



ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ РЕГУЛИРОВАНИЮ И МЕТРОЛОГИИ

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

СОГЛАСОВАНО

Заместитель генерального директора



А.Д. Меньшиков

«3» апреля 2026 г.

Государственная система обеспечения единства измерений

ПРИЕМНИКИ ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЕ HVflex

Методика поверки

РТ-МП-414-441-2026

г. Москва
2026 г.

1 Общие положения

Настоящая методика поверки применяется для поверки приемников измерительных НВflex (далее – приемников), используемых в качестве рабочих средств измерений, и устанавливает методы и средства проведения первичной и периодической поверки.

При определении метрологических характеристик в рамках проводимой поверки обеспечивается:

- передача единицы частоты в соответствии с государственной поверочной схемой, утвержденной приказом Росстандарта от 26 сентября 2022 г. № 2360, подтверждающая прослеживаемость к государственному первичному эталону ГЭТ 1-2022;

- передача единицы мощности электромагнитных колебаний в волноводных и коаксиальных трактах в диапазоне частот от 0,01 до 37,5 ГГц в соответствии с государственной поверочной схемой, утвержденной приказом Росстандарта от 30 декабря 2019 г. № 3461, подтверждающая прослеживаемость к государственному первичному эталону ГЭТ 26-2010;

- передача единицы мощности электромагнитных колебаний в диапазоне частот от 37,5 до 40 ГГц в соответствии с государственной поверочной схемой, утвержденной приказом Росстандарта от 9 ноября 2022 г. № 2813, подтверждающая прослеживаемость к государственному первичному эталону ГЭТ 167-2021.

При определении метрологических характеристик поверяемого средства измерений используется методы прямых измерений и непосредственного сличения.

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

Таблица 1 – Метрологические требования

Наименование характеристики	Значение
Пределы допускаемой относительной погрешности измерений частоты	$\pm 1 \cdot 10^{-7}$
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений уровня мощности входного сигнала, дБ	$\pm 2,0$

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 пункта методики поверки
	первичной поверке	периодической поверке	
1	2	3	4
Внешний осмотр средства измерений	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	8.3
Проверка программного обеспечения средства измерений	Да	Да	9
Определение метрологических характеристик средства измерений	-	-	10
Определение относительной погрешности измерений частоты	Да	Да	10.1

Продолжение таблицы 2

1	2	3	4
Определение абсолютной погрешности измерений уровня мощности входного сигнала	Да	Да	10.2
Подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям	Да	Да	11

3 Требования к условиям проведения поверки

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

- температура окружающей среды, °C от 18 до 28;
- относительная влажность воздуха, % от 30 до 80.

4 Требования к специалистам, осуществляющим поверку

4.1 К проведению поверки приемников допускаются специалисты, имеющие необходимую квалификацию, освоившие работу с приемниками и применяемыми средствами поверки, изучившие настоящую методику поверки.

4.2 Требования к количеству специалистов в целях обеспечения безопасности работ и возможности выполнения процедур поверки отсутствуют.

5 Метрологические и технические требования к средствам поверки

5.1 При проведении поверки приемников применяют средства поверки и вспомогательное оборудование, указанные в таблицах 3 и 4.

Таблица 3 – Средства поверки

Операции поверки, требующие применения средств поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
1	2	3
8.1 Контроль условий поверки (при подготовке к поверке и опробовании средства измерений)	Средства измерений температуры окружающей среды в диапазоне от плюс 18 °C до плюс 28 °C с абсолютной погрешностью ± 1 °C Средства измерений относительной влажности воздуха в диапазоне от 30 % до 80 % с абсолютной погрешностью $\pm 3,5$ %	Термогигрометр UNITESS THB 1, рег № 70481-18

