ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ РЕГУЛИРОВАНИЮ И МЕТРОЛОГИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
«ГОСУДАРСТВЕННЫЙ РЕГИОНАЛЬНЫЙ ЦЕНТР СТАНДАРТИЗАЦИИ, МЕТРОЛОГИИ И ИСПЫТАНИЙ В Г. МОСКВЕ И МОСКОВСКОЙ ОБЛАСТИ»
(ФБУ «РОСТЕСТ-МОСКВА»)

СОГЛАСОВАНО
Заместитель генерального директора
ФБУ «Ростест-Москва»

_____ А.Д. Меньшиков

М.п.

«22» марта 2021 г.

Государственная система обеспечения единства измерений

БЛОКИ ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЕ ВАТТМЕТРОВ СВЧ NRX

Методика поверки

РТ-МП-172-441-2021

г. Москва
2021 г.

ООО "ВекторСтар" +7 (499) 390-05-54; sales@vectorstar.ru; https://vectorstar.ru/

1 Общие положения

Настоящая методика распространяется на блоки измерительные ваттметров СВЧ NRX, изготавливаемые фирмой “Rohde & Schwarz zavod Vimperk, s.r.o.”, Чехия, и устанавливает порядок и объем их первичной и периодической поверки.

Поверка блоков измерительных ваттметров СВЧ NRX может осуществляться только аккредитованным, на проведение поверки в соответствии с законодательством Российской Федерации об аккредитации в национальной системе аккредитации лицом, в соответствии с его областью аккредитации.

При проведении поверки должна быть обеспечена прослеживаемость поверяемых блоков измерительных ваттметров СВЧ NRX к государственному первичному эталону единиц величин:

- к ГЭТ 26-2010. «Государственный первичный эталон единицы мощности электромагнитных колебаний в волноводных и коаксиальных трактах в диапазоне частот от 0,03 до 37,50 ГГц» в соответствии с Приказом Росстандарта № 3461 от 30.12.2019 Об утверждении государственной поверочной схемы для средств измерений мощности электромагнитных колебаний в диапазоне частот от 9 кГц до 37,5 ГГц.

Для обеспечения реализации методики поверки при определении метрологических характеристик по пункту10.1 применяется метод прямых измерений.

Методика поверки не предусматривает возможность проведения поверки для меньшего числа измеряемых величин и на меньшем числе поддиапазонов измерений.

2 Перечень операций поверки средства измерений

2.1 При проведении поверки выполняют операции, указанные в таблице 1.

Таблица 1 – Операции поверки

Наименование операции	Методы поверки (номер пункта)	Обязательность проведения при поверке	
		первичной	периодической
1	2	3	4
Внешний осмотр средства измерений	7	Да	Да
Подготовка к поверке и опробование средства измерений	8	Да	Да
Идентификация программного обеспечения средства измерений	9	Да	Да
Определение метрологических характеристик средства измерений	10		
Определение относительной погрешности установки уровня выходного сигнала	10.1	Да	Да

ООО "ВекторСтар" +7 (499) 390-05-54; sales@vectorstar.ru; https://vectorstar.ru/

3 Требования к условиям проведения поверки

При проведении поверки должны соблюдаться нормальные условия установленные в ГОСТ 8.395-80 «Государственная система обеспечения единства измерений. Нормальные условия измерений при поверке. Общие требования»:

– температура окружающей среды, °С ……от 15 до 25
– относительная влажность воздуха, % .....от 30 до 80
– атмосферное давление, кПа (мм рт.ст.) ……от 84 до 106 (от 630 до 795)

4 Требование к специалистам, осуществляющим поверку

К проведению поверки блоков измерительных ваттметров СВЧ NRX (далее – NRX) допускаются специалисты имеющие:

- высшее образование или дополнительное профессиональное образование по специальности и (или) направлению подготовки, соответствующему области аккредитации («метрология» и (или) «радиоизмерения»);
- опыт работы по обеспечению единства измерений в области аккредитации, указанной в заявлении об аккредитации или в реестре аккредитованных лиц, не менее трех лет;
- освоившие работу с NRX и применяемыми средствами поверки;
- изучившие настоящую методику.

