

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


« 27 »



А.И. Шипунов

2019 г.

Измеритель мощности СВЧ РМХ18-012
МЕТОДИКА ПОВЕРКИ
РМХ18-012-3456/1862

р.п. Менделеево

2019 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 модуля эффективного коэффициента отражения выхода преобразователя 2505А	6
	8.4 Определение относительной погрешности измерений мощности	7
9	Оформление результатов поверки	7

1 ВВОДНАЯ ЧАСТЬ

1.1 Настоящая методика поверки (далее - МП) устанавливает методы и средства первичной и периодической поверок измерителя мощности СВЧ РМХ18-012 (далее – измеритель РМХ18), заводской № 3456/1862, изготовленного фирмой «Tegam, Inc», США, находящегося в эксплуатации, а также после хранения и ремонта.

Первичной поверке подлежит измеритель РМХ18 при вводе его в эксплуатацию и после ремонта.

Периодической поверке подлежит измеритель РМХ18 находящийся в эксплуатации и на хранении.

1.2 Интервал между поверками 1 год.

2 ОПЕРАЦИИ ПОВЕРКИ

2.1 При проведении поверки измерителя РМХ18 должны быть выполнены операции, указанные в таблице 1.

Таблица 1 – Операции поверки измерителя РМХ18

Наименование операции	Пункт МП	Проведение операций при	
		первичной поверке	периодической поверке
Внешний осмотр	8.1	да	да
Опробование	8.2	да	да
Определение модуля эффективного коэффициента отражения выхода преобразователя измерительного 2505А	8.3	да	нет
Определение относительной погрешности измерений мощности	8.4	да	да

2.2 Не допускается проведение поверки отдельных измерительных каналов и (или) отдельных автономных блоков из состава измерителя мощности СВЧ РМХ18-012 или меньшего числа измеряемых величин или на меньшем числе поддиапазонов измерений.

3 СРЕДСТВА ПОВЕРКИ

3.1 При проведении поверки измерителя РМХ18 должны быть применены средства измерений, приведенные в таблице 2.

Таблица 2 – Средства измерений для проведения поверки измерителя РМХ18

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
8.2	Комплект измерителей присоединительных размеров КИПР-01Р-01, номинальное значение измеряемого присоединительного размера в тракте 7/3,04 мм – 5,26; пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений присоединительного размера в тракте 7/3,04 мм $\pm 0,02$ мм
8.2, 8.3, 8.4	Генератор сигналов Agilent E8257D, диапазон частот от 250 кГц до 40 ГГц, пределы допускаемой относительной погрешности установки частоты $7,5 \cdot 10^{-8}$, диапазон уровня выходного сигнала от –135 до +9 дБ (1 мВт), пределы допускаемой основной погрешности уровня выходного сигнала $\pm 0,9$ дБ
8.2, 8.4	Государственный рабочий эталон единицы мощности электромагнитных колебаний 1 разряда (по ГОСТ 8.641-2014) в диапазоне значений от 0,1 до 10 мВт в диапазоне частот от 0,03 до 37,50 ГГц, доверительные границы относительной погрешности измерений мощности в коаксиальных трактах при доверительной вероятности 95 % в диапазоне частот от 30 до 100 МГц $\pm 0,4$ %, в диапазоне частот от 100 МГц до 26 ГГц $\pm 1,0$ %

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
8.3	Эталонные ваттметры поглощаемой мощности рассогласованные из состава ГЭТ 26-2010, КСВН не менее 1,5, пределы допускаемой нестабильности калибровочного коэффициента $\pm 0,2$ % в год
8.4	Генератор сигналов сложной формы AFG3022B, диапазон частот генерируемых сигналов синусоидальной формы от 1 мкГц до 25 МГц, пределы допускаемой относительной погрешности установки частоты $\pm 1 \cdot 10^{-6}$, диапазон устанавливаемых амплитуд различных форм сигналов на нагрузке 50 Ом (размах) от 10 мВ до 10 В
8.4	Ваттметр поглощаемой мощности СВЧ NRP18T, диапазон частот от 0 до 18 ГГц, диапазон измерений мощности от $3 \cdot 10^{-4}$ до 10^2 мВт, пределы допускаемой основной относительной погрешности измерений мощности без учета погрешностей из-за рассогласования, установки и дрейфа «нуля» $\pm(0,9 - 2,6)$ %

3.2 Допускается использовать аналогичные средства поверки, которые обеспечат определение метрологических характеристик поверяемого измерителя РМХ18 с требуемой точностью.

