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.

«28» марта 2022 г.

Государственная система обеспечения единства измерений

АНАЛИЗАТОРЫ СПЕКТРА FPH

Методика поверки

РТ-МП-166-441-2022

г. Москва
2022 г.

1 Общие положения

Настоящая методика распространяется на анализаторы спектра FPH следующих модификаций: 02, 06, 13, 23, 26, 36, 44, 54 (далее – анализаторы) и устанавливает порядок и объем их первичной и периодической поверки. В процессе поверки подтверждаются требования к метрологическим характеристикам, указанным в описании типа на анализаторы спектра FPH.

При проведении поверки должна быть обеспечена прослеживаемость поверяемых анализаторов спектра FPH к государственным первичным эталоном единиц величин:

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

– к ГЭТ26-2010 «Государственный первичный эталон единицы мощности электромагнитных колебаний в волноводных и коаксиальных трактах в диапазоне частот от 0,03 до 37,50 ГГц»;

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

Для обеспечения реализации методики поверки при определении метрологических характеристик по пунктам 10.1 – 10.4 настоящей методики поверки применяется метод прямых 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 частоты опорного генератора	10.1	Да	Да
Определение уровня фазовых шумов	10.2	Да	Да
Определение среднего уровня собственных шумов	10.3	Да	Да
Определение абсолютной погрешности измерений уровня мощности входного сигнала в диапазоне частот	10.4	Да	Да

2.2 На основании письменного заявления владельца СИ допускается проводить периодическую поверку анализаторов спектра FPH для меньшего числа поддиапазонов:

– в ограниченном диапазоне частот до верхней граничной частоты модификации 26 (26,5 ГГц), или модификации 13 (13,6 ГГц), или модификации 6 (6 ГГц), или модификации 2 (2 ГГц) в части операций по пункту 10.4.

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 20 до 25;
– относительная влажность воздуха, % .....от 30 до 80;
– атмосферное давление, кПа (мм рт.ст.) ……от 86 до 106 (от 645 до 795);

4 Требование к специалистам, осуществляющим поверку

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

5 Метрологические и технические требования к средствам поверки

5.1 При проведении поверки анализаторов спектра FPH применяют средства поверки, указанные в таблице 2.

5.2 Допускается применение других средств поверки с метрологическими и техническими характеристиками, обеспечивающими передачу единицы величины поверяемому средству измерений с точностью, удовлетворяющей требованиям государственных поверочных схем.

Таблица 2 – Средства поверки

Номер пункта документа по поверке	Наименование средства поверки	Требуемые метрологические характеристики средства поверки		Рекомендуемое средство поверки
		Пределы измерений	Пределы допускаемой погрешности	
1	2	3	4	5
10.1	Стандарт частоты	Сигнал с частотой 10 МГц	Рабочий эталон 3 разряда по Приказу Росстандарта от 31.07.2018 № 1621	Стандарт частоты рубидиевый GPS-12RG (рег.номер 70172-18 в ФИФ)

Продолжение таблицы 2

1	2	3	4	5
10.4	Ваттметр поглощаемой мощности СВЧ	Диапазон частот от 10 МГц до 18 ГГц Диапазон измерений мощности от 10^{-7} до $2 \cdot 10^{2}$ мВт	Рабочий эталон 2-го разряда по Приказу Росстандарта от 30.12.2019 № 3461	Ваттметр поглощаемой мощности СВЧ NRP18A (рег.номер 64926-16 в ФИФ)
10.4	Ваттметр поглощаемой мощности СВЧ	Диапазон частот от 50 МГц до 44 ГГц Диапазон измерений мощности от 10^{-7} до $2 \cdot 10^{2}$ мВт	Рабочий эталон 2-го разряда по Приказу Росстандарта от 30.12.2019 № 3461	Ваттметр поглощаемой мощности СВЧ NRP50S (рег.номер 64926-16 в ФИФ)
10.1; 10.2; 10.4	Генератор сигналов	Диапазон частот от 10 МГц до 44 ГГц $P_{вых}$ от минус 50 до +17 дБ (1 мВт) уровень фазовых шумов на частоте 500 МГц при: отстройке 30 кГц отстройке 100 кГц отстройке 1 МГц	Выходной уровень контролируется NRP18A и NRP50S не более: – 100 дБн/Гц[1] – 110 дБн/Гц – 125 дБн/Гц	Генератор сигналов SMA100B с опциями B150, B37, K38, B709 (рег.номер 68980-20 в ФИФ)
10.4	Анализатор цепей векторный	Диапазон частот от 10 МГц до 44 ГГц КСВН: от 1,05 до 10	±5%	Анализатор электрических цепей векторный ZVA50 (рег.номер 37174-08 в ФИФ)
10.1 – 10.4	Термо-гигрометр с опцией измерения атмосферного давления	Диапазон измерения температуры от 0 до 50 °С	±0,5 °С	Термогигрометр UNITESS THB 1 модификация THB 1B (рег.номер 70481-18 в ФИФ)
		Диапазон измерения влажности от 10 до 90 %	±3,0 %	
		Диапазон измерения атмосферного давления от 86 до 106 кПа	±0,2 кПа	

