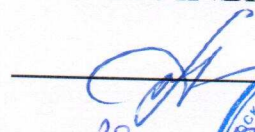


УТВЕРЖДАЮ
Первый заместитель генерального ди-
ректора – заместитель по научной работе
ФГУП «ВНИИФТРИ»


« 20 » _____
А.Н. Щегунов
М.п. _____
2013 г.



Инструкция

Преобразователи измерительные термисторные 478А, 8478В

Методика поверки

г.п. Менделеево
2013 г.

1 Общие сведения

1.1 Настоящая методика поверки распространяется на преобразователи измерительные термисторные 478А, 8478В (далее – преобразователи измерительные) и устанавливает порядок и объем их первичной и периодической поверок.

1.2 Интервал между поверками - 1 год.

2 Операции поверки

2.1 При поверке преобразователей измерительных выполнить работы в объеме, указанном в таблице 1.

Таблица 1

Наименование операции	Номер пункта методики поверки	Проведение операции при	
		первичной поверке (после ремонта)	периодической поверке
1 Внешний осмотр	8.1	да	да
2 Опробование	8.2	да	да
3 Определение КСВН входа	8.3	да	да
4 Определение относительной погрешности коэффициента калибровки	8.4	да	да

2.2 При получении отрицательных результатов при выполнении любой из операций поверка прекращается и прибор бракуется.

3 Средства поверки

3.1 При проведении поверки использовать средства измерений и вспомогательное оборудование, представленные в таблице 2.

Таблица 2

№ пунктов методики поверки	Наименование рабочих эталонов или вспомогательных средств поверки; номер документа регламентирующего технические требования к рабочим эталонам или вспомогательным средствам; разряд по государственной поверочной схеме и (или) метрологические и основные технические характеристики средства поверки
8.3	Анализатор электрических цепей векторный Е5071С с опциями 280 или 480, 2К5 или 4К5 (рег. № 45992-10): диапазон рабочих частот от 9 кГц до 20 ГГц, пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений модуля коэффициента отражения в диапазоне частот от 9 кГц до 10 МГц $\pm (0,004 + 0,015 \cdot \Gamma)$, в диапазоне частот от 10 МГц до 2 ГГц $\pm (0,006 + 0,016 \cdot \Gamma)$, в диапазоне частот от 2 до 6 ГГц $\pm (0,032 \Gamma + 0,013)$, в диапазоне частот от 6 до 20 ГГц $\pm (0,613 \Gamma + 0,017)$, где Γ – измеренное значение модуля коэффициента отражения, где Γ – измеренное значение модуля коэффициента отражения;

