



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

«18» марта 2026 г.

Государственная система обеспечения единства измерений

АНАЛИЗАТОРЫ СПЕКТРА INFOSTERALUNA IFL4025

Методика поверки

РТ-МП-256-441-2026

г. Москва
2026 г.

1 Общие положения

Настоящая методика поверки применяется для поверки анализаторов спектра InfosteraLuna IFL4025 (далее – анализаторов), 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 54 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;

- передача единицы коэффициента амплитудной модуляции высокочастотных колебаний в соответствии с ГОСТ Р 8.717-2010, подтверждающим прослеживаемость к государственному первичному эталону ГЭТ 180-2010;

- передача единицы девиации частоты в соответствии с государственной поверочной схемой, утвержденной приказом Росстандарта от 1 февраля 2022 г. № 233, подтверждающей прослеживаемость к государственному первичному эталону ГЭТ 166-2020.

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

На основании письменного заявления владельца СИ допускается проводить периодическую поверку анализаторов на меньшем числе поддиапазонов измерений (в части операций по пунктам 10.1, 10.2 и 10.6):

- для модификации анализатора IFL4025B в ограниченном поддиапазоне частот до верхней граничной частоты модификации IFL4025A;

- для модификации анализатора IFL4025D в ограниченном поддиапазоне частот до верхней граничной частоты модификаций IFL4025A/B;

- для модификации анализатора IFL4025G в ограниченном поддиапазоне частот до верхней граничной частоты модификации IFL4025E;

- для модификации анализатора IFL4025K в ограниченном поддиапазоне частот до верхней граничной частоты модификаций IFL4025E/G.

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

Таблица 1 – Метрологические требования

Наименование характеристики	Значение
1	2
Пределы допускаемой относительной погрешности частоты опорного кварцевого генератора ($\delta_{ог}$)	$\pm[(3 + 5 \cdot T) \cdot 10^{-7}]^1$
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений частоты маркером, Гц	$\pm(\text{Физм} \cdot \delta_{ог} + 0,01 \cdot \text{Span} + 0,1 \cdot \text{RBW})^2$

Продолжение таблицы 1

1	2
Спектральная плотность мощности фазовых шумов ³⁾ , при отстройке, дБ, не более: - 10 кГц - 100 кГц - 1 МГц - 10 МГц	-108 -110 -118 -129
Относительный уровень помех $D_{\text{гарм}}$, обусловленных гармоническими искажениями второго порядка, в диапазоне частот от 0,05 до 27 ГГц, дБ, не более	-70
Относительный уровень помех $D_{\text{ИМЗ}}$, обусловленных интермодуляционными искажениями третьего порядка, выраженный в виде точки пересечения третьего порядка (ТОИ) ⁴⁾ , в диапазоне частот от 0,05 до 54 ГГц, дБ (1 мВт), не менее	13
Средний уровень собственных шумов ⁵⁾ , в диапазоне частот, дБ (1 мВт) ⁶⁾ , не более: Для модификаций IFL4025A/B/D <i>предусилитель выключен</i> - от 2 МГц до 2,4 ГГц включ. - св. 2,4 ГГц до 6 ГГц включ. - св. 6 до 9 ГГц включ. - св. 9 до 20 ГГц <i>предусилитель включен</i> - от 2 МГц до 2,4 ГГц включ. - св. 2,4 ГГц до 6 ГГц включ. - св. 6 до 9 ГГц включ. - св. 9 до 14 ГГц включ. - св. 14 до 20 ГГц	-142 -141 -140 -138 -161 -160 -159 -158 -156
Для модификаций IFL4025E/G/K <i>предусилитель выключен</i> - от 2 МГц до 6 ГГц включ. - св. 6 ГГц до 9 ГГц включ. - св. 9 до 21 ГГц включ. - св. 21 до 32 ГГц включ. - св. 32 до 40 ГГц включ. - св. 40 до 44 ГГц включ. - св. 44 до 50 ГГц включ. - св. 50 до 54 ГГц <i>предусилитель включен</i> - от 2 МГц до 9 ГГц включ. - св. 9 ГГц до 14 ГГц включ. - св. 14 до 32 ГГц включ. - св. 32 до 40 ГГц включ. - св. 40 до 44 ГГц включ. - св. 44 до 50 ГГц включ. - св. 50 до 54 ГГц	-140 -138 -136 -135 -133 -130 -126 -123 -159 -156 -154 -152 -148 -145 -140
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений уровня мощности входного сигнала ⁷⁾ , дБ, не более: для модификации IFL4025D - от 10 МГц до 20 ГГц	±1,3

