



ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ РЕГУЛИРОВАНИЮ И МЕТРОЛОГИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
«НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ЦЕНТР ПРИКЛАДНОЙ МЕТРОЛОГИИ – РОСТЕСТ»
(ФБУ «НИЦ ПМ – РОСТЕСТ»)

СОГЛАСОВАНО

Заместитель генерального директора



Д. Меньшиков

«03» августа 2026 г.

Государственная система обеспечения единства измерений

ИЗМЕРИТЕЛИ МОЩНОСТИ ИПРМ

Методика поверки

РТ-МП-948-441-2026

г. Москва
2026 г.

1 Общие положения

Настоящая методика поверки применяется для поверки измерителей мощности ИПРМ (далее по тексту – измерители), используемых в качестве рабочих средств измерений, и устанавливает порядок проведения первичной и периодических поверок.

При определении метрологических характеристик в рамках проводимой поверки обеспечивается:

- передача единицы мощности электромагнитных колебаний в волноводных и коаксиальных трактах в диапазоне частот от 0,03 до 37,5 ГГц в соответствии с государственной поверочной схемой, утвержденной приказом Росстандарта от 30 декабря 2019 г. № 3461, подтверждающей прослеживаемость к государственному первичному эталону гэт26-2010

Для определения метрологических характеристик используются методы непосредственного сличения и прямых измерений.

В результате поверки должны быть подтверждены следующие метрологические требования, приведенные в таблице 1.

Таблица 1- Подтверждаемые метрологические требования

Наименование характеристики	Значение
Диапазон рабочих частот, для модификаций, МГц - ИПРМ1М30М-1К - ИПРМ9К250М-1К - ИПРМ1М500М-1К - ИПРМ30М530М-200 - ИПРМ20М1Г-500 - ИПРМ500М6Г-300	от 1 до 30 от 0,009 до 250 от 1 до 500 от 30 до 530 от 20 до 1000 от 500 до 6000
Диапазон измерений мощности, Вт	от 0,01 до 150
КСВН входа, не более	1,35
Пределы допускаемой относительной погрешности измерений мощности, без учета погрешности рассогласования, %	±10,0

2 Перечень операций поверки средства измерений

2.1 При проведении поверки выполняют операции, указанные в таблице 2.

Таблица 2 – Операции поверки

Наименование операции	Обязательность выполнения операций поверки при		Номер раздела (пункта) методики поверки, в соответствии с которым выполняется операция поверки
	первичной поверке	периодической поверке	
Внешний осмотр	Да	Да	7
Контроль условий поверки (при подготовке к поверке и опробовании средства измерений)	Да	Да	8.1
Опробование (при подготовке к поверке и опробовании средства измерений)	Да	Да	8.2
Определение метрологических характеристик и подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям			9

Определение КСВН входа	Да	Да	9.1
Определение относительной погрешности измерений мощности, без учета погрешности рассогласования	Да	Да	9.2

3 Требования к условиям проведения поверки

3.1 При проведении поверки должны соблюдаться условия, установленные в ГОСТ 8.395-80 «Государственная система обеспечения единства измерений. Нормальные условия измерений при поверке. Общие требования» и в технической документации на измеритель и средства поверки.

- температура окружающей среды, °С.....от 15 до 25
- относительная влажность воздуха, %.....от 30 до 80

4 Требования к специалистам, осуществляющим поверку

4.1 К проведению поверки допускают специалистов, имеющих необходимую квалификацию, изучивших настоящую методику поверки и эксплуатационную документацию на измеритель и используемые средства поверки. Рекомендации относительно количества специалистов, необходимых для проведения процедуры поверки, отсутствуют.

5 Метрологические и технические требования к средствам поверки

5.1 При проведении поверки применяют средства поверки (эталон, средства измерений и вспомогательные технические средства), указанные в таблице 3.

