СОГЛАСОВАНО

Генеральный директор
ООО «РАВНОВЕСИЕ»

_____ А.В. Копытов

«25» марта 2026 г.

МП

Государственная система обеспечения единства измерений

Анализаторы спектра АСМ PXIe

Методика поверки

РВНЕ.0022-2026 МП

г. Москва
2026 г.

1 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

1.1 Настоящая методика поверки распространяется на анализаторы спектра АСМ PXIe (далее – анализатор спектра, средство измерений, СИ), изготавливаемые Обществом с ограниченной ответственностью «VXI-Системы» (ООО «VXI-Системы»), и устанавливает процедуры, проводимые при первичной и периодической поверке по подтверждению соответствия СИ метрологическим требованиям, установленным при утверждении типа.

1.2 При поверке анализатора спектра должны быть подтверждены метрологические требования (характеристики), установленные при утверждении типа анализаторов спектра и указанные в таблице А.1 Приложения А.

1.3 В целях обеспечения прослеживаемости поверяемого анализатора спектра к государственным первичным эталонам единиц величин поверку необходимо проводить в соответствии с процедурами и требованиями, установленными в настоящей методике поверки.

1.4 При проведении поверки обеспечивается прослеживаемость поверяемого анализатора спектра к следующим государственным эталонам:

- ГЭТ 1-2022 в соответствии с государственной поверочной схемой для средств измерений времени и частоты, утвержденной приказом Росстандарта от 13 октября 2022 года № 2360;

- ГЭТ 26-2010 в соответствии с государственной поверочной схемой для средств измерений мощности электромагнитных колебаний в диапазоне частот от 0,03 до 37,5 ГГц, утвержденной приказом Росстандарта от 30 декабря 2019 года № 3461.

1.5 Методы, обеспечивающие реализацию методики поверки – методы прямых измерений и непосредственного сличения.

1.6 Все вводимые в ПЭВМ значения величин должны быть представлены в основных единицах международной системы единиц физических величин СИ в формате с плавающей точкой.

1.7 При вводе нецелых чисел разделителем целой и дробной частей числа является символ «.» (точка).

Разделителем мантиссы и порядка является символ (буква) «E», либо символ (буква) «e» латинского шрифта.

1.8 Перечень принятых сокращений:

ОС – операционная система;

ПО – программное обеспечение;

ППВ – программа поверки;

ППМ – программа проверки модулей;

ПЭВМ – персональная электронно-вычислительная машина;

РЭ – руководство по эксплуатации;

СИ – средство измерений;

дБм – уровень мощности сигнала в дБ относительно 1 мВт.

дБн – уровень мощности сигнала в дБ по отношению к уровню мощности на частоте несущей.

дБм/Гц – уровень мощности сигнала в дБ относительно 1 мВт в полосе пропускания 1 Гц.

дБн/Гц – уровень мощности сигнала в дБ по отношению к уровню мощности на частоте несущей в полосе пропускания 1 Гц.

Приказ № 2360 – Приказ Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 13 октября 2022 года;

Приказ № 3461 – Приказ Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 30 декабря 2019 года;

Рег. № – регистрационный номер в федеральном информационном фонде по обеспечению единства измерений.

2 ПЕРЕЧЕНЬ ОПЕРАЦИЙ ПОВЕРКИ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

При проведении поверки выполняют операции, указанные в таблице 1.

Таблица 1 – Операции поверки

Наименование операции поверки	Обязательность выполнения операций поверки при		Номер пункта методики поверки
	первичной поверке	периодической поверке	
Внешний осмотр средства измерений	да	да	7
Опробование	да	да	8.2
Проверка программного обеспечения средства измерений	да	да	9
Определение метрологических характеристик средства измерений	да	да	10
Подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям	да	да	11
Оформление результатов поверки	да	да	12

3 ТРЕБОВАНИЯ К УСЛОВИЯМ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ

3.1 При проведении поверки должны соблюдаться следующие условия окружающей среды:

- температура окружающей среды от +15 °С до + 25 °С;
- относительная влажность окружающей среды от 30 % до 80 %;
- атмосферное давление от 84,0 до 106,7 кПа.

4 ТРЕБОВАНИЯ К СПЕЦИАЛИСТАМ, ОСУЩЕСТВЛЯЮЩИМ ПОВЕРКУ

4.3 К проведению поверки допускаются лица:

- изучившие настоящую методику поверки;
- изучившие эксплуатационную документацию на поверяемый анализатор спектра и средства поверки;
- имеющие необходимую квалификацию и опыт в соответствии с требованиями, изложенными в статье 41 Приказа Минэкономразвития России от 26.10.2020 года № 707 «Об утверждении критериев аккредитации и перечня документов, подтверждающих соответствие заявителя, аккредитованного лица критериям аккредитации».