Продолжение таблицы 1

1	2
для остальных модификаций - от 10 МГц до 20 ГГц включ. - св. 20 до 54 ГГц	$\pm 1,0$ $\pm 1,9$
Анализ сигналов с аналоговой модуляцией (опция S08)	
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений K_{AM} при частоте модулирующего сигнала от 30 Гц до 1 МГц, %	$\pm(0,01 \cdot K_{AM} + 0,1)$
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений Δf при частоте модулирующего сигнала от 20 Гц до 1 МГц, Гц	$\pm(0,02 \cdot \Delta f + 5)$
¹⁾ где T – количество лет с момента последней подстройки опорного кварцевого генератора, округленное в большую сторону (минимальное значение – 1); ²⁾ где $F_{ИЗМ}$ – измеряемая частота, Гц; ³⁾ относительно мощности несущей 1 ГГц в полосе пропускания 1 Гц; ⁴⁾ $TOI = (2 \cdot L_{смес} + D_{ИМЗ})/2$, где $L_{смес}$ – уровень входного сигнала смесителя, минус 15 дБ (1 мВт); при ослаблении входного аттенюатора 0 дБ и разнесением между тонами 100 кГц; ⁵⁾ нормирован в форме спектральной плотности в полосе пропускания 1 Гц при ослаблении входного аттенюатора 0 дБ, простом или усредняющем детекторе, тип усреднения – логарифмический; ⁶⁾ дБ (1 мВт) – децибел относительно 1 мВт; ⁷⁾ при отношении сигнал/шум не менее 20 дБ, выключенном предусилителе, установленной полосе пропускания 1 кГц и ослаблении входного аттенюатора 10 дБ	

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 частоты опорного кварцевого генератора и абсолютной погрешности измерений частоты маркером	Да	Да	10.1
Определение абсолютной погрешности измерений уровня мощности входного сигнала	Да	Да	10.2

Продолжение таблицы 2

1	2	3	4
Определение спектральной плотности мощности фазовых шумов	Да	Да	10.3
Определение относительного уровня помех, обусловленных гармоническими искажениями второго порядка	Да	Нет	10.4
Определение относительного уровня помех, обусловленных интермодуляционными искажениями третьего порядка	Да	Нет	10.5
Определение среднего уровня собственных шумов	Да	Да	10.6
Определение параметров в режиме анализа сигналов с аналоговой модуляцией	Да	Да	10.7
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, °С от 20 до 30;
- относительная влажность воздуха, % от 30 до 80;
- атмосферное давление, кПа от 86 до 106.

4 Требования к специалистам, осуществляющим поверку

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

5 Метрологические и технические требования к средствам поверки

5.1 При проведении поверки анализаторов 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)	<p>Средства измерений температуры окружающей среды в диапазоне от плюс 15 °С до плюс 25 °С с абсолютной погрешностью ± 1 °С</p> <p>Средства измерений относительной влажности воздуха в диапазоне от 30 % до 80 % с абсолютной погрешностью $\pm 3,5$ %</p> <p>Средства измерений атмосферного давления в диапазоне от 86 до 106 кПа с абсолютной погрешностью $\pm 0,5$ кПа</p>	Термогигрометр UNITESS THB 1, рег № 70481-18
10.1 Определение относительной погрешности частоты опорного кварцевого генератора и абсолютной погрешности измерений частоты маркером	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 измерений частоты 10 МГц	Частотомер универсальный CNT-90, рег. № 41567-09
	Средства воспроизведения синусоидального сигнала в диапазоне частот от 100 кГц до 54 ГГц; уровнем мощности выходного сигнала минус 10 дБ (1 мВт)	Генератор сигналов SMA100B с опцией B167, рег № 68980-20
10.2 Определение абсолютной погрешности измерений уровня мощности входного сигнала	<p>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 15 дБ (1 мВт)</p> <p>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 15 дБ (1 мВт), в диапазоне частот от 37,5 до 54 ГГц</p>	Преобразователь измерительный NRP-Z57, рег № 48356-11
	Средства воспроизведения синусоидального сигнала в диапазоне частот от 0,01 до 54 ГГц; уровнем мощности выходного сигнала минус 15 дБ (1 мВт)	Генератор сигналов SMA100B с опцией B167, рег № 68980-20