3.3 Средства поверки должны быть исправны, поверены и иметь действующие свидетельства о поверке.

4 ТРЕБОВАНИЯ К КВАЛИФИКАЦИИ ПОВЕРИТЕЛЕЙ

4.1 Поверка должна осуществляться лицами с высшим или среднетехническим образованием, аттестованными в качестве поверителей в области радиотехнических измерений в установленном порядке и имеющими квалификационную группу электробезопасности не ниже второй.

4.2 Перед проведением поверки поверитель должен предварительно ознакомиться с документами:

- Измеритель мощности СВЧ РМХ18-012. Формуляр 3456/1862ФО (далее – ФО);
- Измеритель мощности СВЧ РМХ18-012. Руководство по эксплуатации Часть 1. 3456/1862РЭ (далее – РЭ);
- Измеритель мощности СВЧ РМХ18-012. Руководство по эксплуатации Часть 2. Блок измерительный 1830А 3456/1862РЭ1 (далее – РЭ1);
- Измеритель мощности СВЧ РМХ18-012. Руководство по эксплуатации Часть 3. Преобразователь измерительный 2505А 3456/1862РЭ2 (далее – РЭ2).

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 измеритель РМХ18 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 измерителя РМХ18 проводить в условиях:

- | | |
|--|---------------------------------|
| – температура окружающего воздуха, °С | от 21 до 25; |
| – относительная влажность воздуха, %, не более | 80; |
| – атмосферное давление, кПа (мм рт.ст.) | от 84 до 106,7 (от 630 до 800); |
| – напряжение сети, В | от 198 до 242; |
| – частота сети, Гц | от 49,5 до 50,5. |

7 ПОДГОТОВКА К ПРОВЕДЕНИЮ ПОВЕРКИ

7.1 Перед проведением операций поверки необходимо произвести подготовительные работы, оговоренные в руководствах по эксплуатации измерителя РМХ18 и применяемых средств поверки.

8 ПРОВЕДЕНИЕ ПОВЕРКИ

8.1 Внешний осмотр

8.1.1 Внешний осмотр измерителя РМХ18 проводить визуально.

При этом проверить:

- комплектность, маркировку и пломбировку (наклейку) на соответствие ФО;
- целостность и чистоту разъемов ВЧ, USB и питания;
- целостность фирменных наклеек изготовителя на блоке измерительном 1830А (далее – блок 1830А) и преобразователе измерительном 2505А (далее – преобразователь 2505А);
- отсутствие видимых повреждений, влияющих на работоспособность измерителя РМХ18.

8.1.2 Результат внешнего осмотра считать положительным, если:

- комплект поставки соответствует разделам 2 и 4 ФО;
- маркировка и пломбировка (наклейки) соответствуют разделу 5 РЭ;
- фирменные наклейки изготовителя на блоке 1830А и преобразователе 2505А целы;
- разъемы ВЧ и питания целы и чисты;
- отсутствуют видимые повреждения, влияющие на работоспособность измерителя РМХ18.

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

8.2 Опробование

8.2.1 Идентификация программного обеспечения

8.2.1.1 Последовательно выполнить следующие операции:

- подключить измеритель РМХ18 к питающей сети с помощью сетевого кабеля, входящего в комплект поставки;
- нажать кнопку включения на передней панели блока 1830А, дождаться завершения процесса включения и наблюдать на экране блока 1830А идентификационное наименование ПО его версию, результаты наблюдения зафиксировать в рабочем журнале;
- дождаться выхода измерителя РМХ18 в ждущий режим;
- подсоединить преобразователь 2505А к блоку 1830А с помощью кабеля СА-21-15, входящего в комплект поставки;
- выйти из ждущего режима нажатием кнопки ENTER.
- вызвать версию ПО перемещаясь по пунктам меню в следующей последовательности SETUP/Instrument/Firmware Version и наблюдать на экране блока 1830А версию ПО, результаты наблюдения зафиксировать в рабочем журнале.

8.2.1.2 Результаты идентификации ПО считать положительными, если получены следующие идентификационные данные:

- наименование ПО: *Tegam Inc. Model 1830A*;
- значение версии ПО: *v1.1.52a (7226)*.

В противном случае результаты идентификации ПО считать отрицательными и последующие операции поверки не проводить.