8.3	Набор мер коэффициентов передачи и отражения 85054В (рег. № 53566-13): пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений глубины погружения контакта соединителей вилка и розетка $\pm 0,00127$ мм, пределы допускаемых значений погрешности воспроизведения глубины погружения контакта $\pm 0,0762$ мм, пределы допускаемой погрешности определения действительных значений модуля коэффициента отражения от $\pm 0,8$ до $\pm 1,4$ %, пределы допускаемой погрешности определения фазы коэффициента отражения от $0,5$ до $1,5^\circ$, пределы допускаемой погрешности определения коэффициента передачи от $\pm 0,03$ до $\pm 0,1$ дБ, пределы допускаемой погрешности определения фазы коэффициента передачи от $\pm 0,3$ до $\pm 2^\circ$
8.4	Ваттметр поглощаемой мощности МЗ-54, с погрешностью аттестации по коэффициенту калибровки (коэффициенту эффективности) не более 0,7 -1,5 %;
8.4	Генератор сигналов E8257D с опцией 520 (рег. № 36797-08): диапазон частот от 250 кГц до 20 ГГц, пределы допускаемой относительной погрешности частоты опорного генератора (за 1 год): $\pm 3 \cdot 10^{-8}$, шаг установки частоты 0,001 Гц, пределы установки мощности выходного сигнала от минус 135 до 12 дБ исх. 1 мВт, пределы абсолютной погрешности установки мощности выходного сигнала ± 1 дБ при мощностях выходного сигнала более минус 70 дБ исх. 1 мВт
8.4	Генератор сигналов произвольной формы 33250А (рег. № 26209-08): диапазон рабочих частот от 1 мкГц до 80 МГц, диапазон установки размаха напряжения выходного сигнала на нагрузке 50 Ом от 10 мВ до 10 В, пределы допускаемой абсолютной погрешности установки размаха напряжения $\pm (0,01 \cdot U_P + 1 \text{ мВ})$, пределы допускаемой относительной погрешности установки частоты выходного сигнала $\pm 1 \cdot 10^{-6}$
8.2, 8.4	Блок измерительный ваттметра термисторного N432А
8.4	Делитель мощности 11667А: рабочий диапазон частот от 0 до 18 ГГц, вносимое ослабление 7 дБ, пределы допускаемой погрешности деления входного сигнала не более $\pm 0,25$ дБ, для преобразователей измерительных N1921А и N1923А
8.5	Источник питания постоянного тока 6614С (рег. № 39237-08), диапазон устанавливаемых напряжений постоянного тока на выходе до 100 В, пределы допускаемой погрешности установки выходного напряжения $\pm (0,0005 \cdot U_{уст} + 50 \text{ мВ})$, где $U_{уст}$ – устанавливаемое значение напряжения
8.5	Мультиметр цифровой 34410А (рег. № 43805-11), диапазон измерений постоянного напряжения до 1 кВ, пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений напряжения постоянного тока $\pm (0,00005 \cdot U_{и} + 0,000035 \cdot U_{п})$ в диапазоне измеряемых значений напряжения до 100 мВ, $\pm (0,000035 \cdot U_{и} + 0,000007 \cdot U_{п})$ в диапазоне измеряемых значений напряжения до 1 В, $\pm (0,00003 \cdot U_{и} + 0,000005 \cdot U_{п})$ в диапазоне измеряемых значений напряжения до 10 В, $\pm (0,00004 \cdot U_{и} + 0,000006 \cdot U_{п})$ в диапазоне измеряемых значений напряжения до 1000 В, где $U_{и}$ – измеренное значение, $U_{п}$ – предел измерений, диапазон измерений сопротивления постоянному току до 1000 МОм, пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений сопротивления постоянному току $\pm (0,0001 \cdot R_{и} + 0,00004 \cdot R_{п})$ в диапазоне значений до 100 Ом, $\pm (0,00012 \cdot R_{и} + 0,00001 \cdot R_{п})$ в диапазоне значений до 1 МОм, где $R_{и}$ – результат измерений, $R_{п}$ – предел измерений
8.4	Вольтметр переменного тока ВЗ-63 (рег. № 10908-87): диапазон частот от 10 Гц до 1,5 ГГц, диапазон измерений среднеквадратического значения напряжения от 10 мВ до 100 В, пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений $\pm (0,05 - 2)\%$

3.2 Допускается использование других средств измерений и вспомогательного оборудования, имеющих метрологические и технические характеристики не хуже характеристик приборов, приведенных в таблице 2.

3.3 Применяемые средства поверки должны быть утвержденного типа, исправны и иметь действующие свидетельства о поверке (отметки в формулярах или паспортах).

4 Требования к квалификации поверителей

К проведению поверки преобразователей измерительных допускается инженерно-технический персонал со среднетехническим или высшим образованием, ознакомленный с руководством по эксплуатации (РЭ) и документацией по поверке, допущенный к работе с электроустановками и имеющие право на поверку (аттестованными в качестве поверителей).

5 Требования безопасности

5.1 При проведении поверки должны быть соблюдены требования безопасности в соответствии с ГОСТ 12.3.019-80.

5.2 К работе с преобразователями измерительными допускаются лица, изучившие требования безопасности по ГОСТ 22261-94, ГОСТ Р 51350-99, инструкцию по правилам и мерам безопасности и прошедшие инструктаж на рабочем месте.

5.3 При проведении поверки необходимо принять меры защиты от статического напряжения, использовать антистатические заземленные браслеты и заземленную оснастку. Запрещается проведение измерений при отсутствии или неисправности антистатических защитных устройств.