Таблица 3 – Средства поверки и вспомогательные устройства

Операции поверки, требующие применения средств поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
п. 8.1 Контроль условий поверки, п. 8.2 Опробование (при подготовке к поверке и опробовании средства измерений)	Средства измерений температуры окружающей среды в диапазоне измерений от плюс 20 °С до плюс 30 °С с абсолютной погрешностью не более ± 1 °С; Средства измерений относительной влажности воздуха в диапазоне измерений от 30 % до 80 % с погрешностью не более ± 5 %	Термогигрометр UNITESS THB 1, рег. № 70481-18
9.1 Определение КСВН входа	Средства измерений модуля коэффициента отражения (КО) в диапазоне частот от 9 кГц до 1000 МГц, диапазон измерений модуля КО от 0 до 1, погрешность измерений ± 5 %	Анализатор цепей векторный ZNL3, рег. № 77623-20
	Средства измерений модуля коэффициента отражения (КО) в диапазоне частот от 1 Гц до 6 ГГц, диапазон измерений модуля КО от 0 до 1, погрешность измерений ± 5 %	Анализатор электрических цепей векторный ZVA50, рег. № 48335-11
9.2 Определение относительной погрешности измерений мощности	Эталон единицы мощности электромагнитных колебаний, соответствующий требованиям к эталонам не ниже 2 разряда в соответствии с ГПС, утвержденной приказом Росстандарта от 30.12.2019 № 3461, в диапазоне частот от $9 \cdot 10^{-6}$ до 6 ГГц	Ваттметр поглощаемой мощности СВЧ NRP18T, рег. № 69958-17
	Средства воспроизведения синусоидального сигнала в диапазоне частот от $9 \cdot 10^{-6}$ до 6 ГГц, с уровнем выходной мощности от минус 50 до плюс 27 дБ (1 мВт)	Генератор сигналов SMA100B, рег. № 68980-20
	Широкополосный усилитель в диапазоне частот от $9 \cdot 10^{-6}$ до 6 ГГц с уровнем выходной мощности до 150 Вт	Широкополосный усилитель BBA150
	Аттенюатор с номинальным ослаблением 40 дБ, мощностью до 150 Вт	Аттенюатор 5940_N-50-250/133_NE
	Нагрузка согласованная 50 Ом, КВСН менее 1,1	Нагрузка согласованная НСЗ-18-11 из состава набора калибровочных мер НКММ-11-11Р
Примечание – Допускается использовать при поверке другие утвержденные и аттестованные эталоны единиц величин, средства измерений утвержденного типа и поверенные, удовлетворяющие метрологическим требованиям, указанным в таблице		

6 Требования (условия) по обеспечению безопасности проведения поверки

6.1 При проведении поверки необходимо соблюдать:

- общие правила техники безопасности в соответствии с требованиями ГОСТ 12.2.003-91 «Система стандартов безопасности труда. Оборудование производственное. Общие требования безопасности»;

- «Правила по охране труда при эксплуатации электроустановок», утвержденные Приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 15 декабря 2020 г. № 903н «Об утверждении Правил по охране труда при эксплуатации электроустановок»;
- указания по технике безопасности, указанные в соответствующих эксплуатационных документах применяемых эталонов и средств измерений;
- указания по технике безопасности, действующие на месте проведения работ.

7 Внешний осмотр средства измерений

7.1 При проведении внешнего осмотра установить соответствие измерителей следующим требованиям:

- внешний вид измерителей должен соответствовать фотографиям, приведённым в руководстве по эксплуатации и в описании типа средства измерений;
- тип коаксиального соединителя входа измерителей должен иметь тип – N «розетка»;
- наружная поверхность измерителей не должна иметь следов механических повреждений, которые могут влиять на их работу;
- разъемы измерителей должны быть чистыми, без механических повреждений (вмятин, забоин, отслаивания покрытия и т. д.) и заусениц на контактных и токонесущих поверхностях.

7.2 Результат проверки считается положительным, если выполняются требования п. 7.1. В случае выявления несоответствий по п. 7.1 результаты внешнего осмотра считать отрицательными, дальнейшие операции поверки не производить.

8 Подготовка к поверке и опробование средства измерений

8.1 Контроль условий поверки

Выполнить контроль условий окружающей среды.

Результаты измерений температуры и относительной влажности в помещении должны находиться в пределах, указанных в разделе 3. В случае выявления несоответствий поверка измерителя приостанавливается до выполнения условий, указанных в разделе 3.

8.2 Подготовка к работе и опробование

Перед проведением операций поверки необходимо выполнить подготовительные работы, установленные в руководствах по эксплуатации на измеритель и применяемые средства поверки.

