

УТВЕРЖДАЮ
Первый заместитель
генерального директора –
заместитель по научной работе

ФГУП «ВНИИФТРИ»



А.Н. Щипунов

2014 г.

М.п.

Инструкция

Преобразователи измерительные Е9321А, Е9322А, Е9323А, Е9325А, Е9326А, Е9327А

Методика поверки
651-13-65 МП

г.п. Менделеево
2014 г.

1 Общие сведения

1.1 Настоящая методика поверки распространяется на преобразователи измерительные Е9321А, Е9322А, Е9323А, Е9325А, Е9326А, Е9327А (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
5 Определение нелинейности амплитудной характеристики в диапазоне измерений мощности	8.5	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 цепей векторный Е5071С с опцией 2К5 (рег. № 45992-10): диапазон рабочих частот от 0,3 МГц до 20 ГГц, пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений модуля коэффициента отражения в диапазоне частот до $2 \text{ ГГц} \pm (0,008 + 0,018 \cdot \Gamma)$, в диапазоне частот до $6 \text{ ГГц} \pm (0,013 + 0,032 \cdot \Gamma)$, в диапазоне частот до $20 \text{ ГГц} \pm (0,017 + 0,613 \cdot \Gamma)$, где $ \Gamma $ - измеряемый модуль коэффициента отражения
8.3	Переход коаксиальный измерительный с соединителя типа IX (тракт 3,5 мм), (розетка) на соединитель N-типа (розетка)

№ 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
8.1, 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 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°, 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 ± 2 °
8.4	Ваттметр поглощаемой мощности М3-54 (рег. № 7058-79), с преобразователями измерительными аттестованными в качестве рабочего эталона в диапазоне частот от 0 до 18 ГГц с погрешностью аттестации по коэффициенту калибровки не более 2 %
8.4, 8.5	Генератор сигналов Е8257Д с опцией 520 (рег. № 53941-13): 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 19 дБ исх. 1 мВт, пределы абсолютной погрешности установки мощности выходного сигнала $\pm 0,8$ дБ при мощностях выходного сигнала более 16 дБ исх. 1 мВт
8.2, 8.4, 8.5	Блок измерительный ваттметра поглощаемой мощности Е4417А
8.5	Аттенюатор 8496В (рег. № 37204-08): диапазон частот от 0,001 до 17,44 ГГц, диапазон установки ослабления от 0 до 110 дБ, погрешность установки ослабления не более $\pm 1,5$ дБ
8.4, 8.5	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

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 заземлённую оснастку. Запрещается проведение измерений при отсутствии или неисправности антистатических защитных устройств.

6 Условия поверки

Поверку проводить при следующих условиях:

- температура окружающего воздуха, °C	$23 \pm 5^*$;
- 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, использующиеся 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, указанным в ГОСТ 13317-89 с использованием комплекта устройств для определения геометрических размеров коаксиальных соединителей из состава наборов мер 85054В для соединителей N-типа.

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 Опробование преобразователей измерительных Е9321А (или Е9322А, или Е9323А, или Е9325А, или Е9326А или Е9327А) проводить в следующей последовательности:

8.2.1.1 Подключить преобразователь измерительный Е9321А (или Е9322А, или Е9323А, или Е9325А, или Е9326А или Е9327А) к измерительному каналу А блока измерительного ваттметра поглощаемой мощности Е4417А.

8.2.1.2 Перевести преобразователь измерительный в режим работы «Усреднение» согласно РЭ преобразователя измерительного.

8.2.1.3 Провести установку нуля преобразователя измерительного, для этого на передней панели блока измерительного ваттметра поглощаемой мощности Е4417А нажать

клавишу «Zero/Cal», далее функциональную клавишу «Zero A».

8.2.1.4 Подключить преобразователь измерительный к выходу «Power Ref output» блока измерительного ваттметра поглощаемой мощности Е4417А.

8.2.1.5 Провести калибровку преобразователя, для этого последовательно нажать клавиши «Cal» и «Cal A» блока измерительного ваттметра поглощаемой мощности Е4417А.

8.2.1.6 Прогреть средства измерений в течение 1 часа.

8.2.1.7 Выполнить п. 8.2.1.3.

8.2.1.8 Снять показания блока измерительного ваттметра поглощаемой мощности Е4417А.

8.2.1.9 Перевести преобразователь измерительный в режим работы «Нормальный» согласно РЭ преобразователя измерительного и повторить операции по пп. 8.2.1.3 – 8.2.1.8.