Продолжение таблицы 3

1	2	3
10.3 Определение спектральной плотности мощности фазовых шумов	Средства воспроизведения синусоидального сигнала на частоте 1 ГГц с уровнем мощности выходного сигнала 0 дБ (1 мВт), спектральная плотность мощности фазовых шумов при отстройках 10 кГц / 100 кГц / 1 МГц / 10 МГц не более -108 дБ / -110 дБ / -118 дБ / -129 дБ относительно несущей в полосе 1 Гц	Генератор сигналов SMA100B с опцией B167, рег. № 68980-20
10.4 Определение относительного уровня помех, обусловленных гармоническими искажениями второго порядка	Средства воспроизведения синусоидального сигнала в диапазоне частот от 0,05 до 27 ГГц; уровнем мощности выходного сигнала минус 30 дБ (1 мВт)	Генератор сигналов SMA100B с опцией B167, рег. № 68980-20
10.5 Определение относительного уровня помех, обусловленных интермодуляционными искажениями третьего порядка	Средства воспроизведения синусоидального сигнала в диапазоне частот от 49,05 до 43900,05 МГц; уровнем мощности выходного сигнала минус 15 дБ (1 мВт)	Генератор сигналов SMA100B с опцией B167, рег. № 68980-20. Генератор сигналов векторный SMM100A с опцией B1044, рег. № 82791-21
10.7 Определение параметров в режиме анализа сигналов с аналоговой модуляцией	Эталоны единицы коэффициента амплитудной модуляции высокочастотных колебаний, соответствующие требованиям к эталонам не ниже 1 разряда по ГОСТ Р 8.717-2010, на несущей частоте 25 МГц. Эталоны единицы девиации частоты, соответствующие требованиям к эталонам не ниже 1 разряда в соответствии с ГПС, утвержденной приказом Росстандарта от 01.02.2022 № 233, на несущей частоте 50 МГц	Калибратор SMBV-AM-FM, рег. № 56540-14
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
1	2	3	4
10.5	Аттенуатор фиксированный	Диапазон частот от 49 МГц до 44 ГГц, ослабление (10 ± 1) дБ	Аттенуатор коаксиальный Д2М-50-10-05Р-05

Продолжение таблицы 4

1	2	3	4
10.5	Делитель резистивный	Диапазон частот от 49 МГц до 44 ГГц КСВН не более 1,3	Делитель мощности ДМ2А-50-05Р
10.6	Нагрузка согласованная 50 Ом	Диапазон частот от 0,002 до 54 ГГц	Нагрузка согласованная из набора мер ZV-Z218

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 анализаторы.

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.

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

7 Внешний осмотр средства измерений

7.1 При проведении внешнего осмотра установить соответствие анализаторов следующим требованиям:

- внешний вид соответствует фотографиям, 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 прибора 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, средство измерений относительной влажности воздуха и средство измерений атмосферного давления, 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 анализатора на рабочее место, порядком включения и управления анализатором, приведенными в руководстве по эксплуатации РЭ 26.51.43.162-008-01013173-2025 «Анализаторы спектра InfosteraLuna IFL4025. Руководство по эксплуатации».

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

8.2.3 Подключить анализатор к сети питания. Включить анализатор согласно руководству по эксплуатации. Выдержать анализатор 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 анализатора.

Проверить отсутствие сообщений о неисправности после включения анализатора.

На анализаторе установить его заводскую конфигурацию.

8.3.2 Результаты опробования считать положительными, если после включения и загрузки программного обеспечения анализатора не возникают сообщения об ошибках; после загрузки заводской конфигурации на экране анализатора отображается спектр шумов в полной полосе обзора.

8.3.3 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 Идентификационное наименование программного обеспечения (ПО) отображается на заставке при загрузке ПО во время включения анализатора. Номер версии ПО анализатора отображается в строке «Version» вкладки «About» системного меню «System».

Номер версии ПО должен соответствовать указанному в описании типа на данное средство измерений.

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 частоты опорного кварцевого генератора и абсолютной погрешности измерений частоты маркером

10.1.1 Определение относительной погрешности частоты опорного кварцевого генератора проводят методом прямых измерений при помощи частотомера универсального CNT-90, используя в качестве опорного источника стандарт частоты рубидиевый GPS-12RG (далее – стандарт частоты) по схеме соединений, изображенной на рисунке 1.