Продолжение таблицы 3

1	2	3
10.1 Определение относительной погрешности измерений частоты	Эталоны единицы частоты, соответствующие требованиям к эталонам не ниже 3 разряда в соответствии с ГПС, утвержденной приказом Росстандарта № 2360 от 26.09.2022, частота 10 МГц	Стандарт частоты рубидиевый GPS-12RG, рег № 43830-10
	Средства воспроизведения синусоидального сигнала в диапазоне частот от 0,1 до 39 ГГц; уровень мощности выходного сигнала минус 30 дБ (1 мВт)	Генератор сигналов SMA100B с опцией B167, рег № 68980-20
10.2 Определение абсолютной погрешности измерений уровня мощности входного сигнала	Эталоны единицы мощности электромагнитных колебаний, соответствующие требованиям к рабочим эталонам не ниже 2 разряда в диапазоне частот от 30 МГц до 37,5 ГГц и не ниже 3 разряда в диапазоне частот от 10 до 30 МГц в соответствии с ГПС, утвержденной приказом Росстандарта от 30.12.2019 № 3461, измеряемый уровень мощности минус 20 дБ (1 мВт) Эталоны единицы мощности электромагнитных колебаний, соответствующие требованиям к рабочим эталонам не ниже 1 разряда в соответствии с ГПС, утвержденной приказом Росстандарта от 09.11.2022 № 2813, измеряемый уровень мощности минус 20 дБ (1 мВт), в диапазоне частот от 37,5 до 40 ГГц	Преобразователь измерительный NRP-Z57, рег № 48356-11
	Эталоны единицы ослабления электромагнитных колебаний, соответствующие требованиям к эталонам не ниже 2 разряда в соответствии с ГПС, утвержденной приказом Росстандарта от 30.12.2019 № 3383, в диапазоне значений ослабления от 0 до 85 дБ в диапазоне частот от 0,01 до 40 ГГц	Приемник измерительный R&S FSMR50, рег. № 50678-12
	Средства воспроизведения синусоидального сигнала в диапазоне частот от 0,01 до 40 ГГц; уровнем мощности выходного сигнала минус 20 дБ (1 мВт)	Генератор сигналов SMA100B с опцией B167, рег № 68980-20
Примечание – Допускается использовать при поверке другие утвержденные и аттестованные эталоны единиц величин, средства измерений утвержденного типа и поверенные, удовлетворяющие метрологическим требованиям, указанным в таблице.		

Таблица 4 – Вспомогательное оборудование

Номер пункта документа по поверке	Наименование вспомогательного оборудования	Требуемые технические характеристики вспомогательного оборудования	Рекомендуемое вспомогательное оборудование
10.2	Делитель резистивный	Диапазон частот от 49 МГц до 44 ГГц КСВН не более 1,3	Делитель мощности ДМ2А-50-05Р

6 Требования (условия) по обеспечению безопасности проведения поверки

6.1 При проведении поверки необходимо соблюдать:

- общие правила техники безопасности в соответствии с требованиями Межгосударственного стандарта 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, приведенные в эксплуатационной документации на средства поверки;
- указания по технике безопасности, приведенные в эксплуатационной документации на приемники.

6.2 К проведению поверки допускаются специалисты, изучившие требования безопасности по ГОСТ 22261-94 «Межгосударственный стандарт. Средства измерений электрических и магнитных величин. Общие технические условия. с Изменением №1» и ГОСТ ИЕС 61010-1-2014 «Безопасность электрических контрольно-измерительных приборов и лабораторного 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

7.1 При проведении внешнего осмотра установить соответствие приемников следующим требованиям:

- внешний вид соответствует фотографиям и описанию, приведенным в описании типа на данное средство измерений;
- наличие маркировки, подтверждающей тип и серийный номер;
- наружная поверхность не имеет следов механических повреждений, которые могут влиять на работу приемника и его органов управления;
- отсутствуют шумы внутри корпуса, обусловленные наличием незакрепленных деталей;
- отсутствуют механические повреждения соединителей (вмятины, забоины, отслаивания покрытия) и заусенцы на контактных и токонесущих поверхностях;
- отсутствуют посторонние частицы в соединителях.

7.2 Результаты выполнения операции считать положительными, если выполняются указанные выше требования.

7.3 При получении отрицательных результатов по данной операции процедуру поверки необходимо прекратить, результаты поверки оформить в соответствии с разделом 12 данной методики поверки.

8 Подготовка к поверке и опробование средства измерений

8.1 Контроль условий поверки

8.1.1 Проверить соблюдение условий проведения поверки на соответствие разделу 3 настоящей методики поверки.