5 МЕТРОЛОГИЧЕСКИЕ И ТЕХНИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ К СРЕДСТВАМ ПОВЕРКИ

Таблица 2 – Средства поверки

Операции поверки, требующие применение средств поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
Основные средства поверки		
р. 10 Определение метрологических характеристик средства измерений и подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям	Рабочий эталон 3-го разряда и выше согласно Государственной поверочной схеме, утвержденной Приказом № 2360 с характеристиками: Относительная погрешность воспроизведения частоты 10 МГц в пределах $\pm 5 \cdot 10^{-11}$.	Стандарт частоты рубидиевый FS725, рег. № 31222-06
	Рабочий эталон 3-го разряда и выше согласно Государственной поверочной схеме, утвержденной Приказом № 3461, с характеристиками: Диапазон рабочих частот: от 0,01 до 18 ГГц. Пределы допускаемой относительной погрешности измерений мощности немодулированных колебаний на частоте 50 МГц в режиме работы «Нормальный» при доверительной вероятности P = 0,95: ± 5,0 %.	Преобразователь мощности U2000H, рег. № 57571-14
	Диапазон частот от 100 кГц до 20 ГГц. Диапазон выходного уровня от – 120 до 11 дБм. Пределы допускаемой установки уровня выходного сигнала: в диапазоне частот от 0,2 до 3 МГц ± 0,7 дБ; в диапазоне частот от 3 МГц до 20 ГГц ± 1,1 дБ.	Генератор сигналов высокочастотный SMB100A с опцией B120, рег. № 50188-12
	Диапазон рабочих частот от 10^5 до $20 \cdot 10^9$ Гц. Диапазон выходного уровня от –20 до 20 дБм. Пределы допускаемой установки уровня выходного сигнала ± 0,8 дБ.	Генератор сигналов 1465D рег. № 77570-20
Вспомогательные средства поверки		
п. 8.1 Контроль условий поверки (при подготовке к поверке и опробовании средства измерений)	Средства измерений температуры окружающей среды в диапазоне от + 15 °С до + 25 °С, с пределами допускаемой абсолютной погрешности не более ± 1 °С. Средства измерений относительной влажности воздуха в диапазоне от 30 % до 80 %, с пределами допускаемой абсолютной погрешности не более ± 3 %. Средства измерений атмосферного давления от 700 до 1100 гПа, с пределами допускаемой абсолютной погрешности не более ± 5 гПа	Термогигрометр «ИВА-6Н-Д», рег. № 46434-11
п.п. 8 - 10	Управляющая ПЭВМ с установленной платой Host Adapter PCIe ФТКС.468352.001 (GEN3 x8) и внешними устройствами и следующим установленным ПО: ОС Windows (32 или 64-bit) или ОС Linux, комплект ПО модулей Информтест	

Операции поверки, требующие применение средств поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
	Носитель модулей (НМ) типа HMPXI AXIe-1 ФТКС.468260.186 или шасси СН-14 PXIe ФТКС.469133.024 или другой аналогичный НМ, поддерживающие работу с модулями стандарта PXIe.	
	Кабель питания EU-Schuko/IEC320-C13 PC-SH-C13-10A-1.8 1 Schuko.	
	Кабель RFC26-RFC8_CL086-SMAв-SMAв-20мм. Кабель RFC26-RFC8_CL086-SMAв-SMAв-22.5мм. Кабель RFC26-RFC8_CL086-SMAв-SMAв-25мм. Кабель RFC26-RFC8_CL086-SMAв-SMAв-51.64мм. Кабельная сборка SMA-SMA RFC26-RFC2_51_FEP-35в-35в-1000мм/ARM3. Кабель BNC-BNC ФТКС.685661.182. Коаксиальный переход SMA розетка – BNC вилка. Коаксиальный переход SMA розетка – N вилка. Нагрузка коаксиальная SMA (m) 50 Ом.	
Примечание – Допускается использовать при поверке другие утвержденные и аттестованные эталоны единиц величин, средства измерений утвержденного типа и поверенные, удовлетворяющие метрологическим требованиям, указанным в таблице, а также другое вспомогательное оборудование, удовлетворяющее техническим требованиям, указанным в таблице.		

6 ТРЕБОВАНИЯ (УСЛОВИЯ) ПО ОБЕСПЕЧЕНИЮ БЕЗОПАСНОСТИ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ

При проведении поверки необходимо соблюдать требования безопасности, изложенные в эксплуатационных документах на поверяемый генератор и применяемые средства поверки.

7 ВНЕШНИЙ ОСМОТР СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

Анализатор спектра допускается к дальнейшей поверке, если:

– внешний вид анализатора спектра соответствует описанию, приведенному в описании типа;

– отсутствуют видимые дефекты, способные оказать влияние на безопасность проведения поверки или результаты поверки.

Примечание – При выявлении дефектов, способных оказать влияние на безопасность проведения поверки или результаты поверки, устанавливается возможность их устранения до проведения поверки. При наличии возможности устранения дефектов, выявленные дефекты устраняются, и анализатор спектра допускается к дальнейшей поверке. При отсутствии возможности устранения дефектов, анализатор спектра к дальнейшей поверке не допускается.