8.2.2 Результаты опробования считать положительными, если при подключении преобразователя измерительного отсутствуют сообщения о неисправности, установка нуля, калибровка и установка режимов работы преобразователя измерительного проведены успешно (отсутствуют сообщения о неисправности) и показания блока измерительного соответствуют значениям, указанным в таблице 3.

Таблица 3

Тип преобразователя измерительного	Показания блока измерительного ваттметра
В режиме работы «Усреднение»	
E9321A, E9325A	$0 \pm 0,17$ нВт
E9322A, E9326A	$0 \pm 0,5$ нВт
E9323A, E9327A	$0 \pm 0,6$ нВт
В режиме работы «Нормальный»	
E9321A, E9325A	0 ± 5 нВт
E9322A, E9326A	0 ± 19 нВт
E9323A, E9327A	0 ± 60 нВт

8.3 Определение коэффициента стоячей волны по напряжению (КСВН) входа

8.3.1 Провести калибровку анализатора цепей векторного¹⁾ с использованием набора мер коэффициентов передачи и отражения 85054В согласно РЭ анализатора в диапазоне частот от 0,05 до 18 ГГц для преобразователей измерительных Е9325А (или Е9326А, или Е9327А) или в диапазоне частот от 0,05 до 6 ГГц для преобразователей измерительных Е9321А (или Е9322А, или Е9323А).

8.3.2 Перевести анализатор в режим измерений коэффициента стоячей волны по напряжению согласно РЭ анализатора.

8.3.3 Провести измерения КСВН входа преобразователя измерительного.

8.3.4 Результаты поверки считать удовлетворительными, если измеренные значения не превышают указанных в таблице 4.

Таблица 4

Тип преобразователя измерительного	Диапазон частот	КСВН входа, не более
E9321А, E9325А	от 50 МГц до 2 ГГц	1,12
	от 2 до 10 ГГц	1,16
	от 10 до 16 ГГц	1,23
	от 16 до 18 ГГц	1,28

¹⁾ При подключении анализатора цепей векторного использовать переход коаксиальный измерительный с соединителя типа IX (тракт 3,5 мм), (розетка) на соединитель N-типа (розетка)

Тип преобразователя измерительного	Диапазон частот	КСВН входа, не более
E9322A, E9326A	от 50 МГц до 2 ГГц	1,12
	от 2 до 12 ГГц	1,18
	от 12 до 16 ГГц	1,21
	от 16 до 18 ГГц	1,27
E9323A, E9327A	от 50 МГц до 2 ГГц	1,14
	от 2 до 16 ГГц	1,22
	от 16 до 18 ГГц	1,26

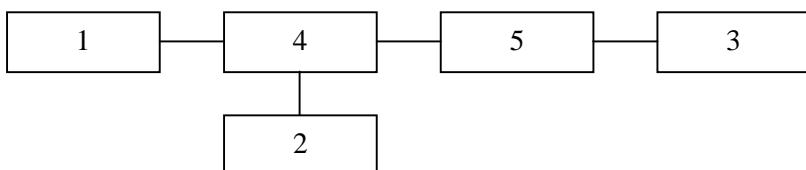
8.4 Определение относительной погрешности коэффициента калибровки

8.4.1 Подключить преобразователь измерительный E9321A (или E9322A, или E9323A, или E9325A, или E9326A или E9327A) к блоку измерительному ваттметра поглощаемой мощности E4417A.

8.4.2 Провести установку нуля и калибровку преобразователя измерительного согласно РЭ блока измерительного.

8.4.3 Установить на блоке измерительном частоту измеряемого сигнала 50 МГц согласно РЭ блока измерительного.

8.4.4 Определение относительной погрешности коэффициента калибровки проводить по схеме, приведенной на рисунке 1.



1 – генератор сигналов E8257D,

2 – ваттметр поглощаемой мощности, аттестованный в качестве рабочего эталона¹⁾,

3 – блок измерительный ваттметра поглощаемой мощности E4417A,

4 – делитель мощности¹⁾,

5 – поверяемый преобразователь измерительный.

Рисунок 1 – Схема определения относительной погрешности коэффициента калибровки

8.4.5 На генераторе сигналов E8257D установить частоту сигнала 50 МГц. Установить мощность сигнала на выходе делителя мощности минус 11 дБ исх. 1 мВт, (значение мощности контролировать при помощи ваттметра, аттестованного в качестве рабочего эталона).

