

СОГЛАСОВАНО

Заместитель Главного метролога

АО «ПриСТ»



А. Е. Бреев

«20» июня 2025 г.

«ГСИ. СМЕСИТЕЛЬ ВОЛНОВОДНЫЙ М1970V.
МЕТОДИКА ПОВЕРКИ»

МП-ПР-17-2025

Москва
2025

1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Настоящая методика распространяется на смеситель волноводный М1970V (далее по тексту – смеситель) инвентарный номер КЕУ1970001 и устанавливает методы и средства его поверки.

Прослеживаемость при поверке смесителя обеспечивается в соответствии со следующими государственными поверочными схемами:

- государственной поверочной схемой, утвержденной приказом Росстандарта от 30.12.2019 г. № 3461, к Государственному первичному эталону единицы мощности электромагнитных колебаний в волноводных и коаксиальных трактах диапазоне частот от 0,03 до 37,50 ГГц – ГЭТ 26-2010;

- государственной поверочной схемой, утвержденной приказом Росстандарта от 26.09.2022 г. № 2360, к Государственному первичному эталону единиц времени, частоты и национальной шкалы времени – ГЭТ 1-2022.

В результате поверки должны быть подтверждены следующие метрологические требования, приведенные в Приложении А.

Для обеспечения реализации методики поверки при определении метрологических характеристик по п. п. 9.1 – 9.2 применяется метод прямых измерений.

2. ПЕРЕЧЕНЬ ОПЕРАЦИЙ ПОВЕРКИ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

При проведении первичной и периодической поверок преобразователей должны быть выполнены операции, указанные в таблице 1.

Таблица 1

Наименование операции	Обязательность выполнения операций поверки при		Номер пункта методики поверки
	первичной поверке	периодической поверке	
1 Внешний осмотр средства измерений	Да	Да	Раздел 6
2 Подготовка к поверке и опробование средства измерений	Да	Да	Раздел 7
3 Определение метрологических характеристик средства измерений и подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям			Раздел 8
4 Определение диапазона и относительной погрешности преобразования частоты	Да	Да	8.1
5 Определение абсолютной погрешности измерений мощности в диапазоне частот	Да	Да	8.2
6 Оформление результатов поверки	Да	Да	Раздел 9

3. ТРЕБОВАНИЯ К УСЛОВИЯМ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ

При проведении поверки должны соблюдаться следующие условия:

- температура окружающего воздуха от плюс 18 °С до плюс 28 °С;
- относительная влажность от 20 % до 75 %;
- атмосферное давление от 84 до 106 кПа;
- напряжение питающей сети от 200 до 240 В;
- частота питающей сети от 47 до 63 Гц.

4. МЕТРОЛОГИЧЕСКИЕ И ТЕХНИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ К СРЕДСТВАМ ПОВЕРКИ

Таблица 2 – Средства поверки

Операции поверки, требующие применение средств поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
7.1	Средства измерений температуры окружающей среды от +10 до +30 °С с абсолютной погрешностью не более ± 1 °С; Средства измерений относительной влажности окружающего воздуха от 30 до 80 % с абсолютной погрешностью не более ± 3 %	Термогигрометр Fluke 1620A (рег. № 36331-07)
	Средства измерений атмосферного давления в диапазоне от 86 до 106,7 кПа с абсолютной погрешностью не более ± 5 гПа	Измеритель давления Testo 511 (рег. № 53431-13)
	Средства измерений переменного напряжения в диапазоне от 50 до 480 В. Пределы допускаемой относительной погрешности измерений переменного напряжения не более 2 %. Средства измерений частоты от 45 до 60 Гц. Пределы допускаемой относительной погрешности измерений частоты не более 1 %.	Прибор измерительный универсальный параметров электрической сети DMG 800 (рег. № 49072-12)
8.1, 8.2	Эталоны единицы измерений времени и частоты, соответствующие требованиям к эталонам не ниже 3 разряда по государственной поверочной схеме для средств измерений времени и частоты, утвержденной приказом Росстандарта № 2360 от 26.09.2022.	Стандарт частоты рубидиевый FS 725 рег. № 31222-06
8.1, 8.2	Диапазон частот выходного сигнала от 250 кГц до 67 ГГц; пределы допускаемой относительной погрешности установки частоты $\pm 7,5 \cdot 10^{-8}$.	Генератор сигналов E8257D (рег. № 53941-13)
8.2	Эталоны единицы мощности электромагнитных колебаний и средства измерений, соответствующие требованиям к рабочим эталонам не ниже 3 разряда по государственной поверочной схеме для средств измерений мощности электромагнитных колебаний в диапазоне частот от 50 до 67 ГГц.	Ваттметр поглощаемой мощности СВЧ NRP67T (рег. № 69958-17)
8.1, 8.2	Анализатор спектра. Диапазон частот от 3 Гц до 50 ГГц, гармонические искажения не более -70 дБн, уровень собственных фазовых шумов не более -129 дБн/Гц при отстройке от несущей. С опцией внешнего преобразователя.	Анализатор сигналов N9030A (рег. № 51073-12)
Примечание – Допускается использовать при поверке другие утвержденные и аттестованные эталоны единиц величин, средства измерений утвержденного типа, поверенные, удовлетворяющие метрологическим требованиям, указанным в таблице.		