8 ПОДГОТОВКА К ПОВЕРКЕ И ОПРОБОВАНИЕ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

8.1 Подготовка к поверке

Перед проведением поверки необходимо выполнить следующие подготовительные работы:

– изучить эксплуатационную документацию на поверяемый анализатор спектра и на применяемые средства поверки;

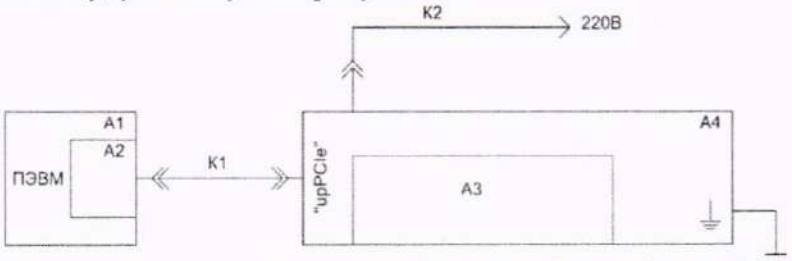
– выдержать анализатор спектра в условиях окружающей среды, указанных в п. 3.1, не менее 2 ч, если он находился в климатических условиях, отличающихся от указанных в п. 3.1, и подготовить его к работе в соответствии с его эксплуатационной документацией;

– подготовить к работе средства поверки в соответствии с указаниями их эксплуатационной документации;

– провести контроль условий поверки на соответствие требованиям, указанным в разделе 3, с помощью оборудования, указанного в таблице 2.

8.2 Опробование

1) Собрать схему, указанную на рисунке 1.



А1 – ПЭВМ с установленной платой Host Desktop adapter PCIe Keysight модель M9048B (GEN3 x8) А2;

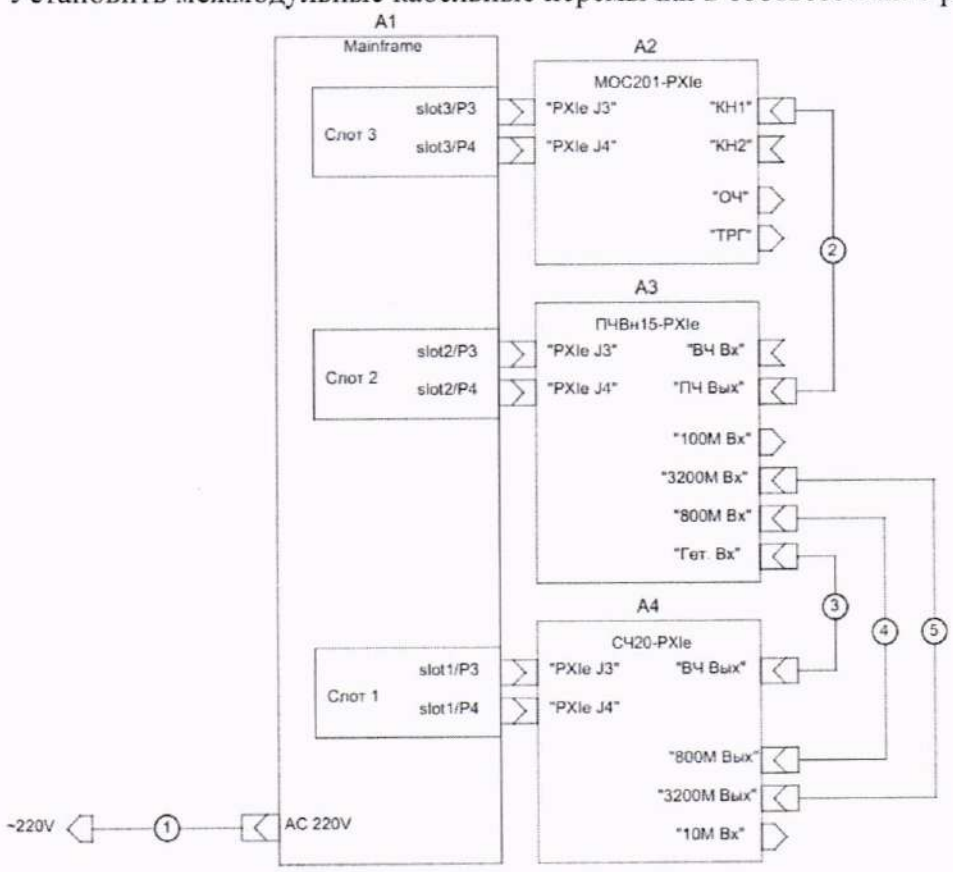
А4 – шасси СН-06 PXIe ФТКС.469133.030 с установленным на нем проверяемым анализатором спектра А3;

К1 – кабель PCIe cable x8 Keysight модель Y1202A (x8, 2.0 M);

К2 – кабель питания IEC M TO F

Рисунок 1 – Схема для проведения опробования

2) Установить межмодульные кабельные перемычки в соответствии с рисунком 2.



А1 – Шасси СН-03 PXIe РС ГВТУ.468266.032

А2 – Оцифровщик МОС201-PXIe ГВТУ.468266.019

А3 – Переносчик вниз ПЧВн15-PXIe ГВТУ.468266.032

А4 – Гетеродин СЧ20-PXIe ГВТУ.468266.017

1 – Кабель питания EU-Schuko/IEC320-C13 PC-SH-C13-10A-1.8

2 – Кабель RFC26-RFC8_CL086-SMAв-SMAв-51.64мм

3 – Кабель RFC26-RFC8_CL086-SMAв-SMAв-20мм
4 – Кабель RFC26-RFC8_CL086-SMAв-SMAв-22.5мм
5 – Кабель RFC26-RFC8_CL086-SMAв-SMAв-25мм

Рисунок 2 – Структурная схема анализатора спектра

3) Включить питание НМ, выждать не менее 20 мин.