[1]дБн/Гц – дБ относительно уровня несущей, приведенный к полосе пропускания 1 Гц

Таблица 3 – Вспомогательное оборудование

Номер пункта документа по поверке	Наименование вспомогательное оборудование	Требуемые технические характеристики вспомогательного оборудования	Рекомендуемое вспомогательное оборудование
10.4	Резистивный делитель мощности	Диапазон частот от 0 Гц до 18 ГГц КСВН не более 1,2	Делитель мощности ДМ2А-18-11Р
10.4	Резистивный делитель мощности	Диапазон частот от 0 Гц до 50 ГГц КСВН не более 1,3	Делитель мощности ДМ2А-50-05Р
10.3	Нагрузка согласованная 50 Ом	Диапазон частот от 0 Гц до 18 ГГц Тип разъема N, «вилка»	Нагрузка согласованная 50 Ом из набора мер коэффициента передачи и отражения ZV-Z270
10.3	Нагрузка согласованная 50 Ом	Диапазон частот от 0 Гц до 26,5 ГГц Тип разъема 3,5 мм, «розетка»	Нагрузка согласованная 50 Ом из набора мер коэффициента передачи и отражения ZV-Z235
10.3	Нагрузка согласованная 50 Ом	Диапазон частот от 0 Гц до 50 ГГц Тип разъема 2,4 мм, «розетка»	Нагрузка согласованная 50 Ом из набора мер коэффициента передачи и отражения ZV-Z224

6Требования (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 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 средство измерений.

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 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 анализаторов следующим требованиям:

- внешний вид средства измерений должен соответствовать фотографиям, приведённым в описании типа на данное средство измерений, при этом допускается незначительное изменение дизайна СИ, не влияющее на однозначное определение типа СИ по внешнему виду;
- наличие маркировки, подтверждающей тип, модификацию и заводской номер средства измерений;
- наличие пломб от несанкционированного доступа, установленных в местах согласно описанию типа на данное средство измерений.
- наружная поверхность средства измерений не должна иметь следов механических повреждений, которые могут влиять на работу средства измерений и его органов управления;
- разъемы средства измерений должны быть чистыми;
- комплектность средства измерений 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.

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

8 Подготовка к поверке и опробование средства измерений

8.1 Подготовка к поверке

Порядок установки средства измерений на рабочее место, включения, управления и дополнительная информация приведены в руководстве по эксплуатации: «Анализаторы спектра FPH». Руководство по эксплуатации».

Убедиться в выполнении условий проведения поверки.

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

Выдержать средство измерений 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

Подготовить поверяемый анализатор к работе в соответствии с руководством по эксплуатации. Включить поверяемый анализатор. Проверить отсутствие сообщений о неисправности на экране поверяемого анализатора после его включения и загрузки программного обеспечения поверяемого анализатора.

Результаты опробования считать удовлетворительными, если после включения и загрузки программного обеспечения поверяемого анализатора в соответствующих диалоговых окнах, не возникают сообщения об ошибках.

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

9 Идентификация программного обеспечения

Идентификационное наименование и номер версии программного обеспечения поверяемого анализатора отображаются в диалоговом окне **Versions+Options** при нажатии клавиш:

– [**Setup** - HW/SW Info.]

Идентификационное наименование и номер версии ПО, отображаемый в диалоговом окне **Versions+Options**, должен соответствовать указанному в описании типа на данное средство измерений.

