

СОГЛАСОВАНО

**Генеральный директор
АО «АКТИ-Мастер»**



В.В. Федулов
В.В. Федулов
«29» марта 2021 г.

Государственная система обеспечения единства измерений

Преобразователи мощности измерительные МА24208А

**Методика поверки
МА24208А/МП-2021**

**Заместитель руководителя
метрологической лаборатории
АО «АКТИ-Мастер»**

А.П. Лисогор — **А.П. Лисогор**

**Москва
2021**

1 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

1.1 Настоящая методика поверки распространяется на преобразователи мощности измерительные МА24208А (далее – приборы), изготавливаемые фирмой “Anritsu Company” (США), и устанавливает методы и средства их поверки.

Интервал между поверками – 1 год.

1.2 Поверка обеспечивает прослеживаемость приборов к государственному эталону ГЭТ 26-2010 по ГОСТ Р 8.562-2007 «ГСИ. Государственная поверочная схема для средств измерений мощности и напряжения переменного тока синусоидальных электромагнитных колебаний».

1.3 Операция поверки по определению погрешности измерения мощности выполняется методом одновременного сравнения с показаниями ваттметра проходящей мощности СВЧ, частотные поправки которого предварительно определяются по эталонному ваттметру поглощаемой мощности СВЧ.

2 ПЕРЕЧЕНЬ ОПЕРАЦИЙ ПОВЕРКИ

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

Таблица 1 – Операции поверки

| Наименование операции | Номер пункта методики | Проведение операции при поверке | |
|--|-----------------------|---------------------------------|---------------|
| | | первичной | периодической |
| Внешний осмотр | 7 | да | да |
| Подготовка к поверке и опробование | 8 | да | да |
| Проверка программного обеспечения | 9 | да | да |
| Проверка КСВН входа | 10.1 | да | да |
| Определение уровня собственных шумов | 10.2 | да | да |
| Определение погрешности измерения мощности | 10.3 | да | да |

2.2 Поверка выполняется в полном объеме операций, указанных в таблице 1.

3 ТРЕБОВАНИЯ К УСЛОВИЯМ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ

В соответствии с ГОСТ 8.395-80 и с учетом условий, при которых нормируются метрологические характеристики приборов, а также по условиям применения средств поверки, при проведении поверки должны соблюдаться следующие требования:

- температура воздуха в помещении $(23 \pm 3) ^\circ\text{C}$;
- относительная влажность воздуха от 25 до 75 %;
- атмосферное давление от 85 до 106 кПа.

4 ТРЕБОВАНИЯ К СПЕЦИАЛИСТАМ, ОСУЩЕСТВЛЯЮЩИМ ПОВЕРКУ

К проведению поверки допускаются лица, имеющие высшее или среднетехническое образование, практический опыт в области радиотехнических измерений, и имеющие документ о квалификации в соответствии с действующими нормативно-правовыми актами в области аккредитации.

5 МЕТРОЛОГИЧЕСКИЕ И ТЕХНИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ К СРЕДСТВАМ ПОВЕРКИ

5.1 Рекомендуется применять средства поверки, указанные в таблице 2.

Таблица 2 – Средства поверки

| Наименование средства поверки | Номер пункта методики | Требуемые метрологические и технические характеристики | Рекомендуемый тип средства поверки, регистрационный номер ФИФ ОЕИ |
|---|-----------------------|--|--|
| Измеритель КСВН | 10.1 | относительная погрешность измерения КСВН от 1,12 до 1,25 на частотах от 0,01 до 8 ГГц в пределах $\pm(5 \dots 7 \%)$ | Анализатор параметров радиотехнических трактов и сигналов портативный MS2038C; рег. № 46703-11 |
| Ваттметр поглощаемой мощности СВЧ (эталон) | 10.3 | диапазон частот от 0,01 до 8 ГГц, относительная погрешность измерения уровня мощности 0 дБм в пределах $\pm 2 \%$ ($\pm 0,09$ дБ) | Ваттметр поглощаемой мощности СВЧ NRP-Z56; рег. № 43642-10 |
| Ваттметр проходящей мощности СВЧ | 10.3 | диапазон частот от 0,01 до 8 ГГц, относительная погрешность измерения уровня мощности от -50 до 0 дБм в пределах $\pm 3 \%$ ($\pm 0,13$ дБ) | Ваттметр проходящей мощности СВЧ NRP-Z28; рег. № 43643-10 |
| Генератор сигналов | 10.3 | диапазон частот от 0,01 до 8 ГГц, диапазон установки уровня мощности от -50 до +10 дБм | Генератор сигналов E8257D с опциями 520, 1E1; рег. № 53941-13 |
| Вспомогательное оборудование и программное обеспечение | | | |
| Компьютер | 8 – 10 | HDD ≥ 40 GB, ОЗУ ≥ 512 MB, слот USB, операционная система Windows (7, 10) | - |
| Программа управляющая | 8 – 10 | драйвер Anritsu "PowerXpert" | номер версии 3.3 и выше |

5.2 Средства измерений должны быть исправны и поверены.

