


УТВЕРЖДАЮ

Первый заместитель генерального  
директора - заместитель по научной работе  
ФГУП «ВНИИФТРИ»



  
А.Н. Щипунов

« 27 » марта 2020 г.

**Ваттметры поглощаемой мощности  
МЗ-1-1500 «Нарцисс»  
МЕТОДИКА ПОВЕРКИ  
МЗ-1-1500 МП**

р.п. Менделеево  
2020 г.

## СОДЕРЖАНИЕ

1	ВВОДНАЯ ЧАСТЬ.....	3
2	ОПЕРАЦИИ ПОВЕРКИ .....	3
3	СРЕДСТВА ПОВЕРКИ.....	3
4	ТРЕБОВАНИЯ К КВАЛИФИКАЦИИ ПОВЕРИТЕЛЕЙ.....	4
5	ТРЕБОВАНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ.....	4
6	УСЛОВИЯ ПОВЕРКИ.....	5
7	ПОДГОТОВКА К ПРОВЕДЕНИЮ ПОВЕРКИ .....	5
8	ПРОВЕДЕНИЕ ПОВЕРКИ.....	5
8.1	Внешний осмотр .....	5
8.2	Опробование .....	5
8.3	Определение КСВН.....	6
8.4	Определение диапазона и абсолютной погрешности ослабления преобразователя масштабного .....	6
8.5	Определение относительной погрешности измерений мощности ваттметра поглощаемой мощности .....	7
9	ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ .....	8

## 1 ВВОДНАЯ ЧАСТЬ

1.1 Настоящая методика поверки (далее - МП) устанавливает методы и средства первичной и периодической поверок ваттметров поглощаемой мощности МЗ-1-1500 «Нарцисс» (далее – ваттметров), изготавливаемых ООО Научно-производственное объединение «Радиотехнические системы» (ООО НПО «РТС»), г. Челябинск.

1.2 Первичной поверке подлежат ваттметры до ввода в эксплуатацию и после ремонта.

1.3 Периодической поверке подлежат ваттметры, находящиеся в эксплуатации и на хранении.

1.4 Интервал между поверками 1 год.

## 2 ОПЕРАЦИИ ПОВЕРКИ

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

Таблица 1 – Операции поверки ваттметров

Наименование операции	Пункт МП	Проведение операций при	
		первичной поверке	периодической поверке
1 Внешний осмотр	8.1	да	да
2 Опробование	8.2	да	да
3 Определение КСВН	8.3	да	да
4 Определение диапазона и абсолютной погрешности ослабления преобразователя масштабного (далее – ПМ)	8.4	да	да
5 Определение относительной погрешности измерений мощности ваттметра	8.5	да	да

2.2 Не допускается проведения поверки меньшего числа измеряемых величин или на меньшем числе поддиапазонов измерений.

2.3 При получении отрицательных результатов по любому пункту таблицы 1 поверяемый ваттметр бракуется и направляется в ремонт.

## 3 СРЕДСТВА ПОВЕРКИ

3.1 При определении метрологических характеристик поверяемых ваттметров использовать средства измерений, указанные в таблице 2.

Таблица 2

Пункт МП	Наименование и тип (условное обозначение) основного или вспомогательного средства поверки; обозначение нормативного документа, регламентирующего технические требования, и (или) метрологические и основные технические характеристики средства поверки
8.3	<p>При измерении КСВН рекомендуются:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- измеритель комплексных коэффициентов передачи и отражения Обзор-804/1, диапазон частот от 300 кГц до 8 ГГц, пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений модуля коэффициента отражения <math>\pm 0,02</math>;</li> <li><i>или</i></li> <li>- анализатор цепей векторный С2420 диапазон частот от 100 кГц до 20 ГГц, пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений модуля коэффициента отражения <math>\pm 0,007</math>, пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений модуля коэффициента передачи в диапазоне от минус 20 дБ до минус 60 дБ составляет <math>\pm 0,034</math> дБ</li> </ul>