Опробование измерителя выполнить в следующей последовательности:

- разместить измеритель на рабочем месте, обеспечив удобство работы и условия естественной вентиляции;

подключить измеритель к сети с помощью блока питания (или кабеля питания для модификации ИПРМ1М30М-1К), входящего в комплект поставки, и нажать кнопку питания.

Убедиться, что ЖК-дисплей загорелся.

Проверить работоспособность сенсорного ЖК-дисплея.

Результаты опробования считать положительными, если после включения ЖК-дисплей загорается и работает сенсорное управление.

9 Определение метрологических характеристик и подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям

9.1 Определение КСВН входа

9.1.1 Определение КСВН входа измерителя провести с помощью анализатора цепей векторного ZNL3 для измерителей ИПРМ1М30М-1К, ИПРМ30М530М-200, ИПРМ1М500М-1К, ИПРМ20М1Г-500, ИПРМ9К250М-1К.

Для измерителя ИПРМ500М6Г-300 определение КСВН входа провести с помощью анализатора электрических цепей векторного ZVA50.

Таблица 4

Модификация	Диапазон частот, МГц	КСВН входа, не более
ИПРМ1М30М-1К	от 1 до 30	1,35
ИПРМ9К250М-1К	от 0,009 до 250	1,35
ИПРМ1М500М-1К	от 1 до 500	1,35
ИПРМ30М530М-200	от 30 до 530	1,35
ИПРМ20М1Г-500	от 20 до 1000	1,35
ИПРМ500М6Г-300	от 500 до 6000	1,35

Провести калибровку анализатора цепей векторного в диапазоне частот соответствующему диапазону поверяемого измерителя.

Собрать схему измерений в соответствии с рисунком 1.

Зафиксировать значения КСВН в диапазоне частот измерителя, указанных в таблице 6.

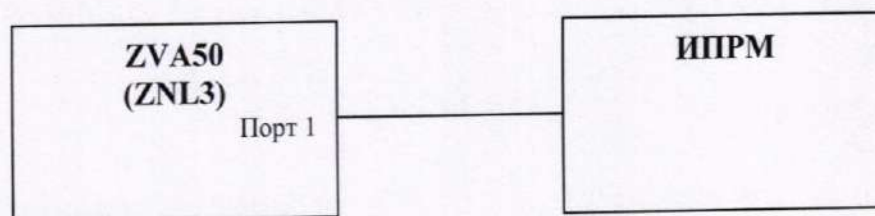


Рисунок 1 – Схема определения КСВН входа

9.1.2 Результаты операции поверки по п.9.1 считать положительными, если измеренные значения КСВН не превышают значений, указанных в таблице 4.

9.2 Определение относительной погрешности измерений мощности без учета погрешности рассогласования

9.2.1 Определение относительной погрешности измерений мощности без учета погрешности рассогласования в диапазоне частот на уровне мощности 10 Вт.

Определение относительной погрешности измерений мощности без учета погрешности рассогласования на уровне 10 Вт провести при помощи аттенюатора 5940_N-50-250/133_NE, ваттметра поглощаемой мощности СВЧ NRP18T, широкополосного усилителя ВВА150 и генератора сигналов SMA100B.

9.2.1.1 Определить действительные значения ослабления аттенюатора. Для определения действительного значения ослабления аттенюатора 5940_N-50-250/133_NE подготовить к работе ZNL3 и ZVA50.

9.2.1.2 Собрать схему измерений в соответствии с рисунком 2.

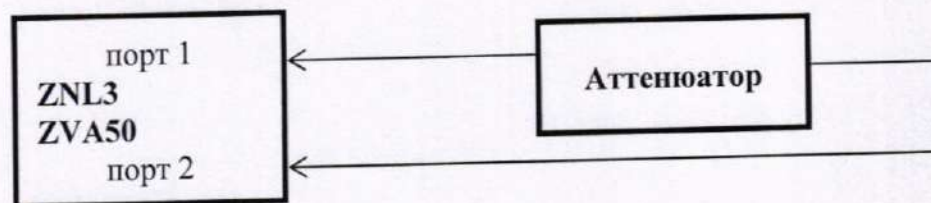


Рисунок 2 – Схема определения ослабления аттенюатора.