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

10 Определение метрологических характеристик средства измерений

10.1 Определение относительной погрешности частоты опорного генератора

Определение относительной погрешности частоты опорного генератора проводят методом прямых измерений с помощью генератора сигналов SMA100B и стандарта частоты рубидиевого GPS-12RG, который используется в качестве опорного генератора.

Относительную погрешность установки частоты внутреннего опорного генератора определить путем измерений частоты сигнала с подаваемого генератора сигналов SMA100B на вход поверяемого анализатора.

Выполнить соединение средств измерений в соответствии со схемой, приведённой на рис. 1.

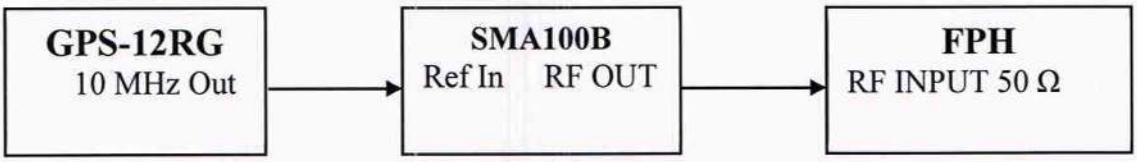

Рисунок 1 – Структурная схема соединения СИ для определения относительной погрешности частоты опорного генератора

Подключить к входу RF INPUT 50 Ω поверяемого анализатора выход генератора сигналов SMA100B, работающий от внешней опорной частоты 10 МГц стандарта частоты GPS-12RG.

Выполнить следующие установки на анализаторе:
– **[PRESET]**
– **[FREQ:** 1 GHz]
– **[SPAN:** 100 kHz]
– **[ATT:** 20 dB]
– [**BW:** Manul RBW : **300 kHz**]
– [**BW:** Manul VBW : **300 kHz**]
– [**MARKER** : Marker Function: Frequency Count]

Измерить значение частоты сигнала на входе поверяемого анализатора маркером анализатора и зафиксировать результаты измерений, как F_{FPH}, ГГц.

Примечание – здесь и далее фиксация результатов измерений, необходимых для п.11, производится в произвольной форме.

10.2 Определение уровня фазовых шумов

Определение уровня фазовых шумов, проводят методом прямых измерений с помощью генератора сигналов SMA100B на частоте 500 МГц.

Выполнить соединение СИ в соответствии со схемой, приведённой на рис. 2.

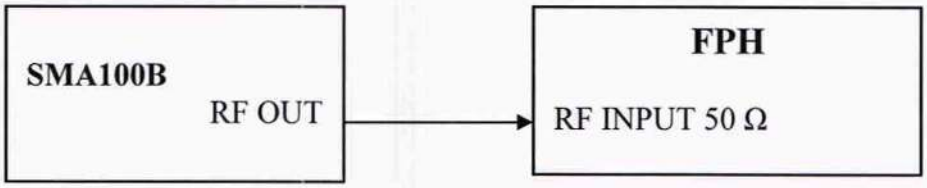

Рисунок 2 – Структурная схема соединения СИ для определения уровня фазовых шумов

Выполнить соединение СИ в соответствии со схемой, приведённой на рис. 2, переведя генератор сигналов SMA100B в режим работы от внутреннего опорного генератора.

Установить параметры генератора сигналов SMA100B:
– [**PRESET**]
– [**FREQ**: **500 MHz**]
– [**LEVEL**: **–10 dBm**]

Выполнить следующие установки на анализаторе:
– [**PRESET**]
– [**FREQ**: CENTER: **500 MHz**]
– [**AMPT**: Ref Levell: **–10 dBm**]
– [**AMPT**: Att/Amp/Imp: Manual Att: **0 dB**]
– [**SWEEP**: Manual SWT Time: 500 ms]
– [**TRACE**: Detector: RMS]
– [**TRACE**: Trace Mode: Average 20]

Установить полосу обзора анализатора в соответствии с таблицей 4
– [**SPAN**: {**span**}]

Установить полосу пропускания анализатора в соответствии с таблицей 4
– [**BW**: Manual RBW: {**RBW**}]