4) Включить питание ПЭВМ, убедиться в отсутствии сообщений об ошибках ее самотестирования и загрузки операционной среды, в соответствии с руководством системного программиста ФТКС.42050-01 32 01 установить комплект ПО для управления анализатором спектра.

5) Запустить на рабочем столе файл «Spectrumanalyzer-64». В открывшемся окне нажать кнопку «Применить», выждать 10 мин.

6) В верхней строке меню нажать ☰, выбрать «Настройки», в разделе «Настройки аппаратуры» нажать кнопку «Запустить самоконтроль».

Анализатор спектра допускается к дальнейшей поверке, если при выполнении самоконтроля отсутствуют сообщения о неисправностях.

9 ПРОВЕРКА ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

Для подтверждения соответствия программного обеспечения необходимо после запуска файла «Spectrumanalyzer-64», в верхней строке меню нажать ☰, выбрать «Настройки», в разделе «Метрологические характеристики» считать идентификационные данные ПО (контрольная сумма файла метрологически значимой части ПО).

Анализатор спектра допускается к дальнейшей поверке, если идентификационные данные программного обеспечения соответствуют данным, указанным в описании типа.

10 ОПРЕДЕЛЕНИЕ МЕТРОЛОГИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

10.1 Определение относительной погрешности измерений частоты

Определение относительной погрешности измерений частоты выполнять в следующем порядке:

1) Собрать схему рабочего места в соответствии с рисунком 3.



К1 – кабельная сборка SMA-SMA RFC26-RFC2_51_FEP-35в-35в-1000мм/ARM3
К2 – кабель BNC-BNC ФТКС.685661.182

Рисунок 3 – Схема рабочего места при определении относительной погрешности измерений частоты

2) Настройки генератора сигналов SMB100A:
- режим работы - от внешнего опорного источника частоты;
- выходная мощность - минус 10 дБм;
- частота выходного сигнала – 1 МГц.

3) Настройки анализатора спектра:
- центральная частота - в соответствии с таблицей 3;
- опорный уровень - 0 дБм;
- полосу обзора - 1 МГц;
- разрешение по полосе пропускания – 1 кГц;
- тип оконной функции – окно Наттола.

4) На анализаторе спектра измерить частоту основной гармоники. Занести в протокол поверки значение, отображенное в поле «F» анализатора спектра.

5) Определить относительную погрешность измерений частоты входного сигнала в соответствии с формулой 1.

6) Повторить операции 2) - 5) для центральных частот 10, 50, 100, 150, 200, 1000, 5000, 7000, 10000, 14300 МГц.

10.2 Определение абсолютной погрешности измерений уровня мощности из-за переключения полосы пропускания (разрешения) в диапазоне от 0,1 до 1000 кГц относительно 1 кГц

Определение абсолютной погрешности измерений уровня мощности из-за переключения полос пропускания (разрешения) выполнять в следующем порядке:

1) Собрать схему рабочего места в соответствии с рисунком 3.

2) Настройки генератора сигналов SMB100A:
- режим работы - от внешнего опорного источника частоты;
- выходная мощность - минус 10 дБм;
- частота выходного сигнала - 50 МГц.

3) Настройки анализатора спектра:
- центральная частота – 50 МГц;
- опорный уровень - 0 дБм;
- полоса обзора - в соответствии с таблицей 3;
- разрешение по полосе пропускания - в соответствии с таблицей 3;
- тип оконной функции – окно Наттола.

Таблица 3

Разрешение, кГц	0,1	1	5	10	30	100	300	400	1000
Полоса обзора, кГц	10	20	20	50	100	400	1000	2000	5000

4) На анализаторе спектра уровень основной гармоники при разрешении 1 кГц. Принять его за опорный уровень P_0. Занести в протокол поверки значение, отображенное в поле «A» анализатора спектра.

5) Изменяя разрешение в соответствии с таблицей 4 измерить уровень мощности сигнала $P_{изм}$. Занести в протокол поверки значение, отображенное в поле «A» анализатора спектра.

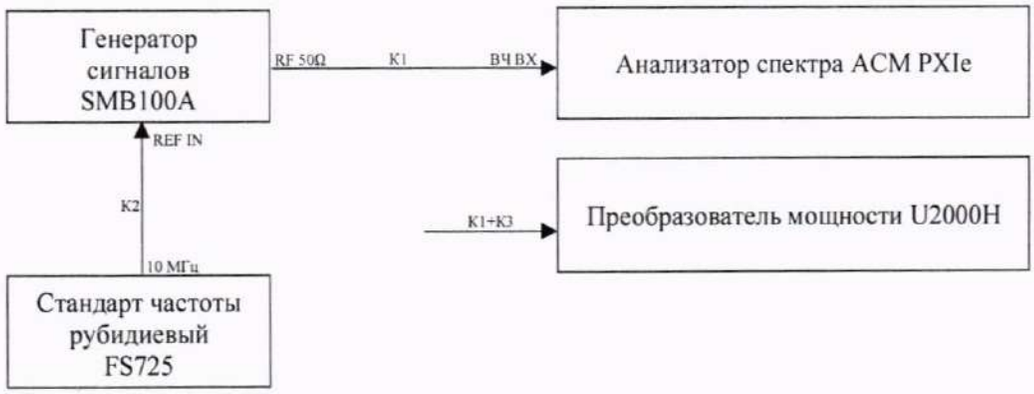
6) Определить погрешности измерений уровня мощности входного сигнала из-за переключения полосы пропускания (разрешения) как разность между $P_{изм}$ и P_0.

