пределы до 10 мВт	±10%	МЗ-21А	
Термисторный преобразователь	Диапазон 1—3 ГГц 3—6 ГГц	K _{ст} U < 1,2 ±3,5% K _{ст} U < 1,2 ±3,5%	М5-30 М5-31	Спецотбор Спецотбор
Термисторный преобразователь	Диапазон 6—10,5 ГГц	K _{ст} U < 1,2 ±3,5%	М5-32	Спецотбор
Термоэлектрический преобразователь с коаксиальным переходом Э2-115/4 или без него	Диапазон 1,16—10,5 ГГц 8,51—12,6 ГГц 12,6—16,61 ГГц 16,65—25,86 ГГц	±0,5% ±0,1% ±0,1% ±0,2%	Г4-78+Г4-83 Г4-109 Г4-108 Г4-90	
Детекторная головка	Диапазон 1—10,5 ГГц	K _{ст} U < 1,2% ±3,5%	М5-78В	Спецотбор
Частотомер универсальный со сменными блоками	Диапазон частот 1—4,5 ГГц 4—10,5 ГГц	Постоянная времени 3·10 ⁻³ с ±0,1%	Из комплекта УЗ-29 ЧЗ-54 или ЧЗ-38, ЯЗЧ-42, ЯЗЧ-43, ЯЗЧ-87	
Детекторная головка без нагрузки	Диапазон 1—10,5 ГГц			Спец. или из комплекта УЗ-7А
Коаксиальные переходы	Диапазон 1—3 ГГц Диапазон 1—10,5 ГГц	K _{ст} U < 1,1	Э2-15, Э2-115/2, Э2-29	Спец.
Измерители K _{ст} U парамные или измерительные линии	Диапазон 1,16—2,14 ГГц, 2—4 ГГц, 4—10,5 ГГц; 0,5—3 ГГц, 2,5—10,5 ГГц	±10% ±10%	Р2-52/3, Р2-53/1, Р2-54/4; Р1-2 или Р1-17, Р1-3 или Р1-34	

Наименование средств поверки	Основные используемые технические характеристики средств поверки		Рекомендуемое средство поверки (тип)	Примечание
	пределы измерений	погрешность		
Вольтметр цифровой	Пределы измерений 100 мкВ-1 В	$\pm 0,5\%$	В7-28	Спец.
Микровольтметр фото-компенсационный	Пределы до 100 мкА		Ф116/1 или Ф136	
Стенд для проверки нестабильности мощности			СПНМ-1	

Примечания.

1. Детекторная головка должна быть отобрана по стабильности коэффициента преобразования методом сравнения выходных напряжений с отбираемой головки и термоэлектрического преобразователя М5-78.

2. Генераторы сигналов, используемые при испытаниях в качестве гетеродинов того же типа, что и испытуемые.

12.2. Условия поверки и подготовка к ней

- 12.2.1. При проведении операций поверки должны соблюдаться нормальные условия по ГОСТ 22261—94:
- температура окружающей среды (293 ± 5) К, $(20 \pm 5)^\circ\text{C}$;
 - относительная влажность воздуха $(65 \pm 15)\%$;
 - атмосферное давление (100 ± 4) кПа, (750 ± 30) мм рт. ст.;
 - напряжение сети $(220 \pm 4,4)$ В;
 - частота напряжения сети $(50 \pm 0,5)$ Гц, $(400 \pm_{12}^{28})$ Гц.
- 12.2.2. Прибор, представленный на поверку должен быть комплектован техническим описанием с инструкцией по эксплуатации и паспортом и ЗИП.
- 12.2.3. Перед проведением операций поверки необходимо выполнить подготовительные работы, оговоренные в разделах 6, 7, 8 технического описания.