5 Метрологические и технические требования к средствам поверки

5.1 При проведении поверки блоков измерительных ваттметров СВЧ NRX применяют средства поверки, указанные в таблице 2.

5.2 Вместо указанных в таблице средств поверки допускается применять другие аналогичные эталоны единиц величин и средства измерений, обеспечивающие требуемую точность передачи единиц величин поверяемому средству измерений.

5.3 Применяемые средства поверки должны быть исправны и поверены, применяемые средства поверки утверждённого типа СИ в качестве эталонов единиц величин должны быть исправны и поверены с присвоением соответствующего разряда, по требованию государственных поверочных схем.

5.4 Применяемые эталоны единиц величин не утверждённого типа СИ, должны быть аттестованы и утверждены приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии, в соответствии с пунктом 6 Положения об эталонах единиц величин используемых в сфере государственного регулирования обеспечения единства измерений, утверждённого постановлением Правительства Российской Федерации от 23 сентября 2010 года №734 (с изменениями на 21 октября 2019 года) с присвоением соответствующего разряда, по требованию государственных поверочных схем.

ООО "ВекторСтар" +7 (499) 390-05-54; sales@vectorstar.ru; https://vectorstar.ru/

Таблица 2 – Средства поверки

Номер пункта документа по поверке	Наименование средства поверки	Требуемые технические характеристики средства поверки		Рекомендуемое средство поверки
		Пределы измерений	Пределы допускаемой погрешности	
1	2	3	4	5
10.1	Ваттметр проходящей мощности	Диапазон частот от 0,05 до 1 ГГц пределы измерения мощности Р (от 10^{-2} до 10^{2}) мВт $\lvert\Gamma_{эф}^{корр}\rvert \leq 0{,}025$ Выход: тип N	1 разряд по Приказу Росстандарта № 3461 от 30.12.2019	Калибратор мощности СВЧ NRPC18
10.1	Измеритель мощности	Диапазон частот от 0,05 до 1 ГГц пределы измерения мощности Р от 10^{-2} до 10^{2} мВт	2 разряд по Приказу Росстандарта № 3461 от 30.12.2019	Ваттметр поглощаемой мощности СВЧ NRP18T
10.1	Генератор сигналов	Диапазон частот от от 0,05 до 1 ГГц $P_{вых}$ от -20 до +30 дБ (1 мВт)	±1 дБ	Генератор сигналов SMA100B с опциями B103, опции K31 и B32
10.1	Термо-гигрометр	от 0 до 60 °С от 10 до 95 %	±0,4 °С ±3 %	Прибор комбинированный Testo 622

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 «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 24 июля 2013 года № 328н «Об утверждении Правил по охране труда при эксплуатации электроустановок»;

– указания по технике безопасности, приведенные в эксплуатационной документации на средства поверки;

– указания по технике безопасности, приведенные в эксплуатационной документации на NRX;

6.2 К проведению поверки допускаются специалисты, изучившие требования безопасности по ГОСТ 22261-94 «Средства измерений электрических и магнитных величин. Общие технические условия. с Изменением №1» и ГОСТ 12.2.091-2002 «Безопасность электрических контрольно-измерительных приборов и лабораторного

ООО "ВекторСтар" +7 (499) 390-05-54; sales@vectorstar.ru; https://vectorstar.ru/

оборудования. Часть 1. Общие требования», имеющие 3 группу допуска по электробезопасности и прошедшие инструктаж по технике безопасности на рабочем месте.

6.3 На рабочем месте должны быть приняты меры по обеспечению защиты от воздействия статического электричества.

7 Внешний осмотр средства измерений

При проведении внешнего осмотра установить соответствие NRX следующим требованиям:

- внешний вид NRX должен соответствовать фотографиям, приведённым в описании типа на данное средство измерений;
- наличие маркировки, подтверждающей тип, и заводского номера;
- наличие пломб от несанкционированного доступа, установленных в местах согласно описанию типа на данное средство измерений.
- наружная поверхность NRX не должна иметь следов механических повреждений, которые могут влиять на работу прибора и его органов управления;
- разъемы NRX должны быть чистыми;
- комплектность NRX должна соответствовать указанной в технической документации фирмы-изготовителя.

