

Федеральное бюджетное учреждение «Государственный региональный центр
стандартизации, метрологии и испытаний в Нижегородской области»
(ФБУ «Нижегородский ЦМ»)
Уникальный номер записи в реестре аккредитованных лиц 30011-13



Согласовано
Главный метролог
ФБУ «Нижегородский ЦМ»

Т.Б. Змачинская
2023 г.

**Государственная система обеспечения единства измерений
Преобразователи СВЧ мощности - клещи поглощающие MDS-21**

МЕТОДИКА ПОВЕРКИ

МП 77381679

г. Нижний Новгород
2023 г.

1 Общие положения

1.1 Настоящая методика поверки распространяется на преобразователи СВЧ мощности - клещи поглощающие MDS - 21 (далее по тексту – клещи поглощающие), изготовленные Rohde & Schwarz GmbH & Co. KG, Германия и устанавливает методику первичной поверки и периодической поверки.

1.2 При проведении поверки должна быть обеспечена прослеживаемость к Государственному первичному эталону единиц мощности ГЭТ 26-2010 в соответствии с Государственной поверочной схемой для средств измерений мощности электромагнитных колебаний в диапазоне частот от 9 кГц до 37,5 ГГц, утвержденной Приказом Росстандарта от 30.12.2019 г. № 3461.

1.3 Возможность проведения поверки меньшего числа измеряемых величин или на меньшем числе поддиапазонов измерений не предусматривается.

1.4 При проведении поверки необходимо руководствоваться настоящей методикой поверки и эксплуатационной документацией на клещи поглощающие. Методика поверки реализуется методом прямых измерений.

2 Перечень операций поверки средства измерений

При проведении поверки должны быть выполнены операции, представленные в таблице 1.

Таблица 1 – Перечень операций поверки средства измерений

Наименование операции поверки	Обязательность выполнения операций поверки при		Номер раздела (пункта) методики поверки, в соответствии с которым выполняется операция поверки
	первичной поверке	периодической поверке	
Внешний осмотр средства измерений	Да	Да	6
Подготовка к поверке и опробование средства измерений	Да	Да	7
Определение метрологических характеристик средства измерений и подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям	Да	Да	8
Определение коэффициента коррекции (калибровки) K_k в диапазоне рабочих частот и пределов допускаемой абсолютной погрешности K_k	Да	Да	8.1
Определение коэффициента развязки	Да	Да	8.2
Оформление результатов поверки средства измерений	Да	Да	9

Примечание – При получении отрицательных результатов поверки по какому-либо пункту методики поверки поверку прекращают.

3. Требования к условиям проведения поверки средства измерений

При проведении поверки счетчика должны соблюдаться следующие условия:

- температура окружающего воздуха от плюс 15 до плюс 30 °С;
- относительная влажность от 30 до 80 %;

– атмосферное давление от 84,0 до 106,7 кПа.

4. Метрологические и технические требования к средствам поверки

При проведении поверки применяют средства поверки, указанные в таблице 2.

Таблица 2 – Перечень средств поверки

Операции поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
п. 7. Контроль условий поверки	Средство измерений температуры окружающей среды в диапазоне измерений от 15 до 25 °С, с абсолютной погрешностью не более 1 °С	Измеритель комбинированный Testo 622 (рег. № 53505-13 в ФИФОЕИ)
	Средство измерений относительной влажности воздуха в диапазоне измерений от 30 до 80 %, с погрешностью не более 5 %	
	Средство измерений атмосферного давления в диапазоне от 84 до 107 кПа, с абсолютной погрешностью не более 0,5 кПа	
п. 8 Определение метрологических характеристик.	Формирование СВЧ колебаний в диапазоне частот от 10^5 до $40 \cdot 10^9$, пределы допускаемой относительной погрешности установки частоты $\pm 3 \cdot 10^{-8}$ %. Диапазон установки значений уровня выходного сигнала от 0,01 до 40 ГГц включ. от -120 до 8 дБмВт.	Генератор сигналов SMB 100A (рег. № 50188-12 в ФИФОЕИ) Ваттметр поглощаемой мощности СВЧ NRP 18S (рег. № 63233-16 в ФИФОЕИ)
	Средство измерений, используемое в качестве эталона: диапазон частот от 30 МГц до 1 ГГц, диапазон измерения мощности от 10^{-7} до $2 \cdot 10^{-2}$ мВт, пределы допускаемой основной относительной погрешности измерения мощности $\pm 2,5$ %.	
	Номинальное значение ослабления 10 дБ в диапазоне частот от 0 до 3 ГГц, пределы допускаемого отклонения ослабления от номинального значения $\pm 0,6$ дБ.	Аттенюатор резистивный фиксированный Д2-31 (рег. № 3174-72 в ФИФОЕИ)
	Номинальное значение ослабления 6 дБ в диапазоне частот от 0 до 3 ГГц, пределы допускаемого отклонения ослабления от номинального значения $\pm 0,5$ дБ.	Аттенюатор резистивный фиксированный Д2-29 (рег. № 3174-72 в ФИФОЕИ)
п.п. 7, 8 Вспомогательное оборудование	Фиксирующее устройство по ГОСТ 30805.16.1.3-2013(CISPR 16-1-3:2004), Приложение В.	