8.4.6 Измерить мощности сигналов на выходах делителя P_1 при помощи поверяемого измерительного преобразователя и $P_1^{\text{эт}}$ при помощи рабочего эталона поглощаемой мощности. Результаты измерений занести в таблицу 5.

Таблица 5

Частота сигнала	P_1	$P_1^{\text{эт}}$	P_2	$P_2^{\text{эт}}$	Относительная погрешность коэффициента калибровки δ	Пределы допускаемой относительной погрешности
50 МГц						опорное значение
100 МГц						$\pm 1,8 \%$
300 МГц						$\pm 1,8 \%$
500 МГц						$\pm 1,8 \%$

¹⁾ Вместо образцового преобразователя мощности и аттестованного делителя мощности допускается использовать калибратор мощности

Частота сигнала	P_1	$P_1^{\text{эт}}$	P_2	$P_2^{\text{эт}}$	Относительная погрешность коэффициента калибровки δ	Пределы допускаемой относительной погрешности
800 МГц						$\pm 1,8 \%$
1,0 ГГц						$\pm 2,1 \%$
1,2 ГГц						$\pm 2,1 \%$
1,5 ГГц						$\pm 2,1 \%$
2,0 ГГц						$\pm 2,1 \%$
3,0 ГГц						$\pm 2,1 \%$
4,0 ГГц						$\pm 2,1 \%$
5,0 ГГц						$\pm 2,1 \%$
6,0 ГГц						$\pm 2,1 \%$
7,0 ГГц						$\pm 2,3 \%$
8,0 ГГц						$\pm 2,3 \%$
9,0 ГГц						$\pm 2,3 \%$
10,0 ГГц						$\pm 2,3 \%$
11,0 ГГц						$\pm 2,3 \%$
12,0 ГГц						$\pm 2,3 \%$
12,4 ГГц						$\pm 2,3 \%$
13,0 ГГц						$\pm 2,3 \%$
14,0 ГГц						$\pm 2,3 \%$
15,0 ГГц						$\pm 2,5 \%$
16,0 ГГц						$\pm 2,5 \%$
17,0 ГГц						$\pm 2,5 \%$
18,0 ГГц						$\pm 2,5 \%$

8.4.7 Отсоединить поверяемый и эталонный преобразователи измерительные от делителя мощности и подключить снова, поменяв их местами.

8.4.8 Измерить значение мощности сигналов на выходах делителя при помощи поверяемого преобразователя измерительного согласно РЭ блока измерительного P_2 и $P_2^{\text{эт}}$ при помощи рабочего эталона поглощаемой мощности. Результаты измерений занести в таблицу 5.

8.4.9 Повторить измерения по п.п. 8.4.3 – 8.4.8 для указанных в таблице 5 частот, для преобразователей измерительных Е9321А, или Е9322А или Е9323А измерения проводить на частотах до 6 ГГц включительно, для преобразователей измерительных Е9325А, или Е9326А или Е9327А измерения проводить на частотах до 18 ГГц включительно.

8.4.10 Рассчитать относительную погрешность коэффициента калибровки по формуле (1):

$$\delta, \% \quad (1)$$

8.4.11 Результаты поверки считать удовлетворительными, если рассчитанные значения относительной погрешности коэффициента калибровки находятся в указанных в таблице 5 пределах.

8.5 Определение нелинейности амплитудной характеристики в диапазоне измерений мощности

8.5.1 Определение нелинейности амплитудной характеристики в диапазоне измерений мощности преобразователей последовательности:

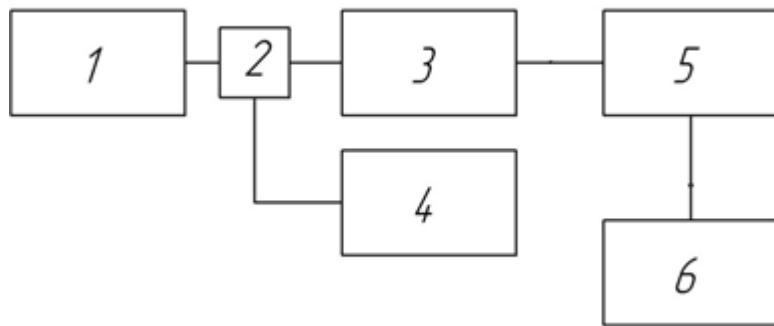
8.5.1.1 Прогреть СИ в течение 1 часа.