6 Условия поверки

Поверку проводить при следующих условиях:

- | | |
|---------------------------------------|----------------|
| - температура окружающего воздуха, °С | 23 ± 5*; |
| - относительная влажность воздуха, % | от 5 до 70; |
| - атмосферное давление, мм рт. ст. | от 626 до 795; |
| - напряжение питания, В | от 100 до 250; |
| - частота, Гц | от 50 до 60. |

*температура выбирается в соответствии с руководствами по эксплуатации средств поверки. Все средства измерений, используемые при поверке преобразователей измерительных, должны работать в нормальных условиях эксплуатации.

7 Подготовка к поверке

Перед проведением поверки необходимо выполнить следующие подготовительные работы:

- выполнить операции, оговоренные в документации изготовителя на поверяемый преобразователь измерительный по его подготовке к работе;
- выполнить операции, оговоренные в РЭ на применяемые средства поверки по их подготовке к измерениям;
- осуществить прогрев приборов для установления их рабочих режимов.

8 Проведение поверки

8.1 Внешний осмотр

8.1.1 При проведении внешнего осмотра проверить:

- соответствие измерительных преобразователей требованиям эксплуатационной документации изготовителя;

- отсутствие механических повреждений и ослабления элементов конструкции, четкость фиксации их положения, четкость обозначений, количество, чистоту и исправность разъема, наличие и целостность печатей и пломб;

- соответствие присоединительных размеров коаксиального соединителя входа преобразователя измерительного размерам N-типа согласно ГОСТ 13317-89 с использованием комплекта для измерений соединителей коаксиальных из состава набора мер коэффициентов передачи и отражения 85054В.

8.1.2 Результаты внешнего осмотра считать положительными, если внешний вид преобразователя измерительного соответствует перечисленным в п. 8.1.1 требованиям.

8.2 Опробование

8.2.1 Подключить преобразователь измерительный к блоку измерительному ваттметра термисторного.

8.2.2 Провести установку нуля преобразователя измерительного согласно РЭ блока измерительного.

8.2.3 Включить сигнал калибратора блока измерительного согласно РЭ блока измерительного.

8.2.4 Измерить мощность сигнала калибратора при помощи преобразователя измерительного.

8.2.5 Результаты проверки работоспособности считать положительными, если при подключении преобразователя измерительного отсутствуют сообщения о неисправности, установка нуля преобразователя измерительного проведена успешно (отсутствуют сообщения о неисправности), измеренное значение мощности сигнала калибратора находится в пределах от 0,95 до 1,05 мВт.

8.3 Определение КСВН входа

8.3.1 Измерения КСВН входа преобразователей в диапазоне рабочих частот (за исключением измерений на частоте 50 МГц для преобразователей с опциями 478А-Н73, 478А-Н75, 478А-Н76, 478А-Н83, 478А-Н93, 8478В-Н01) проводить в следующей последовательности:

8.3.1.1 Подключить преобразователь к блоку измерительному ваттметра термисторного N432А и подготовить его к работе при номинальном значении сопротивления термистора согласно РЭ блока измерительного и преобразователя измерительного.

8.3.1.2 Провести калибровку анализатора цепей векторного в диапазоне рабочих частот преобразователя измерительного термисторного.

8.3.1.3 Перевести анализатор в режим измерений КСВН согласно РЭ анализатора.

8.3.1.4 Провести измерения КСВН входа преобразователя измерительного.

8.3.1.5 Результаты поверки считать положительными, если измеренные значения не превышают указанных в таблице 3.