Результаты выполнения операции считать положительными, если выполняются вышеуказанные требования.

Установленный факт отсутствия пломб от несанкционированного доступа при периодической поверке не является критерием неисправности средства измерений и носит информативный характер для производителя средства измерений и сервисных центров, осуществляющих ремонт.

Факт отсутствия пломб от несанкционированного доступа при периодической поверке фиксируется в протоколе поверки в соответствующем разделе.

8 Подготовка к поверке и опробование средства измерений

8.1 Подготовка к поверке

Порядок установки NRX на рабочее место, включения, управления и дополнительная информация приведены в руководстве по эксплуатации: «Блоки измерительные ваттметров СВЧ NRX». Руководство по эксплуатации».

Убедиться в выполнении условий проведения поверки.

Выдержать NRX в выключенном состоянии в условиях проведения поверки не менее двух часов, если он находился в отличных от них условиях.

Выдержать NRX во включенном состоянии не менее 30 минут.

Выдержать средства поверки во включенном состоянии в течение времени, указанного в их руководствах по эксплуатации.

8.2 Опробование

Проверить отсутствие сообщений о неисправности на экране NRX после включения прибора.

Нажать клавишу [**System**] и выбрать режимы на сенсорном экране: **"Instrument Info" > "System"**. В открывшемся меню «**System info**» должен быть указан серийный номер NRX. Данный серийный номер должен соответствовать серийному номеру,

ООО "ВекторСтар" +7 (499) 390-05-54; sales@vectorstar.ru; https://vectorstar.ru/

нанесённому на заднюю панель NRX методом наклейки в формате шестизначного цифрового номера.

Подключить измерительный кабель ваттметра поглощаемой мощности СВЧ NRP18T к разъёму измерительного канала А блока измерительного NRX. Нажать клавишу [**System**] и выбрать режимы на сенсорном экране: **"Connections" > "Sensor Manager"**. В открывшемся меню «**Sensor info**» должен быть указан тип подключенного ваттметра поглощаемой мощности, его серийный номер и буквенное обозначение измерительного канала, к которому подключён ваттметр поглощаемой мощности. Повторить данную операцию для всех установленных на NRX измерительных каналов.

Результаты опробования считать удовлетворительными, если:

- после включения и загрузки программного обеспечения NRX не возникают сообщения об ошибках;
- серийный номер в меню «**System info**» соответствует серийному номеру, нанесённому на заднюю панель NRX методом наклейки в формате шестизначного цифрового номера;
- индицируется тип подключенного ваттметра поглощаемой мощности, его серийный номер и буквенное обозначения измерительного канала, к которому подключён ваттметр поглощаемой мощности для всех доступных измерительных каналов NRX.

9 Идентификация программного обеспечения средства измерений

Проверить отсутствие сообщений о неисправности на экране NRX после включения СИ. Идентификационное наименование и номер версии программного обеспечения NRX отображаются при нажатии: **SYSTEM: "Instrument Info" > "System"**

Номер версии ПО, отображаемый в меню «**System info**», должен соответствовать описанию ПО в технической документации на NRX.

10 Определение метрологических характеристик средства измерений

10.1 Определение относительной погрешности установки уровня выходного сигнала

Определение относительной погрешности установки уровня выходного сигнала проводят методом прямых измерений с помощью ваттметра поглощаемой мощности СВЧ NRP18T. Перед этими измерениями проводят определение поправочного коэффициента NRP18T методом непосредственного сличения в соответствии с приложением Б, Приказа Росстандарта № 3461 от 30.12.2019 «Об утверждении государственной поверочной схемы для средств измерений мощности электромагнитных колебаний в диапазоне частот от 9 кГц до 37,5 ГГц», с помощью калибратора мощности СВЧ NRPC18.

10.1.1 Для определения действительных значений поправочного коэффициента NRP18T выполнить соединение приборов по схеме, представленной на рисунке 1.