12.3. Проведение поверки

- 12.3.1. Внешний осмотр.
При внешнем осмотре необходимо проверить:
- сохранность пломб;
 - комплектность согласно табл. 18;
 - отсутствие видимых механических повреждений, влияющих на точность показаний прибора;
 - наличие и прочность крепления органов управления, наличие вращения ручек органов настройки, наличие вставок индикаторных и т. п.;
 - чистоту гнезд соединителей и клемм.
- Приборы, имеющие дефекты, бракуются и направляются в ремонт.
- 12.3.2. Опробование прибора проводят согласно разделам 9.1.1; 9.1.2; 9.1.3. При обнаружении дефектов прибор бракуют.

12.4. Определение метрологических параметров

12.4.1. Определение основной погрешности установки частоты по шкале прибора. Погрешность установки частоты по шкале испытываемого прибора (п. 2.3) определяется с помощью частотомера ЧЗ-54 (ЧЗ-38) с блоком ДЗЧ-42 или ДЗЧ-43 (соответственно по диапазону прибора) на крайних и 3-х промежуточных частотах. Частотомер подключается к основному выходу прибора. Уровень мощности устанавливается равным $37-40$ дБ. Для обеспечения нормальной работы частотомера уровень мощности можно увеличивать на $3-4$ дБ. Каждую частоту измеряют дважды при подходе к значению измеряемой частоты со стороны больших и меньших ее значений.

Погрешность установки частоты (δf) в процентах вычисляется по формуле (6):

$$\delta_f = \frac{f_{\text{ном}} - f_{\text{изм}}}{f_{\text{изм}}} \cdot 100, \quad (6)$$

где $f_{\text{ном}}$ — номинальное значение частоты, отсчитываемое по шкале прибора;

$f_{\text{изм}}$ — значение частоты, измеренное частотомером.

За погрешность установки частоты принимают наибольшее значение из вычисленных по формуле (6) погрешностей.

Результаты проверки считаются удовлетворительными, если прибор удовлетворяет требованиям п. 2.3.

12.4.2. Нестабильность частоты приборов (п. 2.4) проверяют с помощью частотомера с соответствующим блоком при мощности калиброванного выхода, равной 37—40 дБ. После установки частоты прибор прогревается в течение времени, указанного в табл. 2, соответственно типу испытуемого генератора. После минимального времени прогрева (если указаны два значения) проводятся измерения частоты через каждые 5 минут. Выбирается произвольно 15-минутный интервал времени и выбираются 2 значения измеренной частоты при наибольшей их разности. Соответственные измерения проводят и для второго значения времени.

Нестабильность частоты определяется по формуле (7):

$$\delta_f = \frac{f_1 - f_2}{f_{\text{уст}}}, \quad (7)$$

где f_1 и f_2 — частоты, выбранные за 15-минутный интервал времени;

$f_{\text{уст}}$ — значение установленной частоты.

Далее прибор перестраивается на другую частоту и после 5 минут проводят измерение нестабильности.

Результаты измерений считаются удовлетворительными, если прибор соответствует требованиям п. 2.4.

12.4.3. Мощность с дополнительного разъема Выход mW (п. 2.10) проверяется прибором МЗ-21А или МЗ-51 во всем диапазоне частот испытуемого прибора. Калиброванный attenuator должен быть в положении 60 дБ. Измерение мощности проводится на конце кабеля, придаваемого к прибору с использованием коаксиального перехода Э2-115/2 (Э2-29). Пределы регулировки мощности измеряются прибором ДК1-12 (Д1-9, Д1-14, ДК1-5) на крайних частотах диапазона при изменении выходной мощности от максимального до минимального значений и определяется непосредственно по шкале калиброванного attenuatorа прибора ДК1-12 (ДК1-5, Д1-9, Д1-14).

Результаты испытаний считаются удовлетворительными, если прибор соответствует требованиям п. 2.10.

12.4.4. Определение погрешности установки опорного уровня мощности (п. 2.11) проводится на крайних частотах диапазона испытуемого прибора согласно схеме, рис. 19.

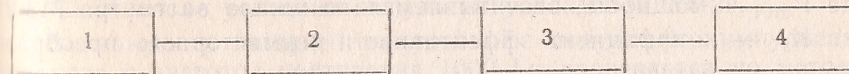


Рис. 19.