8.2.2 Определение присоединительного размера выхода преобразователя 2505А

8.2.2.1 Определить методом прямых измерений комплектом измерителей присоединительных размеров КИПР-01Р-01 присоединительный размер разъема (тип N, розетка) выхода («TEST SENSOR») преобразователя 2505А (далее – разъем «TEST SENSOR»).

Результаты определения зафиксировать в рабочем журнале.

8.2.2.2 Результаты определения считать положительными, если присоединительный размер разъема «TEST SENSOR» находится в допуске от 0 до минус 0,07 мм.

В противном случае результаты определения присоединительного размера разъема выхода преобразователя 2505А считать отрицательными и последующие операции поверки не проводить.

8.2.3 Проверка работоспособности

8.2.3.1 Последовательно выполнить следующие операции:

– включить блок 1830А, дождаться завершения процедуры включения и перехода в ждущий режим;

– подключить с помощью кабеля для нагревателя и подключения напряжения смещения СА-21-15 (входит в комплект поставки) преобразователь 2505А к блоку 1830А;

– нажатием кнопки «ENTER» на передней панели блока 1830А выйти из ждущего режима и дождаться завершения процесса инициализации преобразователя 2505А;

– прогреть измеритель РМХ18 в течение двух часов;

– собрать схему измерений, приведенную на рисунке 1;

– выполнить операцию обнуления измерителя РМХ18 нажатием кнопки «ZERO» (это может занять несколько секунд);

– установить на генераторе сигналов Agilent E8257D (далее – генератор сигналов) частоту 50 МГц и уровень мощности 1 мВт,

– включить мощность СВЧ на генераторе сигналов и наблюдать изменения показаний измерителя РМХ18. Отключить мощность СВЧ на генераторе сигналов.



Рисунок 1

8.2.3.2 Результаты проверки работоспособности считать положительными, если:

– в процессе включения блока 1830А и инициализации преобразователя 2505А не выявлено ошибок;

– выполняется процедура обнуления выполнена;

– показания измерителя РМХ18 при подаче на его вход мощности СВЧ изменяются.

В противном случае результаты проверки работоспособности считать отрицательными.

8.2.4 Результаты опробования считать положительными, если результаты идентификации ПО, результат определения присоединительного размера разъема «TEST SENSOR» и результаты проверки работоспособности положительные.

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

8.3 Определение модуля эффективного коэффициента отражения выхода преобразователя 2505А

8.3.1 Собрать схему измерений, приведенную на рисунке 2.

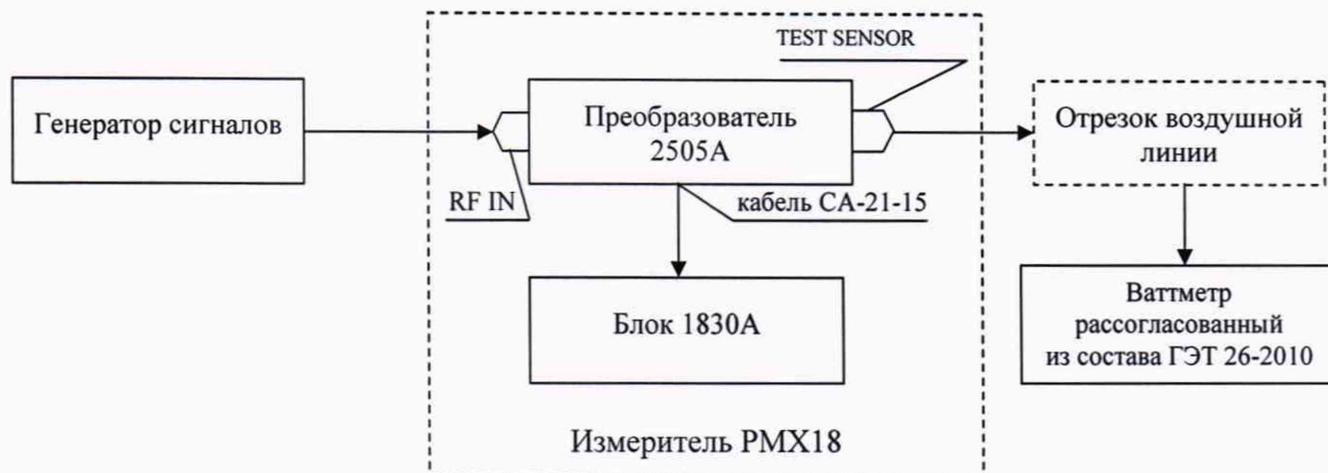


Рисунок 2

8.3.2 Измерения проводить на частотах f :

- кратных 0,25 ГГц в диапазоне от 0,5 ГГц до 3,0 ГГц включительно;
- кратных 0,5 ГГц в диапазоне свыше 3,0 до 18,0 ГГц включительно,

при значении мощности на выходе измерителя PMX18 около 1 мВт.