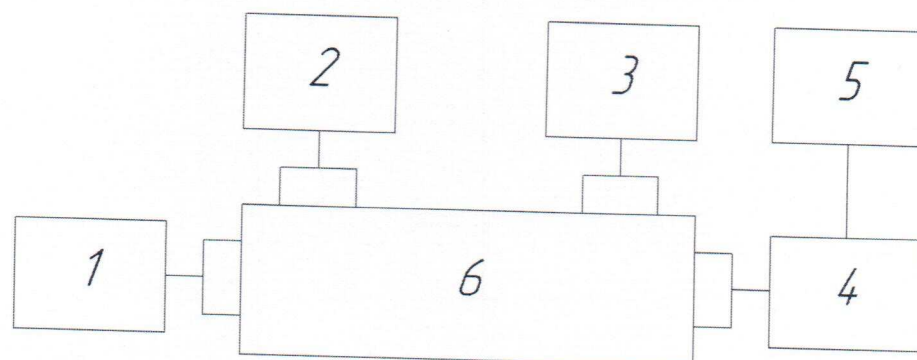
Таблица 3

Тип и наименование опции	Диапазон частот	КСВН, не более
478А	от 10 до 25 МГц	1,75
	от 25 МГц до 7 ГГц	1,3
	от 7 до 10 ГГц	1,5
478А-Н13	300 кГц	1,8
	1 ГГц	1,3
478А-Н55	от 1 МГц до 1 ГГц	1,3
478А-Н63	300 кГц	1,8
	1 ГГц	1,3
478А-Н72	от 1 МГц до 1 ГГц	1,2
478А-Н73	от 1 до 100 МГц	1,1
	50 МГц	1,05

478A-H75	от 1 МГц до 1 ГГц 50 МГц	1,3 1,05
478A-H76	от 1 МГц до 1 ГГц 50 МГц	1,3 1,05
478A-H83	от 1 МГц до 1 ГГц 50 МГц	1,3 1,05
478A-H93	от 1 МГц до 1 ГГц 50 МГц	1,3 1,05
8478В	от 10 до 30 МГц от 30 до 100 МГц от 100 МГц до 1 ГГц от 1 до 12,4 ГГц от 12,4 до 18 ГГц	1,75 1,35 1,1 1,35 1,6
8478В-Н01	50 МГц	1,05

8.3.2 Измерения КСВН на частоте 50 МГц для преобразователей измерительных с опциями 478A-H73, 478A-H75, 478A-H76, 478A-H83, 478A-H93, 8478В-Н01 проводить в следующей последовательности:

8.3.2.1 Собрать измерительную схему, как показано на рисунке 1.



- 1 – генератор сигналов
- 2 – измеритель мощности (ваттметр поглощаемой мощности) с блоком измерительным Е4418В и преобразователем измерительным 8481D
- 3 – измеритель мощности (ваттметр поглощаемой мощности) с блоком измерительным Е4418В и преобразователем измерительным 8481А
- 4 – поверяемый преобразователь измерительный
- 5 – блок измерительный ваттметра термисторного
- 6 – направленный ответвитель 775D

Рисунок 1 – Схема измерений КСВН на частоте 50 МГц

Ваттметр поглощаемой мощности (2) подключить в плечо направленного ответвителя, предназначенное для измерений мощности сигнала, отраженной от входа испытываемого преобразователя измерительного, ваттметр поглощаемой мощности (3) подключить в плечо ответвителя, предназначенное для измерений мощности сигнала, падающей на вход преобразователя измерительного.

8.3.2.2 Вместо поверяемого преобразователя измерительного присоединить согласованную нагрузку из состава набора мер коэффициентов передачи и отражения 85054В.

8.3.2.3 Установить параметры сигнала согласно РЭ генератора: частота сигнала – 50 МГц, мощность сигнала – 10 мВт. Включить сигнал генератора.

8.3.2.4 Измерить значение отраженной от нагрузки мощности P_{20} при помощи ваттметра (2).

8.3.2.5 Заменить согласованную нагрузку на поверяемый преобразователь.

8.3.2.6 Измерить мощность сигнала P_1 , поданного ко входу испытываемого преобразователя.

зователя, при помощи ваттметра (3) и мощность отраженного от входа преобразователя сигнала P2 при помощи ваттметра (2).