9.2.1.3 Провести калибровку анализаторов цепей в соответствии с руководствами по эксплуатации на них.

9.2.1.4 Провести измерения ослабления на частотах, указанных в таблице 5. Записать измеренные значения $A_{изм}$, дБ.

Таблица 5

Модификация измерителя	Частота, МГц
ИПРМ1М30М-1К	1
	5
	10
	20
	30
ИПРМ9К250М-1К	0,009
	0,1
	1
	50
	100
	200
	250
ИПРМ1М500М-1К	1
	10
	50
	100
	200
	300
	400
	500
	500
ИПРМ30М530М-200	30
	100
	200
	300
	400
	500
	530
ИПРМ20М1Г-500	20
	100
	300
	500
	700
	900
	1000
	1000
ИПРМ500М6Г-300	500
	1000
	2000
	3000
	4000
	5000
	6000

9.2.1.5 Подготовить генератор сигналов SMA100B, широкополосный усилитель ВВА150 и ваттметр поглощаемой мощности СВЧ NRP18T, в соответствии с руководствами по эксплуатации на них.

Выполнить соединение средств измерений в соответствии со схемой, приведённой на рисунке 3.

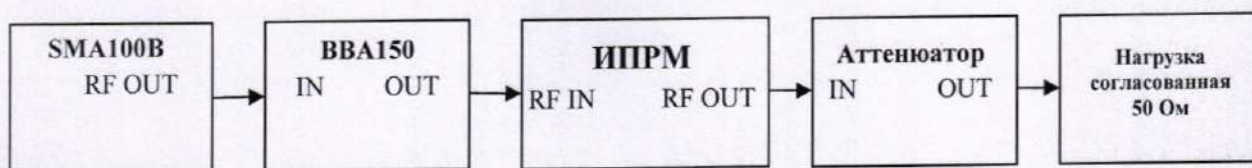


Рисунок 3 – Схема определения относительной погрешности измерений мощности

9.2.1.6 Установить на генераторе значение частоты из таблицы 5. Подстроить уровень выходной мощности на генераторе, чтобы показания измерителя ИПРМ установились на значении 10,0 Вт. Подождать не менее 10 минут и убедиться, что показания измерителя не меняются. В случае изменения показаний, подстроить уровень генератора так, чтобы показания измерителя установились на значении 10,0 Вт.

9.2.1.7 Отключить аттенюатор и измеритель от выхода усилителя. Выполнить соединение средств измерений в соответствии со схемой, приведённой на рисунке 4.

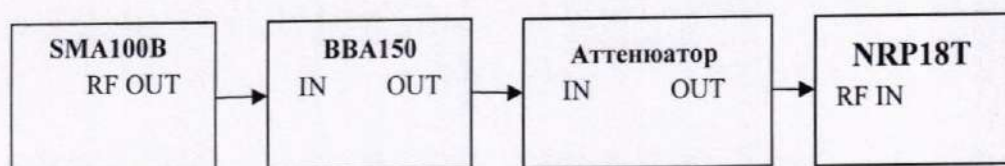


Рисунок 4 – Схема определения действительного значения мощности

Не меняя частоту и уровень генератора провести измерения мощности на выходе аттенюатора с помощью ваттметра поглощаемой мощности СВЧ NRP18T и записать показания P_d , Вт.

9.2.1.8 Провести измерения по п.п. 9.2.1.6 – 9.2.1.7 для каждой частоты из таблицы 5 в зависимости от модификации измерителя.

9.2.1.9 Рассчитать относительную погрешность измерений мощности, без учета погрешности рассогласования, δ_P , %, по формуле

$$\delta_P = \left(\left(\frac{10 \cdot 10^{\frac{A_{\text{изм}}}{10}}}{P_d} \right) - 1 \right) \cdot 100, \quad (1)$$

где $A_{\text{изм}}$ – значения ослабления аттенюатора для каждой частоты, дБ; P_d – значения мощности, измеренные ваттметром поглощаемой мощности СВЧ NRP18T, Вт.