Подключить ваттметр поглощаемой мощности СВЧ NRP18T и калибратор мощности СВЧ NRPC18 к ПК через ПО «Power Viewer Plus». В ПО «Power Viewer Plus», управляющей NRP18T и NRPC18, ввести частоту 50 МГц.

Установить на генераторе частоту 50 МГц и уровень выходной мощности (26±0,5) дБ (1 мВт). Плавно изменяя уровень мощности генератора, установить мощность, измеряемую калибратором плюс (20±0,1) дБ (1 мВт). Выключить мощность.

ООО "ВекторСтар" +7 (499) 390-05-54; sales@vectorstar.ru; https://vectorstar.ru/

Установить в ПО «Power Viewer Plus» «ноль» для NRP18T и NRPC18, установить единицу измерений мВт. Установить время измерения (aperture) калибратора 300 мс. Включить мощность СВЧ на генераторе и, после установления показаний, одновременно отсчитать показания ваттметра NRP18T $P_{ИЗМ}$ и калибратора NRPC18 $P_{ЭТ}$ в мВт. Зафиксировать результаты измерений в таблице 3. Выключить мощность СВЧ.

Повторить аналогично измерения для измеряемых на калибраторе NRPC18 уровней мощности минус 20, минус 10, 0, 10, дБ (1 мВт), при этом устанавливая мощность на генераторе на 6 дБ (1 мВт) больше. Зафиксировать результаты измерений в таблице 3.

Повторить аналогично измерения для всех указанных уровней на частоте 1 ГГц. Зафиксировать результаты измерений в таблице 3.

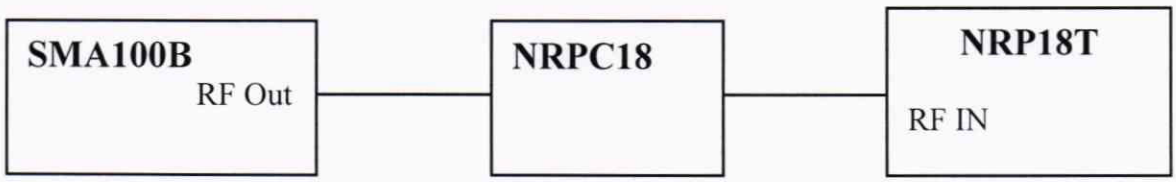

Рисунок 1 - Схема определения поправочного коэффициента NRP18T

10.1.2 Для определение основной относительной погрешности установки уровня выходного сигнала NRX выполнить соединение приборов по схеме, представленной на рисунке 2.

Подключить ваттметр поглощаемой мощности СВЧ NRP18T к ПК через ПО «Power Viewer Plus». Измерительный разъём ваттметра NRP18T подключить к выходу калибратора блока измерительного NRX «Power Ref». В ПО «Power Viewer Plus», управляющей NRP18T, ввести частоту 50 МГц, и установить «ноль», и установить единицу измерений мВт. На блоке измерительном NRX установить частоту 50 МГц, уровень сигнала калибратора Р плюс 20 дБ (1 мВт). Включить сигнал калибратора на блоке измерительном NRX и зафиксировать показания ваттметра NRP18T P_{NRP18T} в мВт.

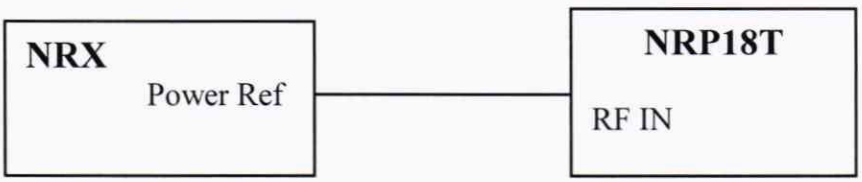

Рисунок 2 - Схема определения основной относительной погрешности установки уровня выходного сигнала NRX

Повторить аналогично измерения для установленных на блоке измерительном NRX уровней сигнала калибратора Р: минус 20, минус 10, 0, 10, дБ (1 мВт). Зафиксировать результаты измерений в таблице 3. Повторить измерения на частоте 1 ГГц. Зафиксировать результаты измерений в таблице 3.