8.3.2.7 Рассчитать коэффициент отражения входа преобразователя по формуле (1):

$$\Gamma = \sqrt{\frac{P1}{P2 - P2_0}}. \quad (1)$$

8.3.2.8 Рассчитать значение КСВН по формуле (2):

$$КСВН = \frac{1 + \Gamma}{1 - \Gamma}. \quad (2)$$

8.3.2.9 Результаты поверки считать положительными, если измеренное значение КСВН входа преобразователей измерительных с опциями 478А-Н73, 478А-Н75, 478А-Н76, 478А-Н83, 478А-Н93, 8478В-Н01 на частоте 50 МГц не превышает значений, указанных в таблице 3.

8.4 Определение относительной погрешности коэффициента калибровки

8.4.1 Провести калибровку анализатора цепей векторного в диапазоне частот от 0,01 до 10 ГГц при испытаниях преобразователя измерительного 478А и в диапазоне частот от 0,01 до 18 ГГц при испытаниях преобразователя измерительного 8478В с использованием набора мер коэффициентов передачи и отражения 85054В согласно РЭ анализатора.

8.4.2 Перевести анализатор в режим измерений КСВН согласно РЭ анализатора.

8.4.3 Провести измерения КСВН входа преобразователя измерительного.

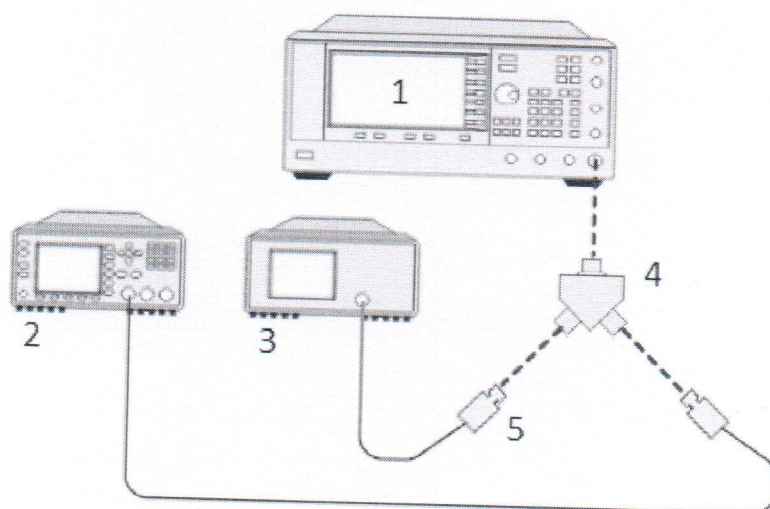
8.4.4 Результаты испытаний считать удовлетворительными, если измеренные значения не превышают указанных в таблице 4.

Таблица 4

Тип и наименование опции	Диапазон частот	КСВН, не более
478А	от 10 до 25 МГц	1,75
	от 25 МГц до 7 ГГц	1,3
	от 7 до 10 ГГц	1,5
478А-Н13	300 кГц	1,8
	1 ГГц	1,3
478А-Н55	от 1 МГц до 1 ГГц	1,3
478А-Н63	300 кГц	1,8
	1 ГГц	1,3
478А-Н72	от 1 МГц до 1 ГГц	1,2
478А-Н73	от 1 до 100 МГц	1,1
	50 МГц	1,05
478А-Н75	от 1 МГц до 1 ГГц	1,3
	50 МГц	1,05
478А-Н76	от 1 МГц до 1 ГГц	1,3
	50 МГц	1,05
478А-Н83	от 1 МГц до 1 ГГц	1,3
	50 МГц	1,05
478А-Н93	от 1 МГц до 1 ГГц	1,3
	50 МГц	1,05
8478В	от 10 до 30 МГц	1,75
	от 30 до 100 МГц	1,35
	от 100 МГц до 1 ГГц	1,1
	от 1 до 12,4 ГГц	1,35
	от 12,4 до 18 ГГц	1,6
8478В-Н01	50 МГц	1,05

8.5 Определение относительной погрешности коэффициента калибровки

8.5.1 Определение относительной погрешности коэффициента калибровки на частоте 10 МГц проводить по схеме, приведенной на рисунке 2, в следующей последовательности:



- 1 – генератор сигналов 8257D,
 2 – блок измерительный ваттметра термисторного,
 3 – вольтметр переменного тока ВЗ-63,
 4 – делитель мощности 11667А,
 5 – испытываемый преобразователь измерительный.