10.3 Определение абсолютной погрешности измерений уровня мощности

Определение абсолютной погрешности измерений уровня мощности выполнять в следующем порядке:

1) В соответствии с рисунком 4 при помощи кабеля К2 соединить выход стандарта частоты FS725 со входом генератора SMB100A.

2) При помощи кабельной сборки К1 соединить выход генератора SMB100A со входом поверяемого анализатора спектра.



К1 – кабельная сборка SMA-SMA RFC26-RFC2_51_FEP-35в-35в-1000мм/ARM3 или другая, обеспечивающая минимальные потери мощности сигнала и наилучшую стабильность параметров в рабочем диапазоне частот генератора

К2 – кабель BNC-BNC ФТКС.685661.182

К3 – переход коаксиальный SMA розетка – N вилка

Рисунок 4 – Схема рабочего места при определении абсолютной погрешности измерений уровня мощности

3) Настройки генератора сигналов SMB100A:

- режим работы - от внешнего опорного источника частоты;
- выходная мощность - в соответствии с таблицей 4;
- частота выходного сигнала - в соответствии с таблицей 4.

Таблица 4

Частота, МГц	Значение устанавливаемой мощности, дБм			
	0	-10	-47	-50
10				
40				
90				
150				
200				
1000				
5000				
7000				
10000				
14300				

4) Настройки анализатора спектра:

- центральная частота - в соответствии с таблицей 4;
- опорный уровень - в соответствии с таблицей 4;
- полоса обзора – 1 МГц;
- разрешение – 1 кГц;

– тип оконной функции – окно Наттола.

5) Измерить уровень мощности основной гармоники на анализаторе спектра. Занести в протокол поверки значение, отображенное в поле «А» анализатора спектра.

6) Измерить уровень мощности на преобразователе мощности U2000H. Занести в протокол поверки измеренное значение.

7) Определить абсолютную погрешность измерений уровня мощности входного сигнала в соответствии с формулой 2.

10.4 Определение неравномерности амплитудно-частотной характеристики (АЧХ) относительно опорной частоты 50 МГц

Определение неравномерности АЧХ относительно опорной частоты 50 МГц выполнять в следующем порядке:

1) Собрать схему рабочего места в соответствии с рисунком 4.

2) Установить частоту на выходе генератора 10 МГц (режим работы - от внешнего опорного источника частоты), выходной уровень генератора такой, чтобы мощность, измеряемая преобразователем мощности U2000H, была равна минус (10±0,1) дБм. Зафиксировать в протоколе показания преобразователя мощности U2000H как X_0.

3) Не меняя настроек генератора, подключить его ко входу анализатора спектра. Выполнить следующие настройки анализатора спектра:

– центральная частота – 10 МГц;
– опорный уровень – 0 дБм;
– полосу обзора – 1 МГц;
– разрешение – 100 кГц;
– тип оконной функции – окно Наттола.

4) Измерить уровень мощности основной гармоники на анализаторе спектра. Зафиксировать в протоколе показания анализатора спектра как $X_{изм}$.

5) Повторить операции 1) – 4) для частот 20, 50, 100, 500, 800, 1000, 5000, 7000, 10000 и 14300 МГц.

6) Определить неравномерность АЧХ по формуле 3.

10.5 Определение среднего значения спектральной плотности мощности собственных шумов

Определение среднего значения спектральной плотности мощности собственных шумов выполнять в следующем порядке:

1) Подключить ко входу поверяемого анализатора спектра нагрузку коаксиальную SMA (m) 50 Ом.

2) Настройки анализатора спектра:

– центральная частота – 1 МГц;
– полосу обзора - 1 МГц;
– разрешение – 1 кГц;
– тип оконной функции – окно Наттола;
– опорный уровень – минус 50 дБм;
– размерность шкалы – «дБм -150.00 : -50».

3) На анализаторе спектра нажать «Стоп» и с помощью функции «Отслеживать пик» зафиксировать максимальное значение уровня сигнала, дБм. Для приведения уровня шума к полосе 1 Гц вычесть 30 дБ. Занести полученное значение, дБм/Гц, в протокол поверки.

4) Провести измерения средней спектральной плотности мощности собственных шумов на центральных частотах 10, 40, 80, 150, 190, 250, 300, 600, 1000, 3000, 5000, 10000, 14300 МГц.

10.6 Определение среднего значения спектральной плотности мощности фазовых шумов на частоте 1ГГц при отстройках частоты 100, 1000, 10000, 100000, 1000000 Гц

Определение среднего значения спектральной плотности мощности фазовых шумов выполнять в следующем порядке:

1) Собрать схему рабочего места в соответствии с рисунком 3.