8.3.3 Для каждой частоты f выполнить измерения мощности без отрезка воздушной линии, а также с отрезками, длина которых соответствует $\lambda/8$, $\lambda/4$, $3\lambda/8$.

8.3.4 Фиксировать в рабочем журнале показания измерителя PMX18-12 – N_{PMX18} и ваттметра рассогласованного эталонного из состава ГЭТ 26-2010 – $N_{ГЭТ_В1}$.

8.3.5 Для всех полученных значений N_{PMX18} и $N_{ГЭТ_В1}$ на частоте f определить значения $(N_{ГЭТ_В1}/N_{PMX18})_{МАКС}$ и $(N_{ГЭТ_В1}/N_{PMX18})_{МИН}$. Результаты определения зафиксировать в рабочем журнале.

8.3.6 Рассчитать значение $|\Gamma_{\Sigma}|$ на частоте f по формуле (1):

$$|\Gamma_{\Sigma}| = \frac{1}{2|\Gamma_{ГЭТ_В1}|} \cdot \frac{(N_{ГЭТ_В1}/N_{PMX18})_{МАКС} - (N_{ГЭТ_В1}/N_{PMX18})_{МИН}}{(N_{ГЭТ_В1}/N_{PMX18})_{МАКС} + (N_{ГЭТ_В1}/N_{PMX18})_{МИН}}, \quad (1)$$

где $|\Gamma_{ГЭТ_В1}|$ – модуль коэффициента отражения ваттметров рассогласованных из состава ГЭТ 26-2010.

Результат расчета зафиксировать в рабочем журнале.

8.3.7 Выполнить операции по п.п. 8.3.3– 8.3.6 для всех частот, указанных в п. 8.3.2.

8.3.8 Результаты поверки считать положительными, если значения $|\Gamma_{\Sigma}|$:

- не более 0,03 в диапазоне частот от 0,5 до 6,0 ГГц включительно;
- не более 0,05 в диапазоне частот свыше 6,0 до 15,0 ГГц включительно;
- не более 0,07 в диапазоне частот свыше 15,0 до 18,0 ГГц включительно.

В противном случае результаты поверки считать отрицательными и дальнейшие операции поверки не проводить.

8.4 Определение относительной погрешности измерений мощности

8.4.1. Измерения для определения относительной погрешности измерений мощности проводить в соответствии со схемой, приведенной на рисунке 3.