5.3 Допускается применять другие аналогичные средства поверки, обеспечивающие определение метрологических характеристик поверяемых приборов с требуемой точностью.

6 ТРЕБОВАНИЯ (УСЛОВИЯ) ПО ОБЕСПЕЧЕНИЮ БЕЗОПАСНОСТИ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ

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

6.2 Необходимо соблюдать меры предосторожности, изложенные в разделах 4-2 и 4-3 руководства по эксплуатации приборов 10585-00020R, а также меры безопасности, указанные в руководствах по эксплуатации средств поверки.

7 ВНЕШНИЙ ОСМОТР

7.1 При проведении внешнего осмотра проверяются:

- соответствие прибора комплектации, заявленной на поверку, и правильность маркировки;
- чистота и исправность разъемов прибора;
- отсутствие механических повреждений прибора.

7.2 При наличии дефектов или повреждений, препятствующих нормальной эксплуатации поверяемого прибора, его следует направить заявителю поверки (пользователю) для ремонта.

8 ПОДГОТОВКА К ПОВЕРКЕ И ОПРОБОВАНИЕ

8.1 Перед началом работы следует изучить руководства по эксплуатации прибора и применяемых средств поверки.

8.2 Выполнить инсталляцию программного обеспечения (драйвера "PowerXpert") на компьютер (если это не было сделано ранее) и подсоединение прибора к компьютеру в соответствии с указаниями руководства по эксплуатации 10585-00020R.

Загрузка актуальной версии драйвера с сайта Anritsu может быть проведена по ссылке:
<https://www.anritsu.com/en-us/test-measurement/support/downloads/software/dwl19095>

8.3 Запустить программу "PowerXpert".

Убедиться в том, что появилось окно панели, и не выдано сообщений об ошибках.

8.4 Войти в меню "Settings". Выполнить заводскую установку прибора, выбрав опцию "Reset to Factory Settings". При этом не должно быть сообщений об ошибках.

8.5 До начала операций поверки выдержать прибор и оборудование во включенном состоянии в соответствии с указаниями руководств по эксплуатации.

Минимальное время прогрева прибора 30 min.

9 ПРОВЕРКА ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ

9.1 Войти в главное меню программы "PowerXpert".

9.2 В меню "Help" выбрать "About". Проверить идентификацию версии программного продукта. Она должна быть не ниже 3.3.

10 ОПРЕДЕЛЕНИЕ МЕТРОЛОГИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК И ПОДТВЕРЖДЕНИЕ СООТВЕТСТВИЯ МЕТРОЛОГИЧЕСКИМ ТРЕБОВАНИЯМ

10.1 Определение КСВН входа

10.1.1 Выполнить подготовку к работе анализатора параметров радиотехнических трактов и сигналов MS2038C и его калибровку Full S11 в соответствии с руководством по эксплуатации в диапазоне частот:

начальная частота (Start Freq) = 10 МГц, Конечная частота (Stop Freq) = 8 ГГц
Использовать режим развертки [Sweep], Data Point 2000, Sweep Averaging 5

10.1.2 Присоединить входной разъем прибора к непосредственно к разъему "Port 1" анализатора параметров радиотехнических трактов и сигналов MS2038C.

10.1.3 Выполнить на анализаторе MS2038C установки:
 [Measure], S-parameter, S11, Number of Traces, 1; Graph Type SWR, Enter,
 Trace Format, Single; Smoothing %, 3
 [Sweep], Data Point, 2000; Sweep Averaging, 5
 [Scale], Reference Line 5, Reference Value 1.1, Resolution Per Div 0.05
 [Marker], Readout Style As Graph; Readout Format, Trace

10.1.4 Устанавливать на анализаторе MS2038C начальную частоту (Start Freq) и конечную частоту (Stop Freq) полосы обзора, как указано в столбцах 1 и 2 таблицы 10.1 (наиболее близкие к ним значения).

Используя маркер, находить максимальное значение отображаемого КСВН.