8.5.1.2 Подключить преобразователь измерительный к блоку измерительному ваттметра поглощаемой мощности Е4417А.

8.5.1.3 Провести установку нуля и калибровку преобразователя измерительного согласно РЭ блока измерительного.

8.5.1.4 Перевести преобразователь измерительный в режим работы «Усреднение» согласно РЭ преобразователя измерительного.

8.5.1.5 Собрать схему, представленную на рисунке 2.



1 – генератор сигналов,

2 – делитель мощности,

3 – комплект аттенюаторов ступенчатых,

4 – ваттметр поглощаемой мощности,

5 – преобразователь измерительный,

6 – блок измерительный ваттметра поглощаемой мощности Е4417А.

Рисунок 2 – Схема определения нелинейности амплитудной характеристики в диапазоне измерений мощности

8.5.1.6 Установить частоту сигнала генератора 50 МГц.

8.5.1.7 Установить ослабление аттенюатора коаксиального ступенчатого $A_0=0$ дБ.

8.5.1.8 Установить по ваттметру поглощаемой мощности мощность сигнала на выходе аттенюатора 1 мВт.

8.5.1.9 Измерить мощность сигнала на втором выходе делителя при помощи ваттметра поглощаемой мощности. Рассчитать поправочный коэффициент K показаний ваттметра как разность измеренного значения и 1 мВт.

8.5.1.10 Поддерживая мощность на выходе делителя постоянной с учетом поправочного коэффициента, измерить мощность сигнала на выходе аттенюатора при помощи преобразователя измерительного P и на выходе делителя при помощи ваттметра поглощаемой мощности $P_{\text{эм}} = P' - K$, где P' - измеренное ваттметром значение.

8.5.1.11 Рассчитать относительную погрешность нелинейности амплитудной характеристики d по формуле (2):

$$d = \frac{P - (1 \text{ мВт} \cdot 10^{0,1(P_{\text{эм}} - R)})}{1 \text{ мВт} \cdot 10^{0,1(P_{\text{эм}} - R)}} \cdot 100, \% \quad (2)$$

где P - результат измерений мощности преобразователем измерительным, Вт,

$P_{\text{эм}}$ - контролируемое ваттметром поглощаемой мощности значение мощности на выходе делителя мощности, дБ исх. 1 мВт,

R - значение разностного ослабления аттенюатора, дБ.

8.5.1.12 Изменяя мощность сигнала генератора и ослабление аттенюатора провести измерения по пп. 8.5.1.6 – 8.5.1.11 не менее, чем в пяти точках каждого поддиапазона

измеряемых значений мощности на входе преобразователя включая края диапазона. Диапазоны измеряемых преобразователями значений мощности указаны в таблице 6.

Таблица 6

Тип преобразователя измерительного	Диапазон измеряемых значений мощности, дБ исх. 1 мВт	Допустимые границы нелинейности амплитудной характеристики в диапазоне измерений мощности, %
в режиме работы «Усреднение»		
E9321A (или E9325A)	от минус 65 до 20	± 3,7
E9322A (или E9326A)	от минус 60 до 20	± 3,7
E9323A (или E9327A)	от минус 60 до 20	± 3,7
в режиме работы «Нормальный»		
E9321A (или E9325A)	от минус 50 до 20	± 4,2
E9322A (или E9326A)	от минус 45 до 20	± 4,2
E9323A (или E9327A)	от минус 40 до 20	± 4,2

8.5.1.13 Перевести преобразователь измерительный в режим работы «Нормальный» согласно РЭ преобразователя измерительного.

8.5.1.14 Повторить измерения по пп. 8.5.1.6 – 8.5.1.12.

8.5.2 Результаты поверки по п. 8.5 считать положительными, если значения относительной нелинейности амплитудной характеристики находятся в допустимых границах указанных в таблице 6.

9 Оформление результатов поверки

9.1 При положительных результатах поверки на преобразователь измерительный выдается свидетельство установленной формы.

9.2 На оборотной стороне свидетельства о поверке записываются результаты поверки.

9.3 В случае отрицательных результатов поверки поверяемый преобразователь измерительный к дальнейшему применению не допускается, на него выдается извещение о непригодности к дальнейшей эксплуатации с указанием причин забракования.

Начальник отдела № 86

В.Л.Воронов