Рисунок 2 - Схема определения относительной погрешности коэффициента калибровки на частоте 10 МГц

8.5.1.1 Установить частоту сигнала генератора 10 МГц, мощность сигнала – 1 мВт.

8.5.1.2 Установить единицы измерений мощности преобразователем измерительным – Ватт.

8.5.1.3 Измерить мощность сигнала P_{10} при помощи преобразователя измерительного.

8.5.1.4 Рассчитать входное сопротивление преобразователя измерительного по формулам (3):

$$R_{H1} = 50 \text{ Ом} \cdot K_{CTU}, \quad R_{H2} = 50 \text{ Ом} / K_{CTU} \quad (3)$$

где K_{CTU} – измеренное значение КСВН входа преобразователя измерительного на частоте 10 МГц (см. п. 4.5)

8.5.1.5 Измерить напряжение V_{10} при помощи вольтметра.

8.5.1.6 Отсоединить от делителя мощности испытываемый преобразователь измерительный и вольтметр переменного тока и присоединить снова, поменяв их местами.

8.5.1.7 Аналогично измерить значение мощности P_{20} и напряжения V_{20} .

8.5.1.8 Вычислить значение мощности P , измеренной преобразователем измерительным, по формуле (4):

$$P = \frac{P_{10} + P_{20}}{2} \quad (4)$$

8.5.1.9 Вычислить значение напряжения V , измеренного вольтметром, по формуле (5):

$$V = \frac{V_{10} + V_{20}}{2} \quad (5)$$

8.5.1.10 Рассчитать значение мощности сигнала по формулам (6):

$$P_1 = V^2 / R_{H1}, P_2 = V^2 / R_{H2}. \quad (6)$$

8.5.1.11 Рассчитать относительную погрешность коэффициента калибровки по формулам (7). В качестве значения относительной погрешности коэффициента калибровки δ выбрать наименьшее из значений δ_1 и δ_2 .

$$\delta_1 = \frac{P - P_1}{P_1}, \delta_2 = \frac{P - P_2}{P_2}, \quad (7)$$

8.5.1.12 При проведении измерений не менее трех раз выполнить следующие действия: ослабить гайку коаксиального соединителя преобразователя измерительного, повернуть корпус преобразователя измерительного вокруг оси (коаксиального соединителя) примерно на 120° , затянуть гайку коаксиального соединителя.

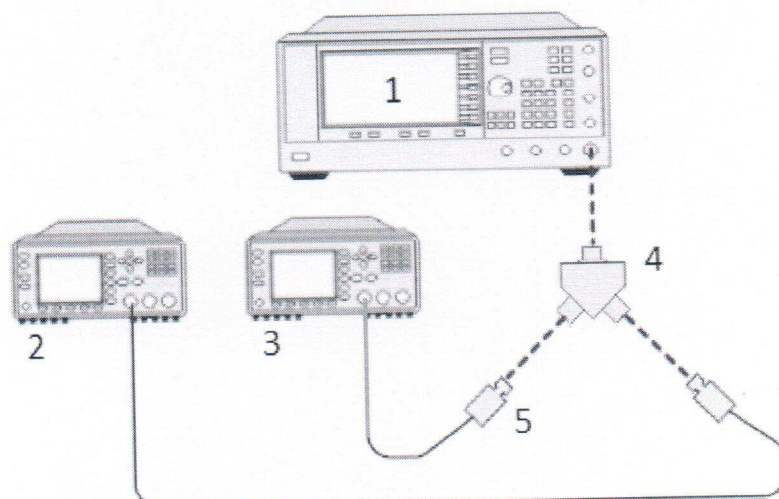
8.5.1.13 Результаты испытаний по п. 8.5.1 считать положительными, если результаты измерений относительной погрешности коэффициента калибровки находятся в пределах, указанных в таблице 5.