КРИТЕРИЙ ПОДТВЕРЖДЕНИЯ СООТВЕТСТВИЯ МЕТРОЛОГИЧЕСКИМ ТРЕБОВАНИЯМ: максимальные значения КСВН не должны превышать предельные допускаемые значения, указанные в столбце 4 таблицы 10.1.

Таблица 10.1 – КСВН входа MA24208A

| Начальная частота (Start Freq) | Конечная частота (Stop Freq) | Максимальное измеренное значение КСВН | Верхний предел допускаемого значения КСВН |
|--------------------------------|------------------------------|---------------------------------------|---|
| 1 | 2 | 3 | 4 |
| 10 МГц | 150 МГц | | 1,17 |
| 150 МГц | 2 ГГц | | 1,12 |
| 2 ГГц | 8 ГГц | | 1,22 |

10.1.5 Отсоединить входной разъем прибора от разъема “Port 1” анализатора MS2038C.

10.2 Определение уровня собственных шумов

10.2.1 Убедиться в том, что к входному разъему прибора ничего не подключено.

10.2.2 Выполнить на приборе установки:

Aperture Time (ms): 100

Frequency (GHz): 1

Averages: 300

10.2.3 Сделать установку нуля на приборе:

Zero Sensor: Zero

10.2.4 Ввести первый диапазон Range: Range 1.

Выждать 15 секунд для установления отсчета уровня мощности.

Зафиксировать отсчет уровня мощности.

10.2.5 Выполнить действия по пункту 10.2.4 для второго и третьего диапазонов Range 2 и Range 3.

КРИТЕРИЙ ПОДТВЕРЖДЕНИЯ СООТВЕТСТВИЯ МЕТРОЛОГИЧЕСКИМ ТРЕБОВАНИЯМ: отсчеты уровня мощности (измеренные значения уровня собственных шумов) не должны превышать предельные допускаемые значения, указанные в столбце 3 таблицы 10.2.

Таблица 10.2 – Уровень собственных шумов

| Диапазон (Range) | Измеренное значение уровня собственных шумов, дБм | Верхний предел допускаемого значения уровня собственных шумов, дБм |
|---------------------------|---|--|
| 1 | 2 | 3 |
| Range 1: (+4 ... +20) дБм | | -30,67 |
| Range 2: (-16 ... +4) дБм | | -49,95 |
| Range 3: (-60 ... -4) дБм | | -69,10 |

10.3 Определение погрешности измерения мощности

10.3.1 Подготовить к работе ваттметр поглощаемой мощности СВЧ (эталон) NRP-Z56 и ваттметр проходящей мощности СВЧ NRP-Z28, выполнить на них установку нуля, ввести количество усреднений 32.

10.3.2 Выполнить предварительное определение частотных поправок для ваттметра NRP-Z28 по эталонному ваттметру NRP-Z56, для чего выполнить действия, описанные ниже.

10.3.2.1 Используя при необходимости соответствующий адаптер, присоединить на выход генератора сигналов разъем высокочастотного кабеля ваттметра NRP-Z28.

Используя адаптер N(f)-PC2.4(f), присоединить входной разъем эталонного ваттметра NRP-Z56 к выходному разъему ваттметра NRP-Z28.

10.3.2.2 Устанавливать значения частоты на генераторе сигналов и ваттметрах, указанные в столбце 1 таблицы 10.3.1.

Подстраивать уровень на генераторе так, чтобы отсчет эталонного ваттметра NRP-Z56 на данной частоте был равен (0,00 ± 0,01 дБм).

Записывать отсчеты P_{28} ваттметра NRP-Z28 в столбец 2 таблицы 10.3.1.

Таблица 10.3.1 – Частотные поправки для ваттметра NRP-Z28

| Частота | P_{28} | Частота | P_{28} | Частота | P_{28} |
|---------|----------|---------|----------|---------|----------|
| 1 | 2 | 1 | 2 | 1 | 2 |
| 10 МГц | | 2 ГГц | | 6 ГГц | |
| 100 МГц | | 3 ГГц | | 7 ГГц | |
| 500 МГц | | 4 ГГц | | 8 ГГц | |
| 1 ГГц | | 5 ГГц | | - | - |

10.3.2.3 Отсоединить входной разъем эталонного ваттметра NRP-Z56 с адаптером от выходного разъема ваттметра NRP-Z28.

10.3.2.4 Измеренные значения P_{28} в дальнейшем следует использовать в качестве частотных поправок (в дБ с противоположным знаком).

Например, на частоте 8 ГГц измеренное значение $P_{28} = -0,06$ дБм. Тогда частотная поправка на данной частоте будет равна +0,06 дБм.