9.2.2 Определение диапазона измерений мощности и относительной погрешности измерений мощности без учета погрешности рассогласования

Определение диапазона измерений мощности и относительной погрешности измерений мощности без учета погрешности рассогласования провести при помощи аттенюатора 5940_N-50-250/133_NE, ваттметра поглощаемой мощности СВЧ NRP18T, широкополосного усилителя BBA150 и генератора сигналов SMA100B.

9.2.2.1 Подготовить генератор сигналов SMA100B, широкополосный усилитель BBA150 и ваттметр поглощаемой мощности СВЧ NRP18T в соответствии с руководствами по эксплуатации на них.

Выполнить соединение средств измерений в соответствии со схемой, приведённой на рисунке 3.

9.2.2.2 Установить на генераторе частоту 10 МГц (для модификаций ИПРМ1М30М-1К, ИПРМ9К250М-1К, ИПРМ1М500М-1К) или 100 МГц (для модификаций ИПРМ30М530М-200, ИПРМ20М1Г-500, ИПРМ500М6Г-300). Подстроить уровень выходной мощности на

генераторе, чтобы показания измерителя установились на значении 10,0 мВт. Подождать не менее 10 минут и убедиться, что показания измерителя не меняются. В случае изменения показаний, подстроить уровень генератора так, чтобы показания измерителя установились на значении 10,0 мВт.

9.2.2.3 Выполнить действия, указанные в п. 9.2.1.7.

9.2.2.4 Провести измерения по пп. 9.2.2.2 – 9.2.2.3 для значений мощности $R_{\text{ИПРМ}}$, Вт, измеренных измерителем 1 Вт, 10 Вт, 50 Вт, 100 Вт, 150 Вт.

9.2.2.5 Рассчитать относительную погрешность измерений мощности, без учета погрешности рассогласования δ_r , %, по формуле

$$\delta_r = \left(\frac{R_{\text{ИПРМ}} \cdot 10^{\frac{A_{\text{изм}}}{10}}}{P_d} - 1 \right) \cdot 100, \quad (2)$$

где $R_{\text{ИПРМ}}$ – значения мощности, измеренные измерителем, Вт

$A_{\text{изм}}$ – значения ослабления аттенюатора для каждой частоты, дБ;

P_d – значения мощности, измеренные ваттметром поглощаемой мощности СВЧ NRP18T, Вт.

9.2.2.6 Результат операции поверки по п. 9.2 считается положительным, если диапазон измерений мощности от 0,01 до 150 Вт, значения относительной погрешности измерений мощности, без учета погрешности рассогласования не превышают $\pm 10,0$ %.

9.3 Измерители соответствуют метрологическим требованиям, установленным при утверждении типа, и результаты поверки считают положительными, если выполняются условия, приведенные в пунктах 9.1, 9.2.

В случае невыполнения условий по п. 9.3 результаты поверки измерителя считают отрицательными.

10 Оформление результатов поверки

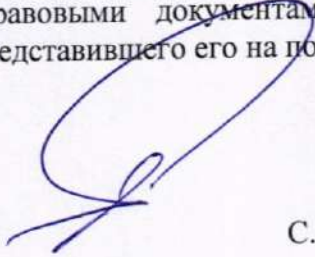
10.1 Результаты проверки внешнего осмотра, опробования, условий поверки и окончательные результаты измерений (расчетов), полученные в процессе поверки, заносят в протокол поверки. Протокол поверки оформляется в произвольной форме в соответствии с требованиями аккредитованного на поверку лица, проводившего поверку. Протокол поверки выдается по заявлению владельца средства измерений или лица, представившего его на поверку.

10.2 Сведения о результатах поверки средств измерений передаются в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений в соответствии с Порядком создания и ведения Федерального информационного фонда по обеспечению единства измерений.

10.3 Нанесение знака поверки на измеритель не предусмотрено. Знак поверки наносится на свидетельство о поверке.

10.4 Свидетельство о поверке или извещение о непригодности, оформленные в соответствии с действующими нормативными правовыми документами, выдаются по заявлению владельца средства измерений или лица, представившего его на поверку.

Начальник лаборатории № 441
ФБУ «НИЦ ПМ – Ростест»



С. Н. Гольшак

Заместитель начальника лаборатории № 441
ФБУ «НИЦ ПМ – Ростест»



С. А. Дружинин