2) Настройки генератора сигналов SMB100A:

- режим работы - от внешнего опорного источника частоты;
- режим работы – Low noise;
- выходная мощность – минус 10 дБм;
- частота выходного сигнала - 1 ГГц.

3) Настройки анализатора спектра:

- вкладка - «Фазовый шум»;
- центральная частота – 1 ГГц;
- нижняя граница частоты – 100 Гц;
- верхняя граничная частота – 1 МГц;
- частотный диапазон – 4 МГц;
- усреднение – AvgHold;
- разрешение – 150 Гц;
- опорный уровень – 0 дБм;
- размерность шкалы – «дБм -150.00 : 0»;
- тип оконной функции – окно Блэкмана-Наттола.

4) На анализаторе спектра нажать «Стоп». Добавить пять маркеров. В таблице, отображающей характеристики маркеров, в столбце «Частота» ввести значения отстроек частоты 100 Гц, 1, 10, 100, 1000 кГц.

5) Занести в протокол поверки значения средней спектральной плотности мощности фазовых шумов, дБн/Гц, отображенных в таблице маркеров в столбце «Амплитуда».

10.7 Определение относительного уровня помех, обусловленных гармоническими искажениями

Определение относительного уровня помех, обусловленных гармоническими искажениями выполнять в следующем порядке:

1) Собрать схему рабочего места в соответствии с рисунком 3.

2) Настройки генератора сигналов SMB100A:

- режим работы - от внешнего опорного источника частоты;
- режим работы – Low distortion;
- выходная мощность – минус 10 дБм;
- частота выходного сигнала – 1 МГц.

3) Настройки анализатора спектра:

- центральная частота – 1 МГц;
- полосу обзора - 100 кГц;
- разрешение – 150 Гц;
- опорный уровень – 0 дБм;
- размерность шкалы – «дБм -150.00 : 0»;
- тип оконной функции – окно Блэкмана-Наттола.

4) На анализаторе спектра измерить уровень основной гармоники. Занести в протокол поверки значение, отображенное в поле «А» анализатора спектра.

5) На анализаторе спектра установить центральную частоту, соответствующую второй гармонике проверяемого сигнала и зафиксировать ее уровень мощности в протоколе поверки.

6) Повторить операцию 5) для третьей гармоники проверяемого сигнала.

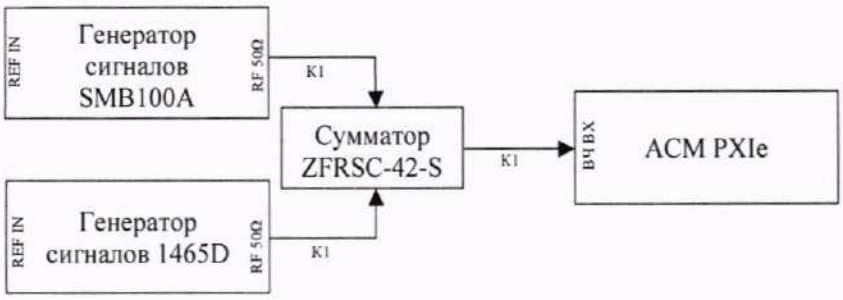
7) Определить разность между наибольшим значением уровня мощности побочных гармоник и уровнем мощности основной гармоники.

8) Повторить действия 4) – 7) на частотах основной гармоники 10, 1000, 4000 МГц.

10.8 Определение относительного уровня помех, обусловленных интермодуляционными искажениями третьего порядка

Определение уровня помех, обусловленных интермодуляционными искажениями третьего порядка выполнять в следующем порядке:

1) Собрать схему рабочего места в соответствии с рисунком 5.



К1 – кабельная сборка SMA-SMA RFC26-RFC2_51_FEP-35в-35в-1000мм/ARM3

Рисунок 5 – Схема рабочего места при определении относительного уровня интермодуляционных искажений третьего порядка

2) Настройки генератора сигналов SMB100A:
- режим работы - от внешнего опорного источника частоты;
- выходная мощность – минус 20 дБм;
- частота выходного сигнала f1 – 1 МГц.

3) Настройки генератора сигналов 1465D:
- режим работы - от внешнего опорного источника частоты;
- выходная мощность – минус 20 дБм;
- частота выходного сигнала f2 – 1,1 МГц.

4) Настройки анализатора спектра:
- центральная частота – 1 МГц;
- полосу обзора - 1 МГц;
- разрешение – 0,3 кГц;
- опорный уровень – минус 10 дБм;
- размерность шкалы – «дБм -150.00 : -10»;
- тип оконной функции – окно Блэкмана-Наттола.

4) Подать на вход сумматора сигналы от генераторов.

5) Органами регулировки генераторов установить показания маркеров анализатора спектра минус 20 дБ

6) На анализаторе спектра измерить разность между главной гармоникой генератора сигналов SMB100A и его ближайшей паразитной, расположенной слева, и главной гармоникой генератора сигналов 1465D и его ближайшей паразитной, расположенной справа. Зафиксировать в протоколе поверки минимальную по модулю разность как относительный уровень интермодуляционных искажений третьего порядка.