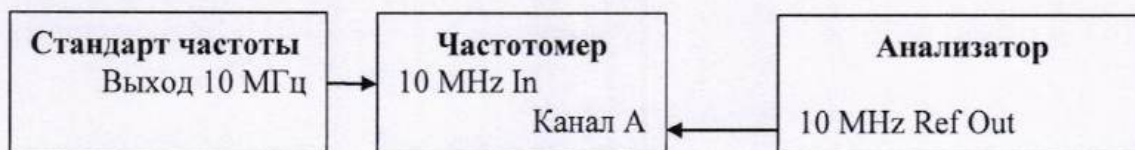


Рисунок 1

Включить выход опорного кварцевого генератора анализатора: **[System]** – Reference – Ref Out On.

Включить работу от внешнего источника опорной частоты на частотомере. Зафиксировать действительное значение воспроизведения частоты опорного генератора 10 МГц, измеренное частотомером $F_{ог}$, МГц.

10.1.2 Определение абсолютной погрешности измерений частоты маркером проводят методом прямых измерений с помощью генератора сигналов SMA100B (далее – генератора) и стандарта частоты, используемого в качестве источника опорного сигнала, по схеме соединений, изображенной на рисунке 2.

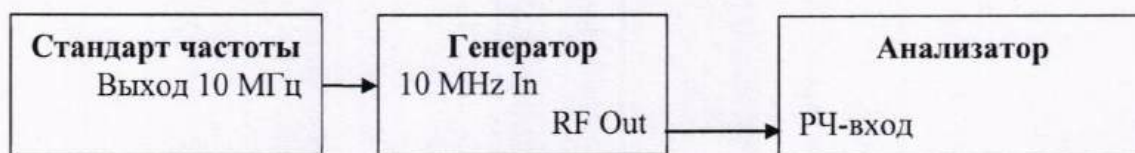


Рисунок 2

Установить на генераторе частоту 100 кГц, уровень выходной мощности минус 10 дБ (1 мВт), режим работы от внешнего источника опорного сигнала.

На анализаторе установить полосу обзора 10 кГц, полосу фильтра ПЧ 100 Гц, центральную частоту 100 кГц, опорный уровень 0 дБ (1 мВт), режим работы от внутреннего источника опорного сигнала **[System]** – Reference – Freq ref – Int.

Активировать выходной сигнал на генераторе.

На анализаторе выбрать маркер частотомера и дождаться прохождения двух разверток на экране анализатора. Зафиксировать показания маркера, как F_{IFL} , Гц.

Повторить измерения в полосе обзора 100 кГц и полосе фильтра ПЧ 1 кГц на частотах, соответствующих центральной и верхней частотам модификации анализатора.

10.2 Определение абсолютной погрешности измерений уровня мощности входного сигнала

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

Выполнить калибровку уровня на конце кабеля по показаниям преобразователя.

Установить на генераторе уровень мощности 0 дБ (1 мВт), частоту $F_{изм} = 10$ МГц.

Отрегулировать выходной уровень сигнала генератора таким образом, чтобы показания преобразователя L_{power} составляли ровно минус 15 дБ (1 мВт).

Соединить конец кабеля с входом анализатора.

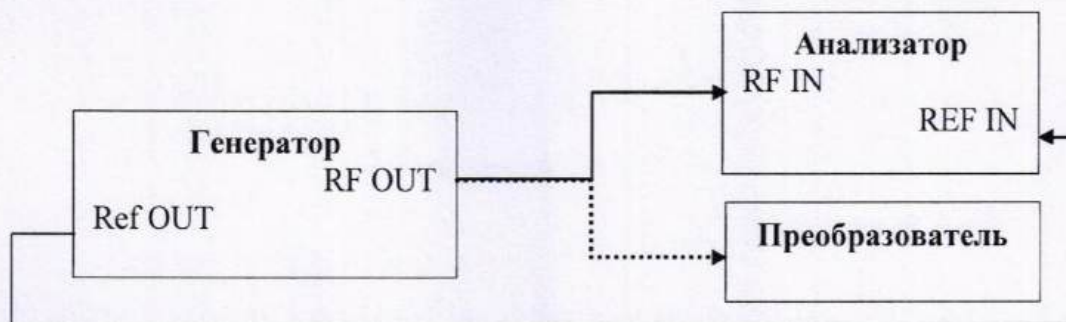


Рисунок 3

Установить следующие параметры анализатора:

[Reset]

[System]

Reference – Freq Ref – Ext

[Amplitude]

Ref Level: -10 dBm

Atten: 10 dB

Pre Amp: OFF

[Freq]

Center Freq: 10 MHz

[Span]

Span: 100 kHz

[BW]

Res BW: 1 kHz

Остальные параметры по умолчанию

Установить маркер анализатора на максимум сигнала:

[Peak]

Peak Search

Зафиксировать результат измерения уровня по показанию маркера анализатора **Лизм**.