Допускается применение аналогичных средств поверки, обеспечивающих определение метрологических характеристик клещей поглощающих с требуемой точностью в диапазоне рабочих температур.

Применяемые эталоны и средства измерений должны соответствовать требованиям нормативных правовых документов Российской Федерации в области обеспечения единства измерений.

5. Требования (условия) по обеспечению безопасности проведения поверки средства измерений

При проведении поверки должны соблюдаться требования:

– правил безопасности при эксплуатации средств поверки, приведенных в их эксплуатационных документах;

– инструкций по охране труда, действующих на объекте.

К проведению поверки допускаются лица, изучившие настоящую методику поверки, эксплуатационные документы клещей поглощающих и средств поверки и прошедшие инструктаж по охране труда.

Конструкция соединительных элементов клещей поглощающих и средств поверки должна обеспечивать надежность крепления клещей поглощающих и фиксацию их положения в течение всего цикла поверки.

6 Внешний осмотр средства измерений

При внешнем осмотре проверяют:

- комплектность клещей поглощающих;
- отсутствие видимых дефектов и повреждений;
- состояние соединительных кабелей;
- исправность и чистота разъемов.

7 Подготовка к поверке и опробование средства измерений

Перед проведением поверки выполняют следующие работы:

- проверяют выполнение требований разделов 3 – 6 настоящей методики поверки;
- проверяют соответствие средств поверки требованиям нормативно-правовых документов в области обеспечения единства измерений Российской Федерации;
- подготавливают к работе средства поверки в соответствии с их эксплуатационными документами;
- клещи поглощающие и средства поверки выдерживают при условиях, указанных в разделе 3, не менее часа.

Опробование работы клещей поглощающих осуществляется методом непосредственного измерения сигнала на выходе клещей при подаче на провод установки сигнала с генератора сигналов SMB 100А с уровнем мощности 7 дБ (отн. мВт) на частоте 100 МГц рис. 1.

Результаты опробования клещей считают положительными, если на экране ваттметра отображается уровень сигнала от -8,0 до -12,0 дБ (отн. мВт) на частоте 100 МГц.

Примечание - Допускается проводить опробование при определении метрологических характеристик клещей поглощающих.

8 Определение метрологических характеристик средства измерений и подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям

8.1 Определение коэффициента коррекции (калибровки) K_k в диапазоне рабочих частот и пределов допускаемой погрешности K_k .

8.1.1 Определение коэффициента коррекции (калибровки) проводят на опорной измерительной площадке. Блок-схема опорной площадки указана на рисунке 1.

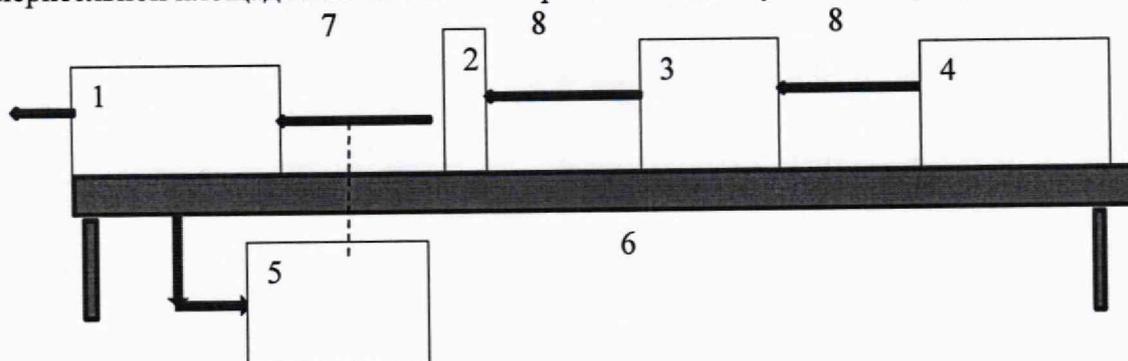


Рисунок 1 Схема определения коэффициента коррекции (калибровки)