Таблица 5

Частота	Пределы допускаемой относительной погрешности коэффициента калибровки, %	
	478A	8478B
10 МГц	$\pm 2,0$	-
100 МГц	$\pm 2,0$	-
1 ГГц	$\pm 3,0$	-
2 ГГц	$\pm 2,0$	$\pm 2,60$
3 ГГц	$\pm 2,2$	$\pm 2,60$
4 ГГц	$\pm 2,2$	$\pm 2,70$
5 ГГц	$\pm 2,2$	$\pm 2,70$
6 ГГц	$\pm 2,2$	$\pm 2,70$
7 ГГц	$\pm 2,6$	$\pm 2,70$
8 ГГц	$\pm 2,5$	$\pm 3,10$
9 ГГц	$\pm 2,6$	$\pm 3,30$
10 ГГц	$\pm 3,0$	$\pm 3,40$
11 ГГц	-	$\pm 3,60$
12 ГГц	-	$\pm 3,70$
13 ГГц	-	$\pm 3,70$
14 ГГц	-	$\pm 4,00$
15 ГГц	-	$\pm 4,00$
16 ГГц	-	$\pm 4,40$
17 ГГц	-	$\pm 5,20$
18 ГГц	-	$\pm 5,10$

8.5.2 Определение относительной погрешности коэффициента калибровки в диапазоне частот от 50 МГц проводить в следующей последовательности:

8.5.2.1 Определение относительной погрешности коэффициента калибровки проводить по схеме, приведенной на рисунке 3.



- 1 – генератор сигналов,
 2 – ваттметр поглощаемой мощности (с преобразователем измерительным), аттестованный в качестве рабочего эталона,
 3 – блок измерительный ваттметра термисторного,
 4 – делитель мощности 11667А.,
 5 – испытываемый преобразователь измерительный.
- Рисунок 3 – Схема определения относительной погрешности коэффициента калибровки

В зависимости от диапазона частот в качестве генератора сигналов использовать E8257D или 33250A.

8.5.2.2 Установить частоту сигнала генератора E8257D равной 50 МГц согласно РЭ. Установить мощность сигнала на выходе делителя мощности 1 мВт (0 дБ исх. 1 мВт) (значения мощности контролировать при помощи ваттметра, аттестованного в качестве рабочего эталона).

8.5.2.3 Измерить мощности сигналов на выходах делителя P₁ при помощи испытываемого измерительного преобразователя и P₁^{эт} при помощи рабочего эталона поглощаемой мощности. Измерения провести не менее трех раз. Результаты измерений занести в таблицу 5.

Таблица 5

Частота сигнала	P ₁				P ₁ ^{эт}				P ₂				P ₂ ^{эт}			
	1	2	...		1	2	...		1	2	...		1	2	...	
50 МГц																
100 МГц																
1 ГГц																
2 ГГц																
3 ГГц																
4 ГГц																
5 ГГц																
6 ГГц																
7 ГГц																
8 ГГц																
9 ГГц																
10 ГГц																
11 ГГц																
12 ГГц																
13 ГГц																
14 ГГц																

[illegible]

8.5.2.4 Отсоединить испытываемый и эталонный преобразователи измерительные от делителя мощности и подключить снова, поменяв местами.

8.5.2.5 Измерить значение мощности сигналов на выходах делителя P_2 при помощи испытываемого преобразователя измерительного согласно РЭ блока измерительного и P_2^{27} при помощи рабочего эталона поглощаемой мощности, количество измерений должно соответствовать п. 8.5.2.3. Результаты измерений занести в таблицу 5.

8.5.2.6 Повторить измерения по п. 8.5.2 для указанных в таблице 5 частот, для преобразователей измерительных 478А измерения проводить на частотах до 10 ГГц включительно, для преобразователей измерительных 8478В – до 18 ГГц включительно. Результаты измерений занести в таблицу 5.