Повторить измерения на следующих частотах **Физм**: 50, 100, 500 МГц, далее от 1 до 10 ГГц с шагом 1 ГГц, от 12 до 54 ГГц с шагом 2 ГГц, а также 6,001; 9,001; 20,001; 26,5; 26,501; 44,001 ГГц.

10.3 Определение спектральной плотности мощности фазовых шумов

Определение спектральной плотности мощности фазовых шумов относительно несущей 1 ГГц в полосе пропускания 1 Гц проводят методом прямых измерений с помощью генератора.

Выполнить соединение средств измерений в соответствии со схемой, приведенной на рисунке 4.

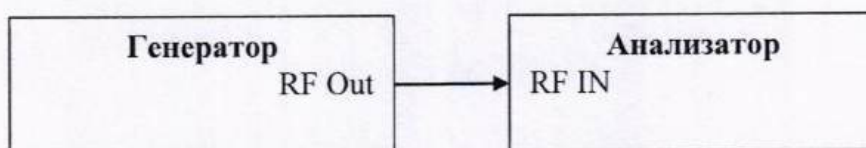


Рисунок 4

Установить выходной уровень сигнала генератора 0 дБ (1 мВт), частоту выходного сигнала 1 ГГц.

Установить следующие параметры анализатора:

[Reset]
[Amplitude]
 Ref Level: 0 dBm
[Freq]
 Center Freq: 1 GHz
[Span]
 Span: $F_{\text{ПО}}$ (из таблицы 5)
[BW]
 Res BW: $F_{\text{ПП}}$ (из таблицы 5)
 Average On: не менее 100 усреднений
[Peak]
 Peak Search
[Marker]
 Delta
 Marker Value: offset (из таблицы 5)
 Marker Noise On

Таблица 5

offset	$F_{\text{ПО}}$	$F_{\text{ПП}}$
10 кГц	40 кГц	1 кГц
100 кГц	400 кГц	10 кГц
1 МГц	4 МГц	100 кГц
10 МГц	40 МГц	100 кГц

Считать показания дельта-маркера.

10.4 Определение относительного уровня помех, обусловленных гармоническими искажениями второго порядка

Измерения относительного уровня помех, обусловленных гармоническими искажениями, проводить на частотах f_c 0,05; 1; 3; 4,5; 10; 13; 22; 27 ГГц.

Определение относительного уровня помех, обусловленных гармоническими искажениями, проводят методом прямых измерений при помощи комплекта фильтров нижних частот (далее – ФНЧ), используя в качестве источника сигнала генератор по схеме рисунка 5.

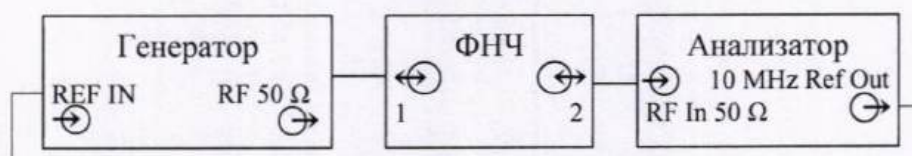


Рисунок 5 – Схема измерений при определении относительного уровня помех, обусловленных гармоническими искажениями

Частоты среза f_{CP} используемых ФНЧ должны удовлетворять соотношению:

$$1,1 \cdot f_c < f_{\text{CP}} < 1,9 \cdot f_c \quad (1)$$

Установить следующие параметры анализатора:

[Reset]
[Amplitude]
 Ref Level: -20 dBm
 Pre Amp: OFF
[Freq]
 Center Freq: $\{f_c\}$

[Span]

Span: 10 kHz

Остальные параметры по умолчанию.

Установить режим работы генератора с внешним опорным генератором. Используя органы управления генератора установить частоту непрерывного сигнала f_c , выходной уровень минус 30 дБ (1 мВт). Убедиться, что выход генератора отключен.

Выход генератора соединить с входом анализатора. Включить выход генератора. Убедиться, что на экране анализатора отображается спектр сигнала.

Установить маркер анализатора на максимум сигнала:

[Peak]

Peak Search

Зафиксировать уровень мощности входного сигнала L_c , дБ (1 мВт), по показаниям маркера.

Установить центральную частоту анализатора равной $2 \cdot f_c$. Установить маркер анализатора на максимум второй гармоники.

Зафиксировать уровень мощности на частоте второй гармоники L_f , дБ (1 мВт).Провести измерения для всех частот f_c в соответствии с верхней частотой анализатора.