- 1 - клещи поглощающие
- 2 – металлический экран (размер 1500 × 1500 мм)
- 3 – аттенюатор 10 дБ
- 4 – генератор сигналов SMB 100A
- 5 – ваттметр поглощающей мощности СВЧ NRP 185
- 6 – стол (конструкция без металлических деталей, высота над полом 900 мм)
- 7 – медный провод (диаметр от 1 до 1,5 мм, длиной не менее 6 м)
- 8 – коаксиальные кабели

8.1.2 Генератор сигналов через коаксиальный кабель и аттенюатор 10 дБ подключается к металлическому экрану. Установить на генераторе сигналов уровень мощности выходного сигнала 5 мВт и частоту 30 МГц. С другой стороны экрана подключить ваттметр через штатный кабель и развязывающий аттенюатор (6 дБ). Измерить опорный уровень мощности $P_{0\text{мВт}}$. Выразить опорный уровень мощности в $P_{0\text{дБм}}$ по формуле:

$$P_{0\text{дБм}} = 10 \cdot \log_{10}(P_{0\text{мВт}}) \quad (1)$$

8.1.3 Затем развязывающий аттенюатор (6 дБ) отключить и подключить медный провод, пропущенный через поверяемые клещи, к металлическому экрану. Ваттметр подключается к выходу клещей при помощи штатного кабеля и развязывающего аттенюатора 6 дБ.

8.1.4 Поверяемые клещи располагаются опорной точкой к экрану, затем клещи перемещают вдоль медного провода до получения максимального значения показаний ваттметра $P_{\text{макс.мВт}}$. Выразить измеренный уровень мощности $P_{\text{макс дБм}}$ по формуле (1).

8.1.5 Повторить измерения п.п.8.1.2-8.1.4 на частотах: 45, 50, 55, 65, 90, 120, 150, 180, 210, 240, 270 МГц.

8.1.6 На частотах 300, 400, 500, 600, 700, 800, 900, 1000 МГц коэффициент коррекции (калибровки) клещей определяется по схемам рис. 2а, 2б.

8.1.7 Собрать установку согласно рисунку 2б (фиксирующее устройство). Охватить медный провод поверяемыми и вспомогательным поглощающим устройством. Дополнительные клещи размещают непосредственно за поверяемыми таким образом, что бы опорная точка клещей была направлена в сторону генератора. Расстояние между вертикальным фланцем фиксирующего устройства и опорной точкой поверяемого устройства, должно быть около 30 мм. Расстояние между поверяемыми клещами и вспомогательным поглощающим устройством должно быть около 50 мм.

8.1.8 Определить опорный уровень мощности $P_{0\text{мВт}}$ на частоте 300 МГц через развязывающий аттенюатор (10 дБ) по схеме рисунок 2а. Ваттметр подключить к выходу клещей при помощи штатного кабеля и развязывающего аттенюатора 6 дБ и определить $P_{\text{макс.мВт}}$ на частоте 300 МГц. Выразить измеренный уровень мощности $P_{\text{макс дБм}}$ по формуле (1).

8.1.9 Повторить измерения п.п.8.1.7, 8.1.8 на частотах: 400, 500, 600, 700, 800, 900, 1000 МГц.

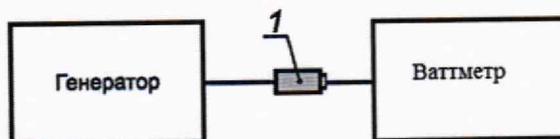


Рисунок 2а

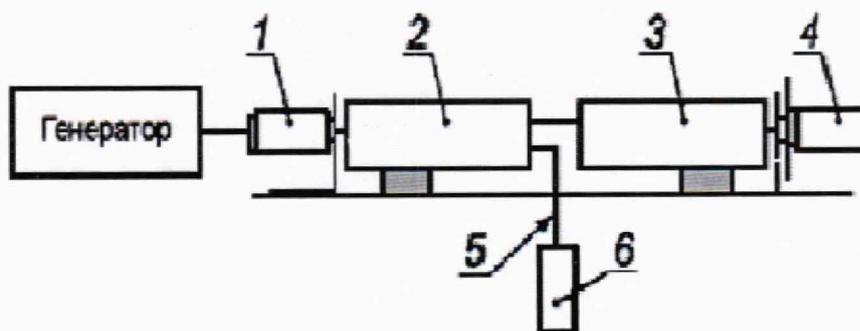


Рисунок 26

- 1,4 - аттенюатор с затуханием 10 дБ
- 2 – испытуемые поглощающие клещи
- 3 – вспомогательное поглощающее устройство (дополнительные клещи)
- 5 – кабель с развязывающим аттенюатором 6 дБ
- 6 – ваттметр