8.1.2 Для контроля условий проведения поверки использовать средство измерений температуры окружающей среды и средство измерений относительной влажности воздуха, указанные в таблице 2.

8.1.3 В случае выявления несоответствий поверка приостанавливается до выполнения условий, указанных в разделе 3.

8.2 Подготовка к поверке

8.2.1 Ознакомиться с порядком установки приемника на рабочее место, порядком включения и управления приемником, приведенными в справочном руководстве по оборудованию 100130-00 «NBflex» и руководстве пользователя «Nemo Outdoor. Функция Spectrumscan».

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

8.2.3 Подключить приемник к сети питания. Включить приемник согласно руководству по эксплуатации. Выдержать приемник во включенном состоянии не менее 30 минут.

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

8.3 Опробование

8.3.1 При опробовании проверяется работоспособность приемника.

Запустить внешнее ПО, выполнить подключение приемника.

В окне внешнего ПО нажать на вкладку «Spectrum» и выбрать «Enable Spectrum Scanning». Далее нажать «Add» для перехода в режим анализатора спектра.

Проверить отсутствие сообщений о неисправности после запуска ПО и подключения приемника.

Результаты опробования считать положительными, если после загрузки внешнего ПО и подключения приемника, а также после перехода в режим анализатора спектра не возникают сообщения об ошибках.

8.3.2 При получении отрицательных результатов по данной операции, процедуру поверки необходимо прекратить, результаты поверки оформить в соответствии с разделом 12 данной методики поверки.

9 Проверка программного обеспечения

9.1 Идентификация ПО осуществляется путем подключения компьютера с предустановленным ПО «Nemo Outdoor» к приемнику через интерфейсы LAN или USB. Для запуска ПО необходимо иметь лицензию на приемник для корректной идентификации и управления. Идентификационное наименование и номер версии ПО приемника отображается во всплывающем окне «About» меню «File».

Наименование и номер версии ПО должны соответствовать описанию ПО в описании типа.

9.2 В случае выявления несоответствия результат проверки считать отрицательным, дальнейшие операции поверки не производят, результаты оформить в соответствии с разделом 12 данной методики поверки.

10 Определение метрологических характеристик средства измерений

10.1 Определение относительной погрешности измерений частоты

Определение относительной погрешности измерений частоты проводят методом прямых измерений с помощью генератора сигналов SMA100B (далее – генератора) и стандарта частоты рубидиевого GPS-12RG, используемого в качестве источника опорного сигнала, по схемам соединений, изображенным на рисунках 1 и 2.

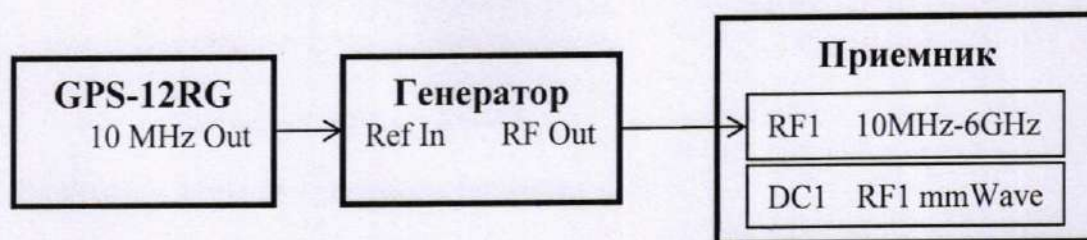


Рисунок 1 – Структурная схема соединений СИ для определения относительной погрешности измерений частоты (диапазон FR1)

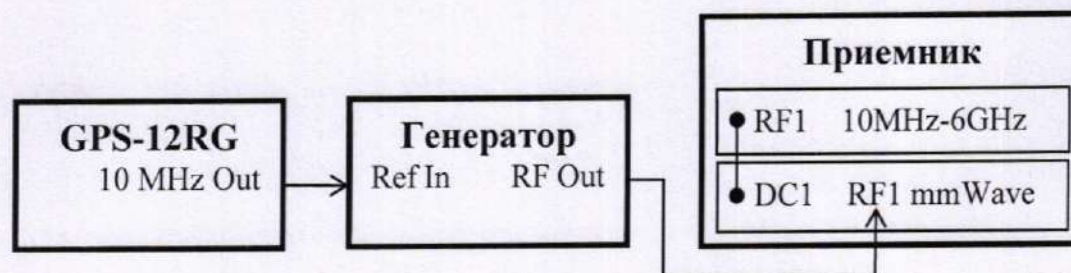


Рисунок 2 – Структурная схема соединений СИ для определения относительной погрешности измерений частоты (диапазоны FR1, FR2)

Произвести соединение СИ по рисунку 1.