7) Повторить операции 2) – 6) для частот сигнала в соответствии с таблицей 5.

Таблица 5

Значение устанавливаемой частоты, МГц	
f1 (для генератора SMB100A), МГц	f2 (для генератора 1465D)
10	10,1
50	50,1
100	100,1
150	150,1
500	500,1
1000	1000,1
2000	2000,1
4000	4000,1

11 ПОДТВЕРЖДЕНИЕ СООТВЕТСТВИЯ МЕТРОЛОГИЧЕСКИМ ТРЕБОВАНИЯМ

11.1 Значение относительной погрешности измерений параметров определяется по формуле (1):

$$\delta = \frac{X_{изм} - X_0}{X_0}, \quad (1)$$

где X_0 – значение параметра, измеренное/установленное средством поверки;

$X_{изм}$ – значение параметра, установленное/измеренное на поверяемом СИ.

11.2 Значение абсолютной погрешности измерений параметров определяется по формуле (2):

$$\Delta = X_{изм} - X_0 \quad (2)$$

11.3 Неравномерность АЧХ определяется по формуле (3).

$$A = X_{изм} - X_0 - X_{0\,(50\ МГц)}, \quad (3)$$

где $X_{0\,(50\ МГц)}$ – значение параметра, измеренное средством поверки на частоте 50 МГц.

11.4 Анализатор спектра подтверждает соответствие метрологическим требованиям по п. 10.1, установленным при утверждении типа, если полученные значения относительной погрешности измерений частоты в диапазоне от 0,01 до 14,3 ГГц не превышают пределов, указанных в таблице А.1 Приложения А.

При невыполнении любого из вышеперечисленных условий по п. 10.1 (когда анализатор спектра не подтверждает соответствие метрологическим требованиям по п. 10.1), поверку анализатора спектра прекращают, результаты поверки по п. 10.1 признают отрицательными.

11.5 Анализатор спектра подтверждает соответствие метрологическим требованиям по п. 10.2, установленным при утверждении типа, если полученные значения абсолютной погрешности измерений мощности из-за переключения полосы пропускания (разрешения) в диапазоне от 0,1 до 1000 кГц относительно 1 кГц не превышают пределов, указанных в таблице А.1 Приложения А.

При невыполнении любого из вышеперечисленных условий по п. 10.2 (когда анализатор спектра не подтверждает соответствие метрологическим требованиям по п. 10.2), поверку анализатора спектра прекращают, результаты поверки по п. 10.2 признают отрицательными.

11.6 Анализатор спектра подтверждает соответствие метрологическим требованиям по п. 10.3, установленным при утверждении типа, если полученные значения абсолютной погрешности измерений уровня мощности не превышают пределов, указанных в таблице А.1 Приложения А.

При невыполнении любого из вышеперечисленных условий по п. 10.3 (когда анализатор спектра не подтверждает соответствие метрологическим требованиям по п. 10.3), допускается провести калибровку анализатора спектра в соответствии с Приложением Б настоящего документа и повторить поверку в соответствии с п. 10.3. В случае если анализатор спектра повторно не подтверждает соответствие метрологическим требованиям по п. 10.3, то поверку анализатора спектра прекращают, результаты поверки по п. 10.3 признают отрицательными.

11.7 Анализатор спектра подтверждает соответствие метрологическим требованиям по п. 10.4, установленным при утверждении типа, если полученные значения неравномерности АЧХ относительно опорной частоты 50 МГц не превышают значений, указанных в таблице А.1 Приложения А.

При невыполнении любого из вышеперечисленных условий по п. 10.4 (когда анализатор спектра не подтверждает соответствие метрологическим требованиям по п. 10.4), поверку анализатора спектра прекращают, результаты поверки по п. 10.4 признают отрицательными.

11.8 Анализатор спектра подтверждает соответствие метрологическим требованиям по п. 10.5, установленным при утверждении типа, если полученные значения средней спектральной плотности мощности собственных шумов не превышают значений, указанных в таблице А.1 Приложения А.

При невыполнении любого из вышеперечисленных условий по п. 10.5 (когда анализатор спектра не подтверждает соответствие метрологическим требованиям по п. 10.5), поверку анализатора спектра прекращают, результаты поверки по п. 10.5 признают отрицательными.

11.9 Анализатор спектра подтверждает соответствие метрологическим требованиям по п. 10.6, установленным при утверждении типа, если полученные значения средней спектральной плотности мощности фазовых шумов не превышают значений, указанных в таблице А.1 Приложения А.

При невыполнении любого из вышеперечисленных условий по п. 10.6 (когда анализатор спектра не подтверждает соответствие метрологическим требованиям по п. 10.6), поверку анализатора спектра прекращают, результаты поверки по п. 10.6 признают отрицательными.

11.10 Анализатор спектра подтверждает соответствие метрологическим требованиям по п. 10.7, установленным при утверждении типа, если полученные значения уровня гармонических искажений не превышают значений, указанных в таблице А.1 Приложения А.

При невыполнении любого из вышеперечисленных условий по п. 10.7 (когда анализатор спектра не подтверждает соответствие метрологическим требованиям по п. 10.7), поверку анализатора спектра прекращают, результаты поверки по п. 10.7 признают отрицательными.