Продолжение таблицы 2

Пункт МП	Наименование и тип (условное обозначение) основного или вспомогательного средства поверки; обозначение нормативного документа, регламентирующего технические требования, и (или) метрологические и основные технические характеристики средства поверки
8.4	<p>При измерении коэффициента передачи рекомендуются:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- датчик средней мощности NRP-Z91 диапазон частот от 9 кГц до 6 ГГц, доверительные границы относительной погрешности измерений мощности при доверительной вероятности 95 % в диапазоне частот <math>\pm 2,0</math> %;</li> <li>- генератор сигналов произвольной формы 33511В диапазон частот от 1 мкГц до 20 МГц, диапазон выходной мощности в диапазоне частот от 0,25 до 20 МГц от минус 56 до плюс 23 дБ (1 мВт), пределы допускаемой относительной погрешности установки мощности <math>\pm 0,5</math> дБ (1 мВт);</li> <li>- генератор сигналов N5182В с опциями 1EA, 1EQ, UNV, UNY, диапазон частот от 9 кГц до 3 ГГц, диапазон выходной мощности в диапазоне частот от 0,01 до 3 ГГц от минус 127 до плюс 24 дБ (1 мВт), пределы допускаемой относительной погрешности установки мощности <math>\pm 1,5</math> дБ (1 мВт);</li> </ul> <p><i>или</i></p> <p>анализатор цепей векторный С2420.</p> <p>Вольтметр универсальный В7-78/1, пределы допускаемой основной абсолютной погрешности измерений напряжения переменного тока <math>\pm(0,0006 \cdot U_x + 0,005 \cdot U_{пр})</math>, <math>U_x</math> – измеренное значение напряжения, <math>U_{пр}</math> – значение верхнего предела измерений.</p>
8.5	<p>При измерении поглощающей мощности рекомендуются:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- датчик средней мощности NRP-Z91;</li> </ul> <p><i>или</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- калибратор мощности NRPC18, диапазоне частот от 0 до 3 ГГц, доверительные границы относительной погрешности измерений мощности при доверительной вероятности 95 % в диапазоне частот <math>\pm 2,5</math> %.</li> </ul> <p>Генератор сигналов произвольной формы 33511В. Генератор сигналов N5182В</p>

3.2 Допускается использовать аналогичные средства поверки, обеспечивающие определение метрологических характеристик с требуемой точностью.

3.3 Применяемые средства поверки должны быть утверждённого типа, исправны, поверены и иметь действующие свидетельства о поверке.

#### 4 ТРЕБОВАНИЯ К КВАЛИФИКАЦИИ ПОВЕРИТЕЛЕЙ

4.1 Поверка должна осуществляться лицами со средним или высшим техническим образованием, аттестованными в качестве поверителей в области радиотехнических измерений в установленном порядке и имеющим квалификационную группу электробезопасности не ниже второй.

4.2 Перед проведением поверки поверитель должен предварительно ознакомиться с документом РАПГ.461512.010 РЭ «Ваттметр поглощаемой мощности МЗ-1-1500 «Нарцисс» Руководство по эксплуатации» (далее – МЗ-1-1500 РЭ).

#### 5 ТРЕБОВАНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ

5.1 При проведении поверки необходимо соблюдать требования безопасности, регламентируемые Межотраслевыми правилами по охране труда (правила безопасности) ПОТ Р М-016-2001, РД 153-34.0-03.150-00, а также требования безопасности,

приведённые в эксплуатационной документации на ваттметры и средства поверки.

5.2 Средства поверки должны быть надежно заземлены в соответствии с эксплуатационной документацией.

5.3 Размещение и подключение измерительных приборов разрешается производить только при выключенном питании.

## **6 УСЛОВИЯ ПОВЕРКИ**

6.1 Поверку ваттметров проводить в следующих условиях:

- температура окружающего воздуха, °С от 15 до 25;
- относительная влажность окружающего воздуха, %, не более 90;
- атмосферное давление, кПа (мм рт.ст.) от 84 до 106,7 (от 630 до 800).

## **7 ПОДГОТОВКА К ПРОВЕДЕНИЮ ПОВЕРКИ**

7.1 Перед проведением поверки необходимо произвести подготовительные работы, оговоренные в МЗ-1-1500 РЭ и руководствах по эксплуатации на применяемые средства поверки.

## **8 ПРОВЕДЕНИЕ ПОВЕРКИ**

### **8.1 Внешний осмотр**

Внешний осмотр ваттметра проводить визуально без вскрытия, при этом необходимо проверить:

– комплектность, маркировку и пломбировку (наклейку) на соответствие документу МЗ-1-1500 РЭ;

– целостность и чистоту разъемов;

– целостность фирменной наклейки;

– отсутствие видимых повреждений, влияющих на работоспособность ваттметров.

Результат внешнего осмотра считать положительным, если:

– комплект поставки соответствует п. 1.4 документа МЗ-1-1500 РЭ;

– маркировка и пломбировка (наклейка) соответствует разделу 1.7 документа МЗ-1-1500 РЭ;

– фирменная наклейка цела;

– разъемы целы и чисты;

– отсутствуют видимые повреждения, влияющие на работоспособность ваттметров.

В противном случае результаты внешнего осмотра считать отрицательными и последующие операции поверки не проводить.

### **8.2 Опробование**

8.2.1 Включить ваттметр согласно п. 2.3.2.1 МЗ-1-1500 РЭ.

8.2.2 Убедиться в возможности установки частоты измеряемого сигнала по п. 2.3.2.2 МЗ-1-1500 РЭ.