Активировать маркер на поверяемом анализаторе:
– [**MARKER**: Set Marker: Set To Peak]
Зафиксировать измеренное значение амплитуды входного сигнала частотой 500 МГц с помощью маркера анализатора как N_{500}

Таблица 4 – Устанавливаемые параметры поверяемого анализатора

Отстройка от несущей offset	Полоса обзора SPAN	Полоса пропускания RBW
30 кГц	40 кГц	3 кГц
100 кГц	400 кГц	10 кГц
1 МГц	4 МГц	100 кГц

Активировать маркер на поверяемом анализаторе для измерения фазовых шумов:
– [**MARKER**: Marker Functions: Marker Mode Noise]

Зафиксировать показания маркера поверяемого анализатора для всех отстроек как $N_{ФШ}$, дБ/Гц.

10.3 Определение среднего уровня собственных шумов

Определение среднего уровня собственных шумов анализатора проводят методом прямых измерений, путём измерений уровня с усреднением показаний отсчетных устройств поверяемого анализатора, при отсутствии входного сигнала.

К входу поверяемого анализатора RF In 50 Ω подключить согласованную нагрузку 50 Ом из набора мер коэффициента передачи и отражения, указанного в таблице 3. Тип набора мер выбирается в соответствии с диапазоном частот модификации поверяемого анализатора.

Выполнить следующие установки на анализаторе:
– [**PRESET**]
– [**SPAN**: Zero Span]
– [**AMPT**: Ref Levell: **–40 dBm**]
– [**AMPT**: Att/Amp/Imp: Manual Att: **0 dB**]
– [**BW:** Manul RBW: **1 kHz**]
– [**BW:** Manul VBW: **10 Hz**]
– [**SWEEP**: Manual SWT Time: 600 ms]
– [**TRACE**: Detector: Sample]
– [**TRACE**: Trace Mode: Average 12]
– [**FREQ**: CENTER: {**Fизм**}]

При наличии в поверяемом анализаторе опции предусилителя, отключить предусилитель:
– [**AMPT**: **Preamp**: off]

Измерения провести на центральных частотах $F_{ИЗМ}$: 1 МГц; 10,1 МГц; 25,1 МГц; 499 МГц; от 999 МГц до 7999 МГц с шагом 500 МГц; от 8999 МГц до 43999 МГц с шагом 1000 МГц, в соответствии с диапазоном частот модификации поверяемого анализатора. Так же, для модификаций 13 и 23 провести измерения на частоте 13599 МГц, а для модификаций 16 и 26 провести измерения на частоте 26499 МГц.

Активировать маркер на поверяемом анализаторе:
– [**MARKER**: Set Marker: Set To Peak]

Зафиксировать показания маркера анализатора для всех частот $F_{ИЗМ}$ как $N_{ИЗМ}^{OFF}$, дБ (1 мВт).

В случае наличия собственных дискретных спектральных составляющих анализатора на указанных частотах, производить отстройку от них.

При наличии в поверяемом анализаторе опции предварительного усилителя, провести измерения с включенным предварительным усилителем. Для этого включить предварительный усилитель:
– [**AMPT**: **Preamp**: on]

Измерения провести на центральных частотах $F_{ИЗМ}$ указанных выше.
Зафиксировать показания маркера анализатора для всех частот $F_{ИЗМ}$ как $N_{ИЗМ}^{ON}$, дБ (1 мВт).

10.4 Определение абсолютной погрешности измерений уровня мощности входного сигнала в диапазоне частот

Определение абсолютной погрешности измерений уровня мощности входного сигнала в диапазоне частот методом прямых измерений с помощью ваттметров поглощаемой мощности СВЧ NRP18A, NRP50S и генератора сигналов SMA100B.

Измерения проводить на следующих фиксированных частотах $F_{ИЗМ}$: 10 МГц; 100 МГц; 500 МГц; от 1 ГГц до 8 ГГц (в зависимости от модификации анализатора) с шагом 500 МГц. От 8 до 44 ГГц (в зависимости от модификации анализатора) с шагом 1 ГГц. Так же, измерения провести в крайней верхней точке частотного диапазона поверяемой модификации анализатора с учётом установленной опции расширения диапазона частот.

Если у поверяемой модификации анализатора с учётом установленной опции расширения диапазона частот, диапазон частот не выше 18 ГГц, то для проведения измерений необходимо использовать ваттметр поглощаемой мощности СВЧ NRP18A.