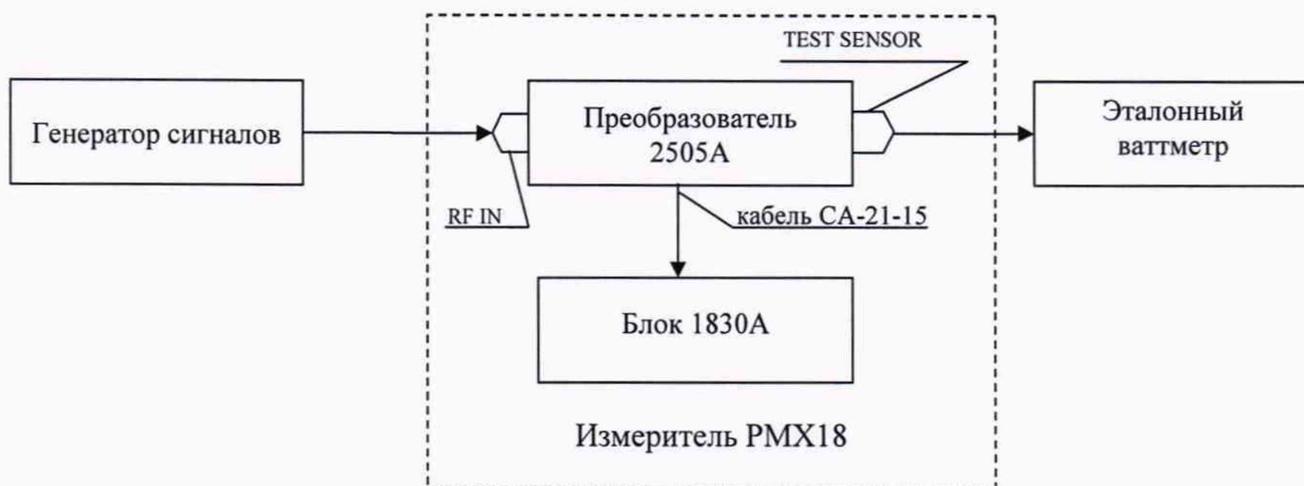


Рисунок 3

8.4.2 Измерения проводить на частотах f :

- 6, 50, 100, 300, 500 кГц;
- 1, 3, 5, 10, 30, 50, 100 МГц;
- кратных 0,25 ГГц от 0,25 ГГц до 3,0 ГГц включительно;
- кратных 0,5 ГГц свыше 3,0 до 18,0 ГГц включительно.

В качестве эталонного ваттметра использовать:

– в диапазоне частот от 6 кГц до 8 ГГц включительно, ваттметр поглощаемой мощности СВЧ NRP18T;

– в диапазоне частот свыше 8 ГГц государственный рабочий эталон единицы мощности электромагнитных колебаний 1 разряда в диапазоне значений от 0,1 до 10 мВт в диапазоне частот от 0,03 до 37,50 ГГц (далее – РЭЕМ).

При проведении измерений в качестве генератора сигналов использовать:

– генератор сигналов сложной формы AFG3022B в диапазоне частот от 0,6 кГц до 10 МГц включительно;

– генератор сигналов E8257D в диапазоне частот свыше 10 МГц до 18 ГГц включительно.

8.4.3 Установить нулевые показания на измерителе РМХ18 и эталонном ваттметре.

Включить генератор сигналов и установить на нем уровень мощности 1 мВт и значение частоты выходного сигнала в соответствии с п. 8.4.2.

Включить на генераторе сигналов мощность СВЧ.

После установления показаний одновременно отсчитать показания измерителя РМХ18 – P_{PMX18} , в мВт, и эталонного ваттметра – $P_{ЭТ}$, в мВт.

Результаты отсчета зафиксировать в рабочем журнале.

Выключить мощность СВЧ.

Результат определения зафиксировать в рабочем журнале.

Повторить измерения не менее трех раз ($n \geq 3$).

8.4.4 Отсоединить эталонный ваттметр от измерителя РМХ18 и присоединить его снова с поворотом на 120° вокруг оси соединителя. Повторить измерения и расчеты по п. 8.4.3.

8.4.5 Рассчитать значения относительной погрешности измерений мощности δ_p , в %, поверяемым измерителем РМХ18 по формуле (2):

$$\delta_p = \left(\sum_{i=1}^n \frac{1}{n} \cdot \left(\frac{P_{PMX18}}{P_{ЭТ}} \right)_i - 1 \right) \cdot 100, \quad (2)$$

где $i = 1, 2, \dots, n$ – номер измерения ($n \geq 6$);

8.4.6 Выполнить операции п.п. 8.4.3 – 8.4.5 для всех частот, указанных в п. 8.4.2.

8.4.8 Результаты поверки считать положительными, если все полученные значения δ_p находятся в пределах $\pm 3,0\%$.

В противном случае результаты поверки считать отрицательными и дальнейшие операции поверки не проводить.

9 ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ

9.1 Измеритель мощности СВЧ РМХ18-012, заводской № 3456/1862, в составе блока измерительного 1830А, заводской № 1862 и преобразователя измерительного 2505А, заводской № 3456, признается годным, если в ходе поверки все результаты положительные.

9.2 На измеритель мощности СВЧ РМХ18-012, заводской № 3456/1862, 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 В случае получения отрицательных результатов поверки измеритель мощности СВЧ РМХ18-012, заводской № 3456/1862, в обращение не допускается и на него выдается извещение о непригодности к применению с указанием причин забракования.

Начальник НИО-1 ФГУП «ВНИИФТРИ»

О.В. Каминский

Начальник отдела 10 НИО-1 ФГУП «ВНИИФТРИ»

И.П. Чирков

Ведущий инженер НИО-1 ФГУП «ВНИИФТРИ»

А. С. Боровков