8.2.3 Убедиться в возможности переключения между режимами работы и смены единиц измерения по п. 2.3.2.4 МЗ-1-1500 РЭ.

8.2.4 Получить сведения о серийном номере и версии программного обеспечения (далее – ПО) ваттметра по п. 2.3.3 МЗ-1-1500 РЭ.

8.2.5 Результаты опробования считать положительными, если ваттметр включился, устанавливается частота измеряемого сигнала, переключаются режимы работы, серийный номер на дисплее совпадает с серийным номером на приборе и преобразователе масштабном, цифровой идентификатор ПО соответствует приведенному в таблице 3, номер версии ПО не ниже RU.PAПГ.01401.01.

Таблица 3 – Идентификационные признаки

Идентификационные данные (признаки)	Значение
Идентификационное наименование ПО	отсутствует
Номер версии (идентификационный номер) ПО	не ниже RU.РАПГ.014XX.01*
Цифровой идентификатор ПО (контрольная сумма исполняемого кода) модификация: МЗ-1/50 МЗ-20/50 МЗ-100/50 МЗ-500/50 МЗ-1500/50	F7BED6C4E44516EBDF37E062AB0D9ECA D9A3B6CB331EE7A745A859AC0B579F0F 9DC5A18C3BCA9F20A5BF84122F76FF3E 32EB867D7197B604A7BC878EB60E3A65 B1544E90DD1C90934658EC9AB30F8F90
Алгоритм вычисления идентификатора ПО	MD5
* где XX – 01 и выше	

### 8.3 Определение КСВН

8.3.1 Определение КСВН проводить при помощи измерителя КСВН:

- для входа ваттметра проходящей мощности (ВПМ);
- для входа и выхода ПМ.

8.3.2 Подготовить измеритель КСВН к измерениям в диапазоне частот от 0,3 до 3000 МГц.

8.3.3 Подключить ВПМ к измерителю КСВН.

8.3.4 Установить маркер на частоту 0,3 МГц и зафиксировать в протоколе или в рабочем журнале измеренные значения КСВН<sub>ВПМ</sub>.

8.3.5 Повторить измерения на частотах, приведенных в таблице 4.

8.3.6 Подключить ПМ к измерителю КСВН.

8.3.7 Установить маркер на частоту 0,3 МГц и зафиксировать в протоколе или в рабочем журнале измеренные значения КСВН<sub>ПМ</sub> входа и выхода ПМ.

8.3.8 Повторить измерение на частотах, приведенных в таблице 4.

Таблица 4 – Диапазон частот ВПМ и ПМ

Модификация ваттметра	Состав модификации		Частота, МГц
	ВПМ	ПМ	
МЗ-1/50	РАПГ.461512.010	Д2-20-1	0,3; 50; 250; 500; 750; 1000; 1250; 1500; 1750; 2000; 2250; 2500; 2750; 3000
МЗ-20/50	РАПГ.461512.010	Д2-40-20	
МЗ-100/50	РАПГ.461512.010	Д2-40-100	
МЗ-500/50	РАПГ.461512.010	Д2-30-500 и Д2-30-2	0,3; 50; 250; 500; 750; 1000; 1250; 1500; 1750; 2000
МЗ-1500/50	РАПГ.461512.010	Д2-30-2 и Д2-30-1500	0,3; 50; 250; 500; 750; 1000; 1250; 1400

8.3.9 Результаты поверки считать положительными, если полученные значения КСВН:

- входа ВПМ не более 1,30;
- входа и выхода ПМ не более 1,30.

В противном случае ваттметр бракуется. Поверка далее не выполняется.

### 8.4 Определение диапазона и абсолютной погрешности ослабления ПМ

8.4.1 Подготовить измеритель коэффициента передачи к измерениям.

В случае применения анализатора цепей подготовить его к измерениям коэффициента передачи и подключить ПМ к портам 1 и 2.

В случае использования генератора сигналов и датчика средней мощности NRP-Z91 (далее – датчик NRP-Z91) выполнить следующие операции:

- подключить к выходу генератора сигналов датчик NRP-Z91;
- установить на генераторе и датчике NRP-Z91 частоту 0,3 МГц;
- изменяя выходной уровень генератора установить по датчику мощности значение 20 дБм и переключить датчик NRP-Z91 в режим измерения отношений мощностей;
- не изменяя настроек генератора подключить между генератором и датчиком мощности ПМ.

8.4.2 По показаниям анализатора цепей или датчик NRP-Z91 зафиксировать в протоколе или рабочем журнале измеренное значение коэффициента передачи ПМ  $A_0$ .

8.4.3 Установить маркер на частоту 0,3 МГц и зафиксировать в протоколе или рабочем журнале измеренное значение  $A_0$ .

8.4.4 Повторить измерения п. 8.4.3 на частотах, приведенных в таблице 4 и зафиксировать результаты в рабочем журнале.