Если у поверяемой модификации анализатора с учётом установленной опции расширения диапазона частот, диапазон частот выше 18 ГГц, то для проведения измерений необходимо использовать ваттметр поглощаемой мощности СВЧ NRP18A только для частоты $F_{ИЗМ}$ =10 МГц, а для всех остальных частот $F_{ИЗМ}$ необходимо использовать ваттметр поглощаемой мощности СВЧ NRP50S.

Подготовить к работе ваттметр поглощаемой мощности СВЧ NRP18A (NRP50S) в соответствии с его руководством по эксплуатации. В качестве устройства управления и отображения информации, при проведении измерений, необходимо использовать персональный компьютер, с установленным ПО «PowerViewer».

Перед проведением измерений, определить неравномерность коэффициента передачи резистивного делителя мощности (далее - ДМ) между плечами в диапазоне частот от 10 МГц до крайней частоты модификации поверяемого анализатора.

Модификация делителя мощности выбирается из таблицы №3 в зависимости от диапазона частот модификации поверяемого анализатора

Для этого откалибровать анализатор электрических цепей векторный ZVA50. Подключить ДМ к плоскостям калибровки ZVA50 по схеме, приведённой на рисунке 3.

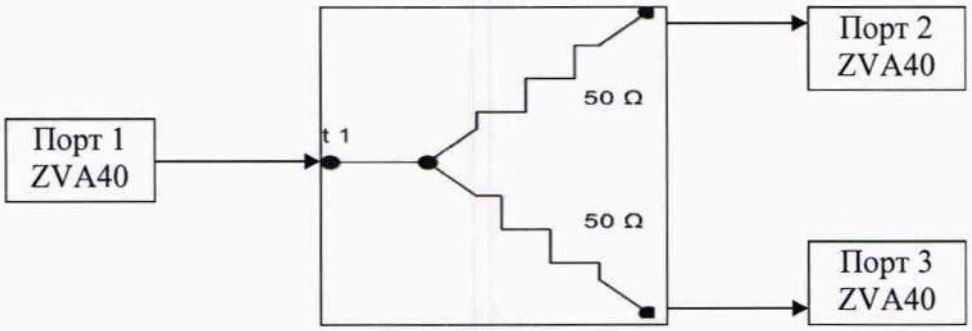

Рисунок 3– Структурная схема соединения СИ для определения коэффициента передачи резистивного делителя мощности

Измерить на анализаторе цепей коэффициенты передачи S21 и S31 в диапазоне частот. Используя функцию MATH, вычислить трассу (S21/S31). Проверить, что неравномерность ДМ не превышает ± 0,5 дБ. В случае превышения использовать другой ДМ или сохранить полученную трассу в виде .s2p файла на внешний носитель информации и с помощью ПО «PowerViewer» загрузить данный файл в NRP18A (NRP50S), активировав режим «S-parameter correction».

Выполнить соединение средств измерений в соответствии со схемой, приведённой на рис. 4.

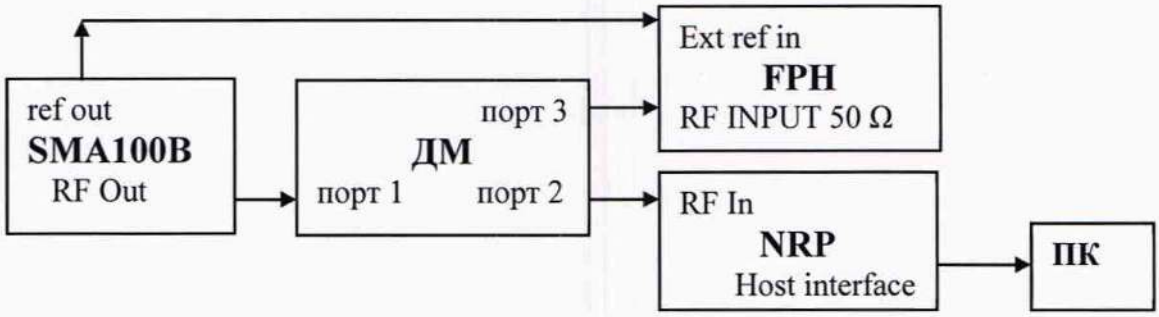

Рисунок 4 – Структурная схема соединения СИ для определения абсолютной погрешности измерений уровня мощности входного сигнала в диапазоне частот