ООО "ВекторСтар" +7 (499) 390-05-54; sales@vectorstar.ru; https://vectorstar.ru/

11 Подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям

11.1 Для полученных в пункте 10.1.1 результатов измерений, рассчитать поправочный коэффициент *K* для NRP18T по формуле 1:

$$K = [(P_{ИЗМ} - P_{ЭТ})/ P_{ЭТ}]\cdot 100\ \%\ , \qquad (1)$$

где $P_{ИЗМ}$ – показания ваттметра NRP18T, мВт;
$P_{ЭТ}$ – показания калибратора мощности СВЧ NRPC18, мВт.

Результаты расчётов занести в таблицу 3 в соответствующий столбец.

11.2 Для полученных в пункте 10.1.2 результатов измерений, рассчитать относительную погрешность установки уровня выходного сигнала NRX по формуле 2:

$$\delta P_{NRX} = [(P - P_{NRP18T})/ P_{NRP18T}]\cdot 100\ \%\ - K, \qquad (2)$$

где P_{NRP18T} – показания ваттметра NRP18T, мВт;
P – установленный уровень сигнала калибратора NRX, мВт.
K – поправочный коэффициент NRP18T, определённый в п.11.1

Результаты расчётов занести в таблицу 3 в соответствующий столбец

Рассчитанные значения относительной погрешности установки уровня выходного сигнала NRX δP_{NRX} для всех указанных частот и уровней не должны превышать значений $\delta P_{ДОП}$, указанных в крайнем правом столбце таблицы 3.

Таблица 3

Установленный уровень сигнала, *P* дБ (1 мВт)	$P_{ИЗМ}$, *мВт*	$P_{ЭТ}$ *мВт*	*K* *%*	P_{NRP18T} *мВт*	δP_{NRX} *%*	$\delta P_{ДОП}$ *%*
Частота 50 МГц						
20						±1,0
10						±1,0
0						±1,0
-10						±1,0
-20						±1,0
Частота 1 ГГц						
20						±1,2
10						±1,2
0						±1,2
-10						±1,2
-20						±1,2

ООО "ВекторСтар" +7 (499) 390-05-54; sales@vectorstar.ru; https://vectorstar.ru/

Критериями принятия специалистом, проводившим поверку, решения по подтверждению соответствия средства измерений метрологическим требованиям, установленным при утверждении типа, являются: обязательное выполнение всех процедур, перечисленных в разделах 8.2; 9; 10 и соответствие действительных значений метрологических характеристик блоков измерительных ваттметров СВЧ NRX, указанным в пунктах раздела 11.

12 Оформление результатов поверки

12.1 Результаты измерений, полученные в процессе поверки, заносят в протокол произвольной формы. Протокол должен наглядно отображать полученные результаты измерений в поверяемых точках и диапазонах частот, которые указаны в соответствующих пунктах данной методики, а также сравнение полученных действительных и допустимых значений нормируемых погрешностей.

12.2 Сведения о результатах поверки блоков измерительных ваттметров СВЧ NRX в целях её подтверждения передаются в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений в соответствии с Порядком создания и ведения Федерального информационного фонда по обеспечению единства измерений.

12.3 Свидетельство о поверке или извещение о непригодности к применению средства измерений выдаётся по заявлению владельцев блоков измерительных ваттметров СВЧ NRX или лиц, представивших их на поверку. Свидетельство о поверке или извещение о непригодности к применению средства измерений должны быть оформлены в соответствии с требованиями действующих правовых нормативных документов. Знак поверки наносится на свидетельство о поверке.

И.о. начальника лаборатории № 441
ФБУ «Ростест-Москва» _____ С. Н. Голышак

Главный специалист по метрологии лаборатории № 441
ФБУ «Ростест-Москва» _____ А. С. Каледин

ООО "ВекторСтар" +7 (499) 390-05-54; sales@vectorstar.ru; https://vectorstar.ru/