11.11 Анализатор спектра подтверждает соответствие метрологическим требованиям по п. 10.8, установленным при утверждении типа, если полученные значения уровня гармонических искажений не превышают значений, указанных в таблице А.1 Приложения А.

При невыполнении любого из вышеперечисленных условий по п. 10.8 (когда анализатор спектра не подтверждает соответствие метрологическим требованиям по п. 10.8), поверку анализатора спектра прекращают, результаты поверки по п. 10.8 признают отрицательными.

12 ФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ

12.1 Результаты поверки средства измерений подтверждаются сведениями, включенными в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений в соответствии с порядком, установленным действующим законодательством в области обеспечения единства измерений.

12.2 По заявлению владельца средства измерений или лица, представившего его на поверку, положительные результаты поверки (когда средство измерений подтверждает соответствие метрологическим требованиям) оформляют свидетельством о поверке по форме, установленной в соответствии с действующим законодательством в области обеспечения единства измерений, и (или) нанесением на средство измерений знака поверки, и (или) внесением в паспорт записи о проведенной поверке, заверяемой подписью поверителя и знаком поверки, с указанием даты поверки.

12.3 По заявлению владельца средства измерений или лица, представившего его на поверку, отрицательные результаты поверки (когда средство измерений не подтверждает соответствие метрологическим требованиям) оформляют извещением о непригодности к применению средства измерений по форме, установленной в соответствии с действующим законодательством в области обеспечения единства измерений.

12.4 Протоколы поверки средства измерений оформляются в произвольной форме.

Приложение А
(обязательное)
Метрологические характеристики средств измерений

Таблица А.1 – Метрологические характеристики

Наименование характеристики	Значение
Диапазон рабочих частот, ГГц	от 0,001 до 14,3
Пределы допускаемой относительной погрешности измерений частоты	$\pm 2 \cdot 10^{-5}$
Диапазон измерений уровня мощности, дБм[1)] от 10 до 150 МГц вкл. св. 150 до 14300 МГц вкл.	 от –50 до –10 от –50 до 0
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений уровня мощности, дБ от 0,01 до 10 ГГц включ. св. 10 до 14,3 ГГц	 ±1,0 ±2,0
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений уровня мощности из-за переключения полосы пропускания (разрешения, RBW) в диапазоне от 0,1 до 1000 кГц относительно 1 кГц, дБ	±0,1
Неравномерность амплитудно-частотной характеристики относительно опорной частоты 50 МГц, дБ от 0,01 до 10 ГГц включ. св. 10 до 14,3 ГГц	 ±0,3 ±1,5
Диапазон установки полосы обзора, МГц	от 1 до 14300
Диапазон установки полосы пропускания фильтров ПЧ (разрешение, RBW), кГц	от 0,1 до 1000
Относительный уровень помех, обусловленных интермодуляционными искажениями третьего порядка, дБн[2)], не более от 1 до 100 МГц включ. св. 100 до 4000 МГц	 -65 -50
Среднее значение спектральной плотности мощности собственных шумов, дБм/Гц[3)], не более от 1 до 150 МГц включ. св. 150 до 190 МГц включ. св. 190 до 300 МГц включ. св. 300 до 14300 МГц включ.	 -140 -130 -110 -125
Среднее значение спектральной плотности мощности фазовых шумов на частоте 1ГГц, дБн/Гц[4)], не более, при отстройках частоты 100 Гц 1000 Гц 10000 Гц 100000 Гц 1000000 Гц	 -60 -95 -95 -95 -100
Относительный уровень помех, обусловленных гармоническими искажениями, дБн, не более	-45

Примечание:
1) дБм – уровень мощности сигнала в дБ относительно 1 мВт.
2) дБн – уровень мощности сигнала в дБ по отношению к уровню мощности на частоте несущей.
3) дБм/Гц – уровень мощности сигнала в дБ относительно 1 мВт в полосе пропускания 1 Гц.
4) дБн/Гц – уровень мощности сигнала в дБ по отношению к уровню мощности на частоте несущей в полосе пропускания 1 Гц.

Приложение Б
(справочное)
Методика калибровки анализатора спектра

Перед проведением калибровки необходимо:

– изучить документ ФТКС.42050-01 34 01 Анализатор спектра модульный Управляющая панель Руководство оператора;

– подготовить рабочее место;

– включить генератор сигнала Rohde&Schwarz SMB100A в общую LAN-сеть с изделием;

– на анализаторе спектра запустить панель калибровки, нажав на рабочей панели  и в всплывающем меню выбрать пункт «Калибровка»;

– в боковом меню в соответствующей вкладке выбрать используемый генератор;

– выбрать калибровочные данные кабеля в соответствующей вкладке. Данные кабеля должны быть записаны в файле формата .csv;

– установить параметры калибровки во вкладке «Установки»;

– выбрать канал для калибровки;

– нажать кнопку «Запустить калибровку»;

– дождаться окончания калибровки;

– по завершению всех этапов калибровки нажать кнопку «Применить калибровку».

Примечание - При необходимости имеется возможность отменить проведенную калибровку во вкладке «Управление калибровками».