Схема структурная определения погрешности установки опорного значения мощности.

1 — проверяемый генератор; 2 — кабель соединительный калиброванный с переходом Э2-15 или Э2-29 (в случае использования термисторного преобразователя) или Э2-115/2 в случае использования приемного термоэлектрического преобразователя; 3 — преобразователь приемный термисторный М5-30 (с трансформатором согласования 75/50 Ом), М5-31 или М5-32 (в зависимости от диапазона) или преобразователь приемный термоэлектрический М5-78В; 4 — ваттметр поглощаемой мощности МЗ-22А (в случае использования термисторного преобразователя) или вольтметр В7-28 (в случае использования термоэлектрического преобразователя).

Примечание. Вместо ваттметра МЗ-22А с преобразователями М5-30, М5-31, М5-32 допускается использовать ваттметр МЗ-51.

Определение основной погрешности проводится в следующем порядке.

На конце калиброванного кабеля по встроенному индикатору мощности устанавливается опорный уровень — 40 дБ (100 мкВт). Затем высокочастотный кабель через коаксиальный переход подсоединяется к термоэлектрическому или термисторному преобразователю. Величина погрешности установки опорного уровня мощности в случае применения приемного термоэлектрического преобразователя подсчитывается по формуле (8):

$$\delta P = 10 \lg \frac{P_{\text{ном}} \cdot K_{\text{пр.свч}}}{E}, \quad (8)$$

где E — величина термо ЭДС, измеренная на выходе преобразователя;

$K_{\text{пр.свч}}$ — коэффициент преобразования на СВЧ. Если преобразователь аттестован по коэффициенту преобразования на низкой частоте ($K_{\text{пр.}}$) и коэффициенту эффективности ($K_{\text{э}}$), то $K_{\text{пр.свч}}$ подсчитывается по формуле (9):

$$K_{\text{пр.свч}} = K_{\text{пр.}} \cdot K_{\text{э}}, \quad (9)$$

$P_{\text{ном}}$ — нормированный уровень мощности 100 мкВт.

В случае применения термисторного преобразователя величина погрешности подсчитывается по формуле (10):

$$\delta P = 10 \lg \frac{P_{\text{ном}} \cdot K_3}{P_{\text{отсч}}}, \quad (10)$$

где $P_{\text{отсч}}$ — мощность, отсчитываемая по шкале ваттметра МЗ-22

K_3 — коэффициент эффективности термисторного преобразователя;

$P_{\text{ном}}$ — нормированный уровень мощности 100 мкВт.

Примечание. Если измерения проводятся на частотах, на которых преобразователь не аттестован, то коэффициент преобразования находят методом линейной интерполяции.

Результаты испытаний считаются удовлетворительными, если погрешность установки опорной мощности не превышает значений, указанных в таблице 7.

12.4.5. Основная погрешность установки ослабления аттенюатора (2.12; 2.13) проверяется установкой ДК1-12 (ДК1-5 с расширенным диапазоном частот или Д1-9, Д1-14 при ослаблении до 130 дБ). Измерения проводят на крайних частотах диапазона при подходе к устанавливаемому значению ослабления по шкале аттенюатора со стороны больших и меньших ослаблений.

Приборы подключают согласно методик на используемую установку.

С помощью встроенного индикатора мощности на конце кабеля устанавливается уровень — мощности — 40 дБ (100 мкВт). Замечается начальное показание шкалы аттенюатора. Дальнейшее ослабление сигнала проводится относительно замеченного показания. Для удобства измерений допускается устанавливать аттенюатор в положение (ближайшее к начальному), при котором показание его шкалы кратно единицам дБ.

Погрешность ослабления аттенюатора (ΔA) в дБ подсчитывается по формуле (11):

$$\Delta A = A_{\text{ном}} + \Delta A_{\text{п}} - A_{\text{изм}}, \quad (11)$$

где $A_{\text{ном}}$ — ослабление аттенюатора относительно начального уровня;

$A_{\text{изм}}$ — измеренное ослабление;

$\Delta A_{\text{п}}$ — поправка к показанию аттенюатора, взятая со своим знаком из паспорта на прибор.