5. ТРЕБОВАНИЯ (УСЛОВИЯ) ПО ОБЕСПЕЧЕНИЮ БЕЗОПАСНОСТИ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ

5.1 При проведении поверки должны быть соблюдены требования ГОСТ 12.27.0-75, ГОСТ 12.3.019-80, ГОСТ 12.27.7-75, требованиями правил по охране труда при эксплуатации электроустановок, утвержденных приказом Минтруда России от 15 декабря 2020 года N 903н.

5.2 Средства поверки, вспомогательные средства поверки и оборудование должны соответствовать требованиям безопасности, изложенным в руководствах по их эксплуатации.

5.3 Поверитель должен пройти инструктаж по технике безопасности и иметь действующее удостоверение на право работы в электроустановках с напряжением до 1000 В с квалификационной группой по электробезопасности не ниже III.

6. ВНЕШНИЙ ОСМОТР СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

Перед поверкой должен быть проведен внешний осмотр, при котором должно быть установлено соответствие поверяемого средства измерений следующим требованиям:

- не должно быть механических повреждений корпуса. Все надписи должны быть четкими и ясными;

- все разъемы, клеммы и измерительные провода не должны иметь повреждений.

При наличии дефектов поверяемый смеситель бракуется и подлежит ремонту.

7. ПОДГОТОВКА К ПОВЕРКЕ И ОПРОБОВАНИЕ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

7.1 Перед проведением поверки должны быть выполнены следующие подготовительные работы:

- проведение технических и организационных мероприятий по обеспечению безопасности проводимых работ в соответствии с действующими положениями ГОСТ 12.27.0-75;

- проверка наличия действующих документов о поверке на основные и вспомогательные средства поверки.

7.2 Опробование смесителя проводить путем проверки на функционирование в соответствии с руководством по эксплуатации:

- подключить смеситель к анализатору спектра в соответствии с руководством по эксплуатации;

- проверить отсутствие сообщений о неисправности в процессе подключения;

- проверить правильность прохождения процедуры самотестирования, описанной в руководстве по эксплуатации.

Результат опробования считать положительным, если на светодиодном индикаторе отсутствуют сообщения об ошибках, прибор функционирует согласно руководству по эксплуатации, диапазон частот анализатора спектра автоматически определяется 50 – 75 ГГц. При отрицательном результате опробования СИ бракуется и направляется в ремонт.

8. ОПРЕДЕЛЕНИЕ МЕТРОЛОГИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ И ПОДТВЕРЖДЕНИЕ СООТВЕТСТВИЯ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ МЕТРОЛОГИЧЕСКИМ ТРЕБОВАНИЯМ

Не допускается периодическая поверка смесителя на меньшем числе поддиапазонов измерений, по отношению к указанным в разделе «Метрологические и технические характеристики» Описания типа.

8.1 Определение диапазона и относительной погрешности измерения частоты

8.1.1 Определение диапазона и относительной погрешности измерения частоты проводить методом прямых измерений с помощью генератора сигналов E8257D (далее генератор E8257D). В качестве опорного источника использовать стандарт частоты рубидиевый FS725.