ПРИМЕЧАНИЕ: если измеренные значения находятся в пределах ±0,05 дБм, то частотные поправки можно не вводить.

10.3.3 Используя адаптер N(f-f), присоединить входной разъем поверяемого прибора к выходному разъему ваттметра проходящей мощности NRP-Z28.

10.3.4 Выполнить на приборе установки:

Aperture Time (ms): 20

Averages: 10

10.3.5 Устанавливать значения частоты на генераторе сигналов, ваттметре NRP-Z28 и поверяемом приборе, указанные в столбце 1 таблицы 10.3.2.

Подстраивать уровень на генераторе так, чтобы установленный уровень мощности на входе поверяемого прибора был равен значению, указанному в столбце 2 таблицы 10.3.2 с отклонением в пределах $\pm 0,02$ дБ. При использовании частотных поправок (пункт 10.3.2.4) следует к указанным в столбце 2 таблицы 10.3.2 значениям прибавлять поправку.

Например, частотная поправка на частоте 8 ГГц равна $+0,06$ дБм. Тогда для получения уровня входной мощности на приборе -50 дБм следует подстроить уровень на генераторе так, чтобы отсчет ваттметра NRP-Z28 был равен $(-50 + 0,06) = -49,94$ дБм.

После установления отсчета на поверяемом приборе фиксировать измеренные им значения уровня мощности.

ПРИМЕЧАНИЕ: При больших флуктуациях на низких уровнях мощности можно увеличивать на приборе временную апертуру “Aperture Time (ms)” до 100, а также количество усреднений на приборе и ваттметре NRP-Z28, при этом выжидать большее время для завершения цикла измерения.

Таблица 10.3.2 – Погрешность измерения мощности

| Частота | Установленный на входе уровень мощности, дБм | Нижний предел допускаемых значений, дБм | Измеренный прибором уровень мощности, дБм | Верхний предел допускаемых значений, дБм |
|---------|--|---|---|--|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 10 МГц | 0 | -0,30 | | +0,30 |
| | -20 | -20,30 | | -19,70 |
| | -35 | -35,30 | | -34,70 |
| | -50 | -50,30 | | -49,70 |
| 100 МГц | -20 | -20,30 | | -19,70 |
| 500 МГц | -20 | -20,30 | | -19,70 |
| 1 ГГц | 0 | -0,30 | | +0,30 |
| | -20 | -20,30 | | -19,70 |
| | -35 | -35,30 | | -34,70 |
| | -50 | -50,30 | | -49,70 |
| 2 ГГц | -20 | -20,30 | | -19,70 |
| 3 ГГц | -20 | -20,30 | | -19,70 |
| 4 ГГц | -20 | -20,30 | | -19,70 |
| 5 ГГц | 0 | -0,30 | | +0,30 |
| | -20 | -20,30 | | -19,70 |
| | -35 | -35,30 | | -34,70 |
| | -50 | -50,30 | | -49,70 |
| 6 ГГц | -20 | -20,30 | | -19,70 |
| 7 ГГц | -20 | -20,30 | | -19,70 |
| 8 ГГц | 0 | -0,30 | | +0,30 |
| | -20 | -20,30 | | -19,70 |
| | -35 | -35,30 | | -34,70 |
| | -50 | -50,30 | | -49,70 |

КРИТЕРИЙ ПОДТВЕРЖДЕНИЯ СООТВЕТСТВИЯ МЕТРОЛОГИЧЕСКИМ ТРЕБОВАНИЯМ: измеренные поверяемым прибором значения уровня мощности должны находиться в пределах допустимых значений, указанных в столбцах 3 и 5 таблицы 10.3.2. Эти пределы указаны с учетом установленных в описании типа пределов допускаемой относительной погрешности измерения мощности $\pm 0,3$ дБ.

10.3.6 Отключить выход генератора сигналов.

Выключить оборудование, остановить работу компьютера, разобрать соединения.

11 ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ

Результаты поверки представляются в соответствии с действующими правовыми нормативными документами и передаются в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений.

При положительных результатах по запросу оформляется свидетельство о поверке и наносится знак поверки в соответствии с описанием типа средства измерений.

При отрицательных результатах поверки, выявленных при внешнем осмотре, опробовании или выполнении операций поверки, по запросу выдается извещение о непригодности к применению средства измерений с указанием причин непригодности.

Протокол поверки оформляется в произвольной форме (отдельным документом либо на обратной стороне свидетельства о поверке). В протоколе поверки допускается привести качественные результаты измерений с выводами о соответствии поверенного прибора метрологическим требованиям без указания измеренных числовых значений величин.