10.5 Определение относительного уровня помех, обусловленных интермодуляционными искажениями третьего порядка

Проверку проводят методом прямых измерений относительного уровня помех, обусловленных интермодуляционными искажениями третьего порядка, возникающих при подаче на вход анализатора двух сигналов одинакового уровня с отстройкой по частоте 100 кГц при помощи генератора сигналов SMA100B и генератора сигналов векторного SMM100A (далее – генераторы 1 и 2) по схеме, приведенной на рисунке 6.

Измерения уровня помех проводить на центральных частотах $f_{ц}$ 0,05; 1; 5,9; 8,9; 19,9; 26,4; 43,9 ГГц.

Установить следующие параметры анализатора:

[Reset]**[Amplitude]**

Ref Level: -10 dBm

Atten: 0 dB

Pre Amp: OFF

[Freq]Center Freq: $\{f_{ц}\}$ **[Span]**

Span: 500 kHz

[BW]

Res BW: 1 kHz

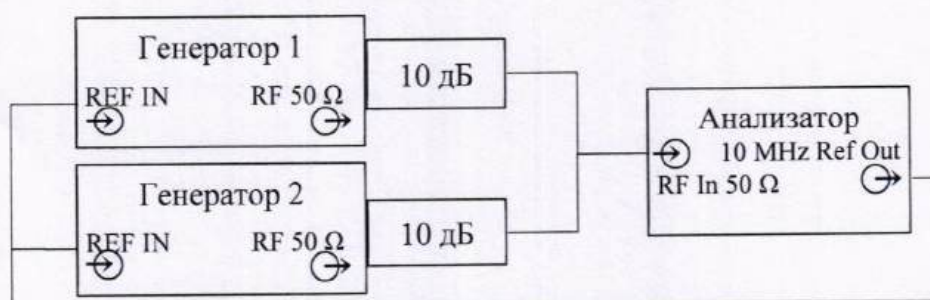


Рисунок 6 – Схема измерений при определении относительного уровня помех, обусловленных интермодуляционными искажениями третьего порядка

Установить режим работы генераторов с внешним опорным генератором. Используя органы управления генераторов, установить на одном из них частоту непрерывного сигнала ($f_{Ц} - 50$ кГц), на втором – частоту ($f_{Ц} + 50$ кГц). Выходной уровень генераторов установить по встроенным индикаторам равным 0 дБ (1 мВт). В настройках генераторов отключить систему автоматической регулировки уровня («ALC»). Убедиться, что выходы генераторов отключены.

Выходы генераторов соединить посредством тройника с входом анализатора. Включить выход генератора 1. Убедиться, что на экране анализатора отображается спектр сигнала. Установить маркер анализатора на пик сигнала. Установить уровень выходного сигнала генератора $L_{ВХ}$ минус $(15 \pm 0,5)$ дБ (1 мВт) по показаниям маркера анализатора. Отключить выход генератора 1, включить выход генератора 2. Повторить установку уровня сигнала генератора 2 по показаниям маркера. Включить выход генератора 1.

При помощи маркера анализатора измерить уровень помех на частотах ($f_{Ц} + 150$ кГц) и ($f_{Ц} - 150$ кГц). Определить максимальное из измеренных значений $L_{Пmax}$, дБ (1 мВт).

Провести измерения для всех частот $f_{Ц}$ в соответствии с верхней частотой анализатора.

10.6 Определение среднего уровня собственных шумов

Определение среднего уровня собственных шумов проводят методом прямых измерений по показаниям анализатора в отсутствие входной мощности при помощи согласованной нагрузки 50 Ом.

К входу анализатора RF IN подключить согласованную нагрузку 50 Ом.

Установить следующие параметры анализатора:

[Reset]

[System]

Reference – Freq Ref – Int

[Amplitude]

Ref Level: -60 dBm

Mech Atten: 0 dB

Pre Amp: OFF

[Freq]

Start Freq: **Fнач** (из таблицы 1)

Stop Freq: **Fкон** (из таблицы 1)

[BW]

Res BW: 500 kHz

Average On: не менее 20 усреднений

Video Type Log

[Marker]

Marker Noise On

Дождаться усреднения трассы, после чего установить маркер анализатора на максимум:

[Peak]

Peak Search

Зафиксировать результат измерения среднего уровня собственных шумов в форме спектральной плотности в полосе пропускания 1 Гц по показанию маркера N, дБ (1 мВт).

Провести измерения во всех диапазонах частот, указанных в таблице 1, с выключенным и включенным предусилителем.