8.1.2 Собрать измерительную схему в соответствии с рисунком 1.

8.1.3 Установить на выходе генератора E8257D сигнал с частотой 50 ГГц и уровнем минус 10 дБм, генератор перевести в режим работы по внешнему сигналу опорной частоты.

8.1.4 На анализаторе спектра выполнить следующие установки в соответствии с руководством по эксплуатации:

- выполнить сброс на начальные установки;
- центральная частота 50 ГГц;
- полоса обзора 100 МГц;
- опорный уровень: -5 дБм;
- маркер в режиме частотомера.

8.1.5 Дождаться окончания усреднения спектрограммы и измерить анализатором при помощи маркера частоту сигнала. Записать измеренное значение в таблицу 3.

8.1.6 Повторить измерения по п. 8.1.3 – 8.1.5 для значений частот, указанных в таблице 3.

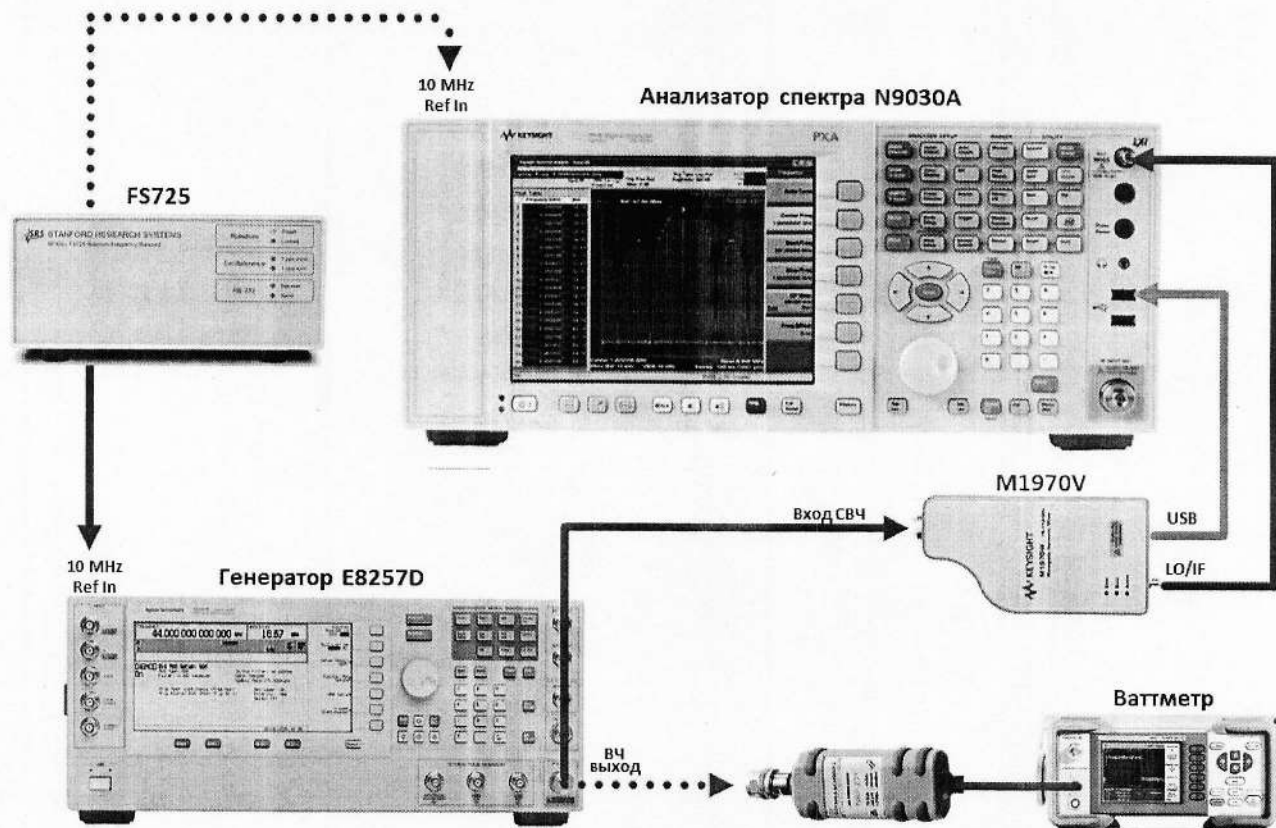


Рисунок 1

Таблица 3

Частота сигнала генератора, ГГц	Измеренное значение частоты, ГГц
50	
52	
53	
54	
56	
58	
60	
62	
64	
66	
67	