Погрешность на участке 30—40 дБ проверяется относительно уровня 100 мкВт.

Результаты испытаний считаются удовлетворительными, если измеренная погрешность не превышает требований 2.12; 2.13.

12.4.6. Проверка прибора в режиме внутренней и внешней модуляции импульсами типа «меандр» (п. 2.18) проводится

любой частоте диапазона при положении аттенюатора, обеспечивающем необходимый размер изображения.

При внутренней модуляции переключатель рода работ должен находиться в положении П. Форма импульсов «меандр» определяется по экрану осциллографа. Частота следования протектированных импульсов определяется частотомером ЧЗ-38 или ЧЗ-54 после усиления импульсов усилителем УЗ-29.

Возможность внешней импульсной модуляции импульсами «меандр» с частотой повторения 1000 Гц проверяется по методике п. 12.4.7. На приборе Г5-50 или Г5-54 (Г5-64) устанавливается частота следования импульсов 1000 Гц при длительности 500 мкс. Амплитуда модулирующего импульса устанавливается по осциллографу. На экране осциллографа наблюдаются протектированные импульсы.

Результаты испытаний считаются удовлетворительными, если частота повторения импульсов находится в пределах 900—1100 Гц и асимметрия импульсов типа «меандр» не более 1,1 (при внутренней модуляции) и наблюдаются импульсы типа «меандр» при внешней модуляции.

12.4.7. Проверка прибора в режиме внешней амплитудно-импульсной модуляции (п. 2.19) проводится подачей на разъем ВНЕШ. МОД. импульсов положительной и отрицательной полярности длительностью от 0,1 до 200 мкс с генератора Г5-50 или Г5-54 (Г5-64). Амплитуда модулирующих импульсов и соответствие их требованиям п. 2.19 определяется с помощью осциллографа.

Определение параметров импульсов и искажений проводится визуальным методом с помощью осциллографа С1-65А и детекторной головки, нагруженной на сопротивление порядка 50—300 Ом (постоянная времени $\tau \leq 3 \cdot 10^{-8}$ с) при положении аттенюатора 30—40 дБ. Измерения проводят в следующей последовательности на средней и крайних частотах диапазона.

На экране осциллографа С1-65А регулировкой длительности импульса с генератора Г5-50 или Г5-54 (Г5-64) устанавливается высокочастотный импульс необходимой длительности. Определяется амплитуда в точке пересечения плоской части вершины с линией фронта ($A_{\text{п}}$) и в точке пересечения продолжения плоской части вершины с линией среза ($A_{\text{пс}}$), если плоская часть импульса явно выражена, то длительность модуляции импульса увеличивают. За линию фронта (среза) принимается касательная, проходящая через точку наибольшей крутизны фронта (среза). Под плоской частью вершины импульса понимается наибольшая по длительности часть ее, близкая к прямой и имеющая наименьший наклон к линии развертки, см. рис. 20.

Определяется длительность импульса (не менее чем при 3 значениях длительности импульса в участке наибольшей плотности флюктуации) на уровне 0,5 амплитуд A_n и A_{nc} . Определяется длительность фронта и среза в точках пересечений линий уровня 0,1 и 0,9 амплитуд A_n (A_{nc}) и линией фронта (среза) при длительностях импульса, равных $4\tau_{min}$. Определяется величина выброса V_m на вершине импульса по формуле (12) в процентах, при длительности ВЧ импульса 2 мкс;

$$V_m = \frac{V_m}{A_m} \cdot 100, \quad (12)$$

A_m — амплитуда импульса в точке действия выброса.

V_m — максимальная амплитуда выброса, отсчитываемая от амплитуды A_m .

Неравномерность вершины импульсов (δA) в процентах определяется по формуле (13) при максимальной длительности импульса:

$$\delta A = 2 \frac{A_n - A_{nc}}{A_n + A_{nc}} \cdot 100 \quad (13)$$

Выбросы (провалы) при определении неравномерности учитываются.