В режиме настроек анализатора спектра необходимо выставить центральную частоту (Center Frequency) 100 МГц и полосу обзора (Bandwidth) 100 кГц. После установки параметров нажать на «Add to scanning list».

Установить на генераторе частоту 100 МГц, уровень выходной мощности минус 30 дБ (1 мВт), режим работы от внешнего источника опорного сигнала.

Активировать выходной сигнал на генераторе.

На приемнике добавить маркер на график спектра через меню «Edit Markers», затем установить его на максимум сигнала нажатием левой кнопкой мыши. Зафиксировать показания маркера, как $f_{\text{ПРМ}}$, Гц.

Повторить измерения на частоте 1 ГГц.

Произвести соединение СИ по рисунку 2 и повторить измерения на частотах 25 и 39 ГГц.

10.2 Определение абсолютной погрешности измерений уровня мощности входного сигнала

Определение абсолютной погрешности измерений уровня мощности входного сигнала проводят методом непосредственного сличения с помощью генератора, приемника измерительного R&S FSMR50 и преобразователя измерительного NRP-Z57 (далее – преобразователя) по схеме, приведенной на рисунке 3.

Выполнить калибровку уровня минус 20 дБ (1 мВт) на плече 1 делителя мощности Д (далее – плечо 1) по показаниям преобразователя на частотах Физм: 10,05; 100; 500 МГц; 1; 2; 3; 4; 5; 5,995; 24,251; 25; 26; 27; 27,5; 28; 28,35; 29; 29,499; 37,001; 38; 39; 39,999 ГГц.

Соединить плечо 1 с входом приемника (вход приемника выбирать в соответствии с диапазоном частот).

Установку центральной частоты, полосы обзора приемника и управление маркерами выполнять аналогично пункту 10.1.

Устанавливать на приемнике, приемнике измерительном R&S FSMR50 и генераторе частоту Физм, уровень на генераторе в соответствии с калиброванными значениями.

Устанавливая маркер приемника на максимум сигнала, фиксировать результаты измерений уровня минус 20 дБ (1 мВт) L-20, дБ (1 мВт).

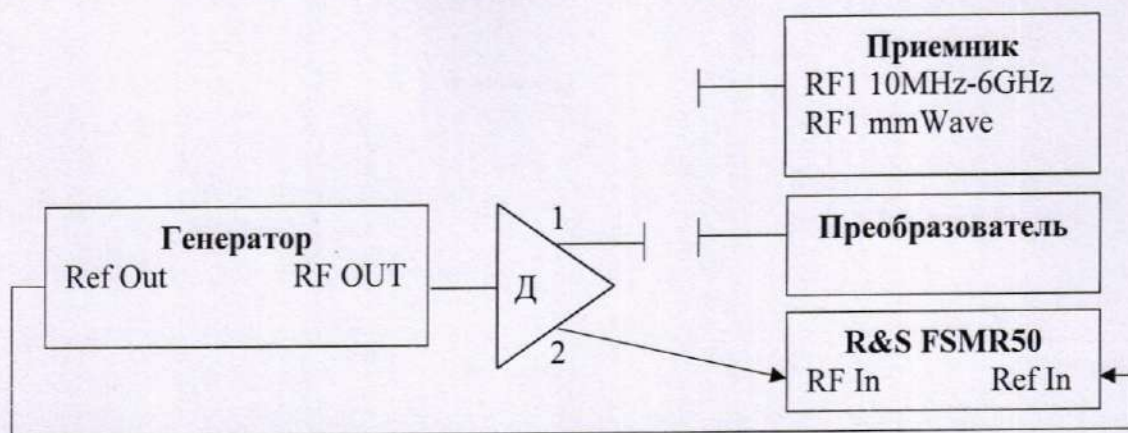


Рисунок 3 – Структурная схема соединений СИ для определения диапазона рабочих частот, диапазона измеряемых уровней и абсолютной погрешности измерений уровня мощности входного сигнала

Для измерений уровня входного сигнала минус 105 дБ (1 мВт) на частотах Физм, уменьшая выходную мощность органами управления генератора, выполнять отсчет отношений уровня минус 85 дБ от опорного уровня минус 20 дБ (1 мВт) по показаниям приемника измерительного R&S FSMR50, затем устанавливать маркер приемника на максимум сигнала.