Результаты поверки считать положительными, если диапазон частот составляет 50 – 67 ГГц и пределы допускаемой относительной погрешности частоты соответствуют пределам относительной погрешности воспроизведения частоты опорного генератора используемого анализатора спектра.

8.2 Определение абсолютной погрешности измерений мощности в диапазоне частот

8.2.1 Определение абсолютной погрешности измерений мощности проводить методом прямых измерений с помощью генератора E8257D и СВЧ измерителя мощности NRP67T.

8.2.2 Собрать измерительную схему в соответствии с рисунком 1. Анализатор спектра перевести в режим работы по внешнему сигналу опорной частоты с генератора.

8.2.3 Установить на генераторе E8257D сигнал с частотой 50 ГГц. Подключить к генератору СВЧ измеритель мощности NRP67T и установить по показаниям измерителя мощности уровень мощности 0 дБм.

8.2.4 Подключить к генератору E8257D к смесителю.

8.2.5 На анализаторе спектра выполнить следующие установки в соответствии с руководством по эксплуатации:

- выполнить сброс на начальные установки;
- центральная частота 50 ГГц;
- полоса обзора 100 МГц;
- опорный уровень: 5 дБм;
- усреднение: включено, 30.

8.2.6 Дождаться окончания усреднения спектрограммы и измерить анализатором спектра уровень мощности сигнала при помощи маркера. Записать измеренное значение в таблицу 4.

8.2.7 Повторить измерения для значений частот 60 и 67 ГГц.

Таблица 4

Частота сигнала, ГГц	Уровень мощности, задаваемый генератором $P_{\text{ген}}$, дБм	Измеренное значение уровня анализатором спектра $P_{\text{изм}}$, дБм
50	0	
60		
67		
50	-10	
60		
67		
50	-25	
60		
67		

8.2.8 Рассчитать абсолютную погрешность измерения мощности сигнала при по формуле (1):

$$\Delta P = P_{\text{изм}} - P_{\text{ген}} \quad (1)$$

где $P_{\text{изм}}$ – измеренное значение уровня анализатором спектра, дБм;

$P_{\text{ген}}$ – уровень мощности, задаваемый генератором, дБм

8.2.9 Повторить измерения по п. 8.2.3 – 8.2.8 для сигнала мощностью -10 дБм, - 25 дБм.

Результаты поверки считать положительными, если полученные значения абсолютной погрешность измерения мощности сигнала не превышают $\pm 2,2$ дБм.

9. ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ

9.1 Результаты поверки подтверждаются сведениями о результатах поверки средств измерений, включенными в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений.

9.2 При положительных результатах поверки по заявлению владельца средства

измерений или лица, представившего его на поверку, выдается свидетельство о поверке.

9.3 При отрицательных результатах поверки (когда не подтверждается соответствие средств измерений метрологическим требованиям) по заявлению владельца средства измерений или лица, представившего его на поверку, выдается извещение о непригодности.

9.4 Протоколы поверки оформляются в соответствии с требованиями, установленными в организации, проводившей поверку.

Начальник отдела испытаний
АО «ПриСТ»

О. В. Котельник

Ведущий инженер по метрологии
отдела испытаний АО «ПриСТ»

Е. Е. Смердов

Инженер по метрологии АО «ПриСТ»

А. В. Сазыкин

Метрологические требования подтверждаемые в результате поверки

Таблица А1 – Метрологические характеристики

Наименование характеристики	Значение
Диапазон измерения частоты, ГГц	от 50 до 67
Диапазон измерения мощности, дБм	от -25 до 0
Абсолютная погрешность измерения мощности, дБм	$\pm 2,2$