10.7 Определение параметров в режиме анализа сигналов с аналоговой модуляцией

10.7.1 Определение абсолютной погрешности измерений коэффициента амплитудной модуляции проводят методом непосредственного сличения с помощью калибратора SMBV-AM-FM (далее – калибратора) по схеме соединений, приведенной на рисунке 7.

Установить выходной уровень сигнала калибратора 0 дБ (1 мВт), частоту выходного сигнала 25 МГц.

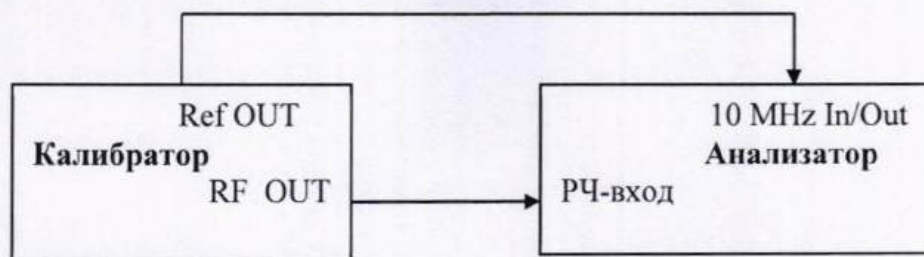


Рисунок 7

Выполнить следующие установки на анализаторе в режиме «AM/FM/PM Analysis»:

[Reset]

[Measure]

Demod Type: AM

Show ALL

[Freq]

Center Freq: 25 MHz

[Span]

Span: (ширина полосы анализа должна быть около $6 \cdot F_{\text{мод}}$)

[AW]

Capture Time: (время анализа должно быть около $10/F_{\text{мод}}$)

Устанавливать на калибраторе значения коэффициента амплитудной модуляции (K_{AM}) и модулирующей частоты ($F_{\text{мод}}$) в соответствии с таблицей 6.

Таблица 6

$K_{\text{AM}}, \%$	$F_{\text{мод}}, \text{кГц}$
1; 10; 50; 90; 95; 100	1
100	0,03; 0,09; 10; 100; 1000

Зафиксировать результаты измерений K_{AM} в строке $(P_k - P_k)/2$.

10.7.2 Определение абсолютной погрешности измерений девиации частоты проводят методом непосредственного сличения с помощью калибратора по схеме соединений, приведенной на рисунке 7.

Установить выходной уровень сигнала калибратора 0 дБ (1 мВт), частоту выходного сигнала 50 МГц.

Выполнить следующие установки на анализаторе в режиме «AM/FM/PM Analysis»:

[Reset]

[Measure]

Demod Type: FM

Show ALL

[Freq]

Center Freq: 50 MHz

[Span]

Span: (ширина полосы анализа должна быть около $6 \cdot (F_{\text{мод}} + \Delta f)$)

[AW]

Capture Time: (время анализа должно быть около $10/F_{\text{мод}}$)

Устанавливать на калибраторе значения девиации частоты (Δf) и модулирующей частоты ($F_{\text{мод}}$) в соответствии с таблицей 7.

Таблица 7

Δf , кГц	$F_{\text{мод}}$, кГц
0,005; 1; 10; 100; 1000; 5000; 10000	1
100	0,02; 0,09; 10; 100; 1000

Зафиксировать результаты измерений Δf в строке $(P_k - P_k)/2$.

11 Подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям

11.1 Для полученных в пункте 10.1.1 результатов измерений рассчитать относительную погрешность частоты опорного кварцевого генератора $\delta_{\text{ог}}$ по формуле

$$\delta_{\text{ог}} = \frac{F_{\text{ог}}}{10} - 1. \quad (2)$$

Для полученных в пункте 10.1.2 результатов измерений F_{IFL} , Гц, рассчитать абсолютную погрешность измерений частоты маркером частотомера анализатора $\Delta F_{\text{ИЗМ}}$, Гц, по формуле

$$\Delta F_{\text{ИЗМ}} = F_{\text{IFL}} - F_{\text{ИЗМ}}, \quad (3)$$

где $F_{\text{ИЗМ}}$ – измеряемая частота, установленная на SMA100B, Гц.

Результаты поверки по данной операции считать положительными, если значения $\delta_{\text{ог}}$ и $\Delta F_{\text{ИЗМ}}$ не превышают пределы, указанные в таблице 1.