8.5.2.7 Рассчитать коэффициент калибровки испытываемого преобразователя измерительного K_i^f по формуле (8) на всех частотах, приведенных в таблице 5:

$$K_i^f = \frac{P_1 + P_2}{P_1^{3m} + P_2^{3m}}. \quad (8)$$

8.5.2.8 Рассчитать случайную составляющую погрешности измерений мощности $\Delta_{\text{сл}}^f$ по формуле (9) на всех частотах, приведенных в таблице 5:

$$\Delta_{cl}^f = \frac{(K_i^f)_{\max} - (K_i^f)_{\min}}{\frac{1}{N} \sum_{i=1}^N K_i^f} \cdot \mu_N, \quad (9)$$

где N – количество измерений мощности на одной частоте,

на одной частоте,

μ_N — коэффициент, зависящий от числа наблюдений (см. таблицу 6).

Таблица 6

Число измерений N	3	4	5	6	8	10	15	25
μ_N	1,0	0,73	0,58	0,48	0,37	0,31	0,22	0,18

8.5.2.9 Рассчитать коэффициент калибровки преобразователя измерительного K^f по формуле (10) на всех частотах, указанных в таблице 4:

$$K^f = \frac{1}{N} \sum_i^N K_i^f. \quad (10)$$

8.5.2.10 Рассчитать составляющую погрешности измерений коэффициента калибровки за счет погрешности измерений КСВН Δ_2^f по формуле (11) на всех частотах, указанных в таблице 4:

$$\Delta_2^f = \delta_{KCBH} \cdot \frac{KCBH^f - 1}{KCBH^f + 1}, \quad (11)$$

где $\delta_{\text{КСВН}}$ — относительная погрешность измерений КСВН преобразователя измерительного,

те. КСВН^f – значение КСВН преобразователя измерительного на рассматриваемой частоте.

8.5.2.11 Рассчитать погрешность измерений мощности за счет рассогласования Δ_r^f по формуле (12) для всех частот, указанных в таблице 4:

$$\Delta_P^f = 2 \cdot \left| \frac{КСВН^f - 1}{КСВН^f + 1} \right| \cdot \left| \frac{КСВН_{дел}^f - 1}{КСВН_{дел}^f + 1} \right|, \quad (12)$$

где $КСВН_{дел}^f$ – значение КСВН делителя мощности на рассматриваемой частоте.

8.5.2.12 Рассчитать погрешность определения коэффициента калибровки Δ^f по формуле (13) для всех частот, указанных в таблице 4:

$$\Delta^f = \sqrt{(\Delta_1^f)^2 + (\Delta_2^f)^2 + (\Delta_{сл}^f)^2} + \gamma \Delta_P^f, \quad (13)$$

где Δ_1^f – относительная погрешность измерений мощности эталонного ваттметра, γ – коэффициент, зависящий от соотношения составляющих погрешности (см. таблицу 7).

Таблица 7

$\frac{3\Delta_P^f}{\sqrt{(\Delta_1^f)^2 + (\Delta_2^f)^2 + (\Delta_{сл}^f)^2}}$	0	0,5	1	2	3	4	8	20	∞
γ	0	0,17	0,46	0,67	0,76	0,78	0,88	0,96	1,0

8.5.2.13 Рассчитать значения границ доверительного интервала коэффициента калибровки по формуле (14):

$$\Delta_{ди}^f = \pm(K^f + \Delta^f), \quad (14)$$

где K^f – коэффициент калибровки преобразователя измерительного, Δ^f – погрешность определения коэффициента калибровки.

8.5.3 Провести измерения по п. 8.5 на всех частотах, приведенных в таблице 8.

Таблица 8

Частота	Тип преобразователя измерительного	
	478А	8478В
10 МГц	+	-
50 МГц	+	-
100 МГц	+	-
1 ГГц	+	-
2 ГГц	+	+
3 ГГц	+	+
4 ГГц	+	+
5 ГГц	+	+
6 ГГц	+	+
7 ГГц	+	+
8 ГГц	+	+
9 ГГц	+	+
10 ГГц	+	+
11 ГГц	-	+
12 ГГц	-	+
13 ГГц	-	+
14 ГГц	-	+
15 ГГц	-	+
16 ГГц	-	+
17 ГГц	-	+
18 ГГц	-	+

8.5.4 Результаты испытаний считать положительными, если значения погрешности определения коэффициента калибровки находятся в допустимых пределах, приведенных в