8.4.5 Рассчитать абсолютную погрешность ослабления по формуле (1):

$$\Delta_A = A_{ном} - A_0, \quad (1)$$

где  $A_{ном}$  - действительное значение ослабления, приведенное в МЗ-1-1500 РЭ;

$A_0$  – измеренные значения ослабления.

Результаты поверки считать положительными если:

- значения ослабления находятся в пределах, приведенных в графах 2 и 3 таблицы 5
- значения абсолютной погрешности ослабления ПМ  $\Delta_A$  находятся в пределах, приведенных в графе 4 таблицы 5.

Таблица 5 – Диапазон и пределы допускаемой абсолютной погрешности ослабления

Обозначение МП	Диапазон А		$\Delta_A$ , дБ
	$A_{мин}$ , дБ	$A_{макс}$ , дБ	
1	2	3	4
Д2-20-1	19	21	$\pm 0,043$
Д2-30-2	29	31	$\pm 0,043$
Д2-40-20	39	41	$\pm 0,043$
Д2-40-100	38	42	$\pm 0,043$
Д2-30-500	28	32	$\pm 0,086$
Д2-30-1500	28	32	$\pm 0,128$
Д2-30-500 и Д2-30-2	57	63	$\pm 0,129$
Д2-30-1500 и Д2-30-2	57	63	$\pm 0,171$

В противном случае ваттметр бракуется. Поверка далее не выполняется.

## 8.5 Определение относительной погрешности измерений мощности ваттметра

8.5.1 Определение относительной погрешности измерений мощности проводить по схемам, приведенным на рисунке 1.



Рисунок 1 – Схема определения относительной погрешности измерений мощности

В качестве калибратора мощности допускается применение комбинации делителя мощно-

сти ДМС2А-18-11Р с датчиком NRP-Z91.

8.5.2 Подготовить генератор сигналов, калибратор мощности (датчик NRP-Z91) и поверяемый ваттметр к проведению измерений в соответствии с их руководствами по эксплуатации.

8.5.3 Установить режим измерений ваттметра «ATT OFF».

8.5.4 Установить частоту 0,3 МГц на генераторе сигналов и подстроить уровень мощности таким образом, чтобы показания поверяемого ваттметра составляли  $(9,5 \pm 0,5)$  мВт.

8.5.5 Зафиксировать в рабочем журнале показания ВПМ  $P_X$  и показания калибратора мощности (датчик NRP-Z91)  $P_{KM}$ .

8.5.6 Повторить операции пп. 8.5.4 и 8.5.5 на частотах, приведенных в таблице 4.

8.5.7 Рассчитать относительную погрешность измерения мощности по формуле (2):

$$\delta_p = \left( \frac{P_X}{P_{KM}} - 1 \right) \cdot 100 \quad . \quad (2)$$

8.5.8 Повторить операции пп. 8.5.4 - 8.5.7 для номинальных значений мощности 5 мВт, 10 мкВт.

8.5.9 Установить между выходом калибратора мощности (выходом делителя мощности) и входом ВПМ ПМ Д2-30-2.

8.5.10 Повторить операции пп. 8.5.4 и 8.5.6 для номинального значения мощности 10 нВт.

8.5.11 Рассчитать относительную погрешность измерения мощности для номинального значения 10 нВт по формуле (3):

$$\delta_p = \left( \frac{P_X}{P_{KM} \cdot 10^{\frac{A_{НОМ}}{10}}} - 1 \right) \cdot 100 \quad . \quad (3)$$

8.5.12 Результаты поверки считать положительными, если значения относительной погрешности измерений мощности для всех частот и номинальных значений мощности, рассчитанных по формулам (2) и (3), находятся в пределах, рассчитанного по формуле (4):

$$\delta_p = \pm \left[ 5 + d \cdot \left( \frac{P_K}{P_X} - 1 \right) \right], \quad (4)$$

где  $d = 0,0001$ ;  $P_K = 10$  мВт;  $P_X$  – показания ваттметра, мВт.

В противном случае ваттметр бракуется.

## 9 ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ

9.1 Ваттметр признается годным, если результаты поверки по всем пунктам таблицы 1 положительные.

9.2 На ваттметр, который признан годным, выдается свидетельство о поверке установленной формы.

Знак поверки наносить в виде наклейки или оттиска клейма поверителя на свидетельство о поверке.

9.3 При отрицательных результатах поверки ваттметр к применению не допускается и на него выдается извещение о непригодности с указанием причин забракования.

Начальник НИО-1 ФГУП «ВНИИФТРИ»

Начальник отдела 11 НИО-1 ФГУП «ВНИИФТРИ»

Ведущий инженер НИО-1 ФГУП «ВНИИФТРИ»

О.В. Каминский

И.П. Чирков

А. С. Боровков