11.2 Для полученных в пункте 10.2 результатов измерений $L_{\text{ИЗМ}}$, дБ (1 мВт), рассчитать абсолютную погрешность измерений уровня мощности входного сигнала Δ , дБ, по формуле

$$\Delta = L_{\text{ИЗМ}} - L_{\text{НРР}}, \quad (4)$$

где $L_{\text{НРР}}$ – уровень мощности сигнала по показаниям преобразователя, дБ (1 мВт).

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

11.3 Результаты поверки по пункту 10.3 считать положительными, если для всех указанных отстроек значения спектральной плотности мощности фазовых шумов в полосе пропускания 1 Гц не превышают значения, указанные в таблице 1.

11.4 Для полученных в пункте 10.4 значений уровня второй гармоники $L_{\text{Г}}$, дБ (1 мВт), рассчитать относительный уровень помех, обусловленных гармоническими искажениями второго порядка, $D_{\text{гарм}}$, дБ, по формуле

$$D_{\text{гарм}} = L_{\text{Г}} - L_{\text{С}}. \quad (5)$$

Результаты поверки по данной операции считать положительными, если значения $D_{\text{гарм}}$ не более предела, указанного в таблице 1.

11.5 Для полученных в пункте 10.5 значений уровня помехи $L_{\text{Пmax}}$, дБ (1 мВт), рассчитать относительный уровень помех, обусловленных интермодуляционными искажениями третьего порядка, $D_{\text{П}}$, дБ, по формуле

$$D_{\text{П}} = L_{\text{ВХ}} - L_{\text{Пmax}}. \quad (6)$$

Рассчитать относительный уровень помех, обусловленных интермодуляционными искажениями третьего порядка, выраженный в виде точки пересечения третьего порядка, TOI ,

дБ (1 мВт) по формуле

$$TOI = (2 \cdot L_{ВХ} + D_{П})/2. \quad (7)$$

Результаты поверки по данной операции считать положительными, если значения интермодуляционных искажений третьего порядка, выраженных как точка пересечения, не менее предела, указанного в таблице 1.

11.6 Результаты поверки по пункту 10.6 считать положительными, если результаты измерений среднего уровня собственных шумов в форме спектральной плотности в полосе пропускания 1 Гц не превышают значения, указанные в таблице 1.

11.7 Для полученных в пункте 10.7.1 результатов измерений рассчитать абсолютную погрешность измерений коэффициента амплитудной модуляции ΔK_{AM} , %, по формуле:

$$\Delta K_{AM} = K_{ИЗМ} - K_{AM}, \quad (8)$$

где $K_{ИЗМ}$ – результат измерения коэффициента амплитудной модуляции, %;
 K_{AM} – установленный коэффициент амплитудной модуляции, %.

Результаты поверки по данной операции считать положительными, если рассчитанные значения абсолютной погрешности измерений коэффициента амплитудной модуляции не превышают пределы, указанные в таблице 1.

11.8 Для полученных в пункте 10.7.2 результатов измерений рассчитать абсолютную погрешность измерений девиации частоты $\Delta f_{ЧМ}$, Гц, по формуле:

$$\Delta f_{ЧМ} = \Delta f_{ИЗМ} - \Delta f, \quad (9)$$

где $\Delta f_{ИЗМ}$ – результат измерения девиации частоты, Гц;
 Δf – установленная девиация частоты, Гц.

Результаты поверки по данной операции считать положительными, если рассчитанные значения абсолютной погрешности измерений девиации частоты не превышают пределы, указанные в таблице 1.

11.9 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 анализаторов требованиям, указанным в пунктах 11.1 – 11.8 настоящей методики;

- обеспечение прослеживаемости поверяемых анализаторов 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»;

г) к ГЭТ 180-2010 «Государственный первичный эталон единицы коэффициента амплитудной модуляции высокочастотных колебаний»;

д) к ГЭТ 166-2020 «Государственный первичный эталон единицы девиации частоты».

11.10 При получении отрицательных результатов по любой из процедур, перечисленных в разделах 8.3; 9; 10 или несоответствии действительных значений метрологических характеристик анализаторов требованиям, указанным в пунктах 11.1 – 11.8, принимается

решение о несоответствии средства измерений метрологическим требованиям, установленным при утверждении типа.

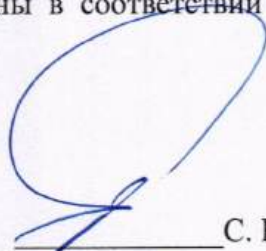
12 Оформление результатов поверки

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 и объеме 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

Инженер по метрологии II категории
лаборатории № 441 ФБУ «НИЦ ПМ – Ростест»



С.С. Кучеренко