8.1.10 Коэффициент коррекции (калибровки) клещей поглощающих при первичной проверке в децибелах определяется по формуле

$$K_k = P_{0\text{дБм}} - P_{\text{макс дБм}} - 17 \quad (2),$$

Где $P_{0\text{дБм}}$ – опорный уровень мощности ваттметра в дБм

$P_{\text{макс дБм}}$ - максимальное значения показаний ваттметра в дБм

17 дБ – вносимое затухание (паспортное значение).

8.1.11 Допускаемая абсолютная погрешность коэффициента коррекции (калибровки) определяется в децибелах по формуле:

$$\Delta = K - K_{\text{гр}}, \quad (3)$$

где $K_{\text{гр}}$ -значение коэффициента коррекции (калибровки), определенное по калибровочному графику (паспортное значение).

8.1.12 Пределы допускаемой относительной погрешности коэффициента коррекции (калибровки) не должны превышать ± 2 дБ.

8.2 Определение коэффициента развязки.

8.2.1 Для определения коэффициента развязки собрать схему измерений согласно рисунка 3. Охватить медный провод поверяемыми и дополнительными клещами. Дополнительные клещи размещают непосредственно за поверяемыми таким образом, что бы опорная точка клещей была направлена в сторону генератора. Расстояние между вертикальным фланцем фиксирующего устройства и опорной точкой испытуемого устройства должно быть 30 мм. Расстояние между поверяемыми клещами и вспомогательным поглощающим устройством должно быть около 50 мм.

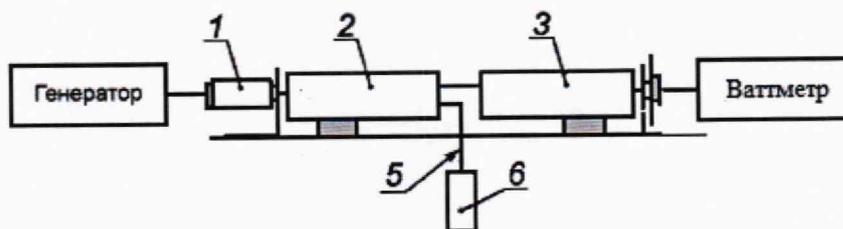


Рисунок 3

- 1 - аттенюатор с затуханием 10 дБ
- 2 – испытуемые поглощающие клещи
- 3 – дополнительные клещи
- 5 – кабель с выхода клещей
- 6 – аттенюатор с затуханием 6 дБ

8.2.2 Определить опорный уровень мощности $P_{0дБм}$ согласно п. 8.1.2 на частоте 30 МГц через развязывающий аттенюатор (10 дБ) по схеме рисунок 2а. Затем измерить мощность $P_{ф мВт}$ на выходе фиксирующего устройства, пересчитать в $P_{ф дБм}$. Коэффициент развязки определяют по формуле:

$$K_p = P_{0дБм} - P_{ф дБм} \quad (4),$$

Где K_p – коэффициент развязки;

$P_{0дБм}$ – опорный уровень мощности ваттметра в дБм;

$P_{ф дБм}$ – мощность на выходе фиксирующего устройства.

8.2.3 Повторить измерения п.п.8.2.1, 8.2.2 на частотах: 45, 50, 55, 65, 90, 120, 150, 180, 210, 240, 270, 400, 500, 600, 700, 800, 900, 1000 МГц.

8.2.4 Коэффициент развязки клещей поглощающих с дополнительными клещами должен быть не менее 10 дБ во всей полосе рабочих частот.

9. Оформление результатов поверки средства измерений

9.1 Сведения о результатах поверки клещей поглощающих передаются в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений.

9.2 Результаты поверки оформляются в соответствии с порядком, утвержденным законодательством Российской Федерации в области обеспечения единства измерений.

9.3 По заявлению владельца клещей поглощающих или лица, представившего его на поверку, при положительных результатах поверки выдается свидетельство о поверке, при отрицательных результатах поверки – извещение о непригодности к применению.

9.4 В результате первичной поверки выдается свидетельство о поверке с коэффициентами коррекции (калибровки) указанными на обратной стороне свидетельства.

Инженер I категории по испытаниям

М.В. Соколова

Инженер II категории по метрологии

Г.М. Красовская