Определяется отличие длительности высокочастотного импульса от модулирующего в следующей последовательности. На экран осциллографа регулировкой длительности импульса с генераторов Г5-50 (Г5-64), Г5-54 устанавливается высокочастотный импульс длительностью 0,5 мкс. Отличие длительности высокочастотного импульса от модулирующего (Δ) в микросекундах с учетом поправки определяется по формуле (14):

$$\Delta = (\tau_m + \Delta\tau_n) - \tau_u, \quad (14)$$

где τ_m — длительность модулирующего импульса, определяемая по экрану осциллографа;

τ_u — длительность высокочастотного импульса;

$\Delta\tau_n$ — поправка к длительности ВЧ импульса в мкс, взятая из паспорта на прибор со своим знаком.

Определяется нестабильность длительности импульса ($\Delta\tau$) согласно рис. 21 по формуле (15) в мкс при длительности ВЧ импульса 0,5 мкс:

$$\Delta\tau = \tau_{u \max} - \tau_{u \min}, \quad (15)$$

где $\tau_{u \max}$ и $\tau_{u \min}$ — максимальная и минимальная длительности импульсов, определяемые на участке наибольшей плотности.

12.4.8. Коэффициент стоячей волны по напряжению (п. 2.16) определяется с помощью панорамных измерителей $K_{ст}U$ Р2-52/3, Р2-53/1, Р2-54/4 или измерительных линий Р1-2, Р1-3 (Р1-3А, Р1-17) на крайних частотах диапазона проверяемого генератора и частотах кратных 250 МГц (до 3 ГГц) и 500 МГц (после 3 ГГц).

Калиброванный кабель одним концом подсоединяется к разъему ВЫХОД генератора, другим — к измерителю $K_{ст}U$ при выключенном приборе и положении шкалы аттенюатора —40 дБ.

Результаты испытаний считаются удовлетворительными, если величина $K_{ст}U$ не превышает требований п. 2.16.

12.4.9. Проверка нестабильности опорного уровня мощности проводят по схеме, рис. 22.

Определяют полярность источника Е. Для этого микроамперметр 4 установить на наименьшую чувствительность, подать на детекторную головку мощность 10^{-3} — 10^{-4} Вт и заметить направление отклонения стрелки.

Выключают генератор и включают тумблер К. Стрелка микроамперметра должна отклониться в противоположную сторону. Если стрелка отклоняется в ту же сторону, что и при подаче сигнала, то меняют полярность включения источника Е.

Далее генератор включают, аттенюатором прибора и резисторами R1, R2 устанавливают нулевое показание микроамперметра. Затем устанавливают такой номинал шкалы, чтобы отклонению стрелки на всю шкалу соответствовало изменение мощности на 0,2—0,4 дБ. После этого резисторами R1, R2 устанавливают стрелку микроамперметра на середину шкалы. После времени установления рабочего режима непрерывно отмечают показания прибора в течение любого 15-минутного интервала времени.

Величину нестабильности выходной мощности (δP) в дБ вычисляют по формуле (17):

$$\delta P = \alpha (n_1 - n_2), \quad (17)$$

где n_1 — максимальное показание прибора 4;

n_2 — минимальное показание прибора 4;

α — коэффициент пропорциональности.

Коэффициент α определяется с помощью внутреннего или внешнего аттенюатора.

Изменяя величину ослабления на β дБ, фиксируют изменение показания Δn прибора 4. Величину β выбирают из максимально возможного отклонения стрелки прибора 4, при этом, для получения правильного значения величины β необходимо исключить механический люфт системы.

Величина α вычисляется по формуле (18):

$$\alpha = \frac{\beta}{\Delta n} \quad (18)$$

Аналогично проводят проверку нестабильности после перестройки на другую частоту и выдержке прибора в течение 5 минут.

При измерении обратить внимание на жесткость крепления детекторной головки и соединительных кабелей.