Фиксировать результаты измерений уровня минус 105 дБ (1 мВт) по показаниям маркера приемника L-105, дБ (1 мВт).

11 Подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям

11.1 Для полученных в пункте 10.1 результатов измерений рассчитать относительную погрешность измерений частоты δ_f по формуле

$$\delta_f = \frac{f_{\text{прм}}}{f_f} - 1, \quad (1)$$

где f_f – частота, установленная на генераторе, Гц.

Результаты поверки по данной операции считать положительными, если значения δ_f находятся в пределах, указанных в таблице 1.

11.2 Для полученных в пункте 10.2 результатов измерений L-20, дБ (1 мВт), рассчитать абсолютную погрешность измерений уровня мощности входного сигнала Δ , дБ, по формуле

$$\Delta = L_{-20} + 20. \quad (2)$$

Для полученных в пункте 10.2 результатов измерений L-105, дБ (1 мВт), рассчитать абсолютную погрешность измерений уровня мощности входного сигнала Δ , дБ, по формуле

$$\Delta = L_{-105} + 105. \quad (3)$$

Результаты поверки по данной операции считать положительными, если рассчитанные значения Δ находятся в пределах, указанных в таблице 1.

11.3 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 8.3; 9; 10 и

соответствие действительных значений метрологических характеристик приемников требованиям, указанным в пунктах 11.1 – 11.2 настоящей методики;

- обеспечение прослеживаемости поверяемых приемников к государственным первичным эталонам единиц величин:

а) к ГЭТ1-2022 «Государственный первичный эталон единиц времени, частоты и национальной шкалы времени»;

б) к ГЭТ26-2010 «Государственный первичный эталон единицы мощности электромагнитных колебаний в волноводных и коаксиальных трактах в диапазоне частот от 0,03 до 37,5 ГГц»;

в) к ГЭТ167-2021 «Государственный первичный эталон единицы мощности электромагнитных колебаний в диапазоне частот от 37,5 до 118,1 ГГц».

11.4 При получении отрицательных результатов по любой из процедур, перечисленных в разделах 8.3; 9; 10 или несоответствии действительных значений метрологических характеристик приемников требованиям, указанным в пунктах 11.1 – 11.2, принимается решение о несоответствии средства измерений метрологическим требованиям, установленным при утверждении типа.

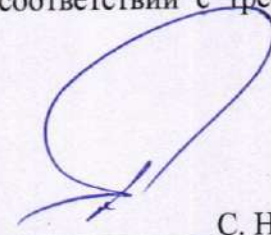
12 Оформление результатов поверки

12.1 Результаты внешнего осмотра, опробования, идентификации ПО, условий поверки и окончательные результаты измерений (расчетов), полученные в процессе поверки, заносят в протокол поверки произвольной формы.

12.2 Сведения о результатах проведенной поверки средства измерений в целях ее подтверждения передаются в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений в соответствии с Порядком создания и ведения Федерального информационного фонда по обеспечению единства измерений. При оформлении свидетельства о поверке знак поверки наносится на свидетельство о поверке.

12.3 При положительных результатах поверки по заявлению владельца средства измерений или лица, представившего его на поверку, выдается свидетельство о поверке средства измерений, при отрицательных результатах поверки выдается извещение о непригодности к применению средства измерений. Свидетельство о поверке или извещение о непригодности к применению средства измерений должны быть оформлены в соответствии с требованиями действующих правовых нормативных документов.

Начальник лаборатории № 441
ФБУ «НИЦ ПМ – Ростест»



С. Н. Гольшак

И.о. начальника сектора лаборатории № 441
ФБУ «НИЦ ПМ – Ростест»



С. С. Кучеренко