Выполнить следующие установки на анализаторе:
– [**PRESET**]
– [**SPAN**: 100 kHz]
– [**AMPT**: **Preamp**: off]
– [**AMPT**: Ref Levell: 0 **dBm**]
– [**AMPT**: Att/Amp/Imp: Auto]
– [**BW:** Manul RBW: **10 kHz**]
– [**BW:** Manul VBW: **30 Hz**]
– [**TRACE**: Detector: RMS]
– [**FREQ**: CENTER: {**Fизм**}]

Установить частоту сигнала на выходе генератора сигналов SMA100B $F_{ИЗМ}$, МГц, выходной уровень генератора такой, чтобы мощность, измеряемая ваттметром, была равна (0±0,1) дБ (1 мВт).

Для каждой установленной частоты $F_{ИЗМ}$, МГц, считать показания ваттметра P_{NRP}, дБ (1 мВт).

Для каждой установленной частоты $F_{ИЗМ}$, МГц установить маркер поверяемого анализатора на максимум сигнала:

– [**MARKER**: Set Marker: Set To Peak]

Зафиксировать показания маркера P_{FPH}, дБ (1 мВт) анализатора для всех частот $F_{ИЗМ}$.

Повторить измерения в крайней верхней точке частотного диапазона поверяемой модификации анализатора с учётом установленной опции расширения диапазона частот, для значений уровня входного сигнала на поверяемом анализаторе равным: минус 10, минус 20, минус 30, минус 40 дБ (1 мВт). При этом на генераторе сигналов SMA100B устанавливать соответствующий выходной уровень сигнала.

Зафиксировать результаты измерений.

11 Подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям

11.1 Для полученных в пункте 10.1 результатов измерений F_{FPH}, рассчитать по формуле (1) относительную погрешность частоты опорного генератора δF:

$$\delta F = \frac{F_{FPH} - 1}{1}, \quad (1)$$

Результаты поверки по данной операции считаются удовлетворительными, если рассчитанные значения относительной погрешности частоты опорного генератора δF не выходят за пределы: $\pm 2 \cdot 10^{-6}$.

11.2 Для полученных в пункте 10.2 результатов измерений N_{500} и $N_{ФШ}$, дБ/Гц, рассчитать по формуле (2) действительные значения уровня фазовых шумов $N_{ДФШ}$, дБ/Гц:

$$N_{ДФШ} = N_{ФШ} - N_{500}, \quad (2)$$

Рассчитанные значения $N_{ДФШ}$, дБ/Гц, не должны превышать допустимые значения, указанные в таблице 5.

Таблица 5 – Допустимые значения уровня фазовых шумов на несущей частоте 500 МГц

Модификация анализаторов	Отстройка от несущей частоты сигнала {Offset}	Допустимые значения уровня фазовых шумов на несущей частоте 500 МГц, дБн/Гц, не более
02, 06, 13, 26	30 кГц	-88
	100 кГц	-98
	1 МГц	-118
23, 36, 44, 54	30 кГц	-88
	100 кГц	-90
	1 МГц	-115

11.3 Измеренные значения среднего уровня собственных шумов N_{PA}^{ON} и N_{PA}^{OFF}, дБ (1 мВт), в пункте 10.3 не должны превышать значений указанных в таблицах 6 и 7.

Таблица 6 – Допустимые значения среднего уровня собственных шумов с выключенным или отсутствующим предусилителем

Диапазон частот	Допустимые значения минимального отображаемого уровня мощности собственных шумов N_{PA}^{OFF}, дБ (1 мВт)
	модификация 02
от 1 до 10 МГц включ.	-135
св. 10 МГц до 1 ГГц включ.	-142
св. 1 до 4 ГГц	-140
	модификации 06, 13, 26
от 1 до 10 МГц включ.	-122
св. 10 до 25 МГц включ.	-130
св. 25 МГц до 1 ГГц	-140
св. 1 до 19 ГГц включ.	-135
св. 19 до 27 ГГц включ.	-130
св. 27 до 29 ГГц включ.	-125
св. 29 до 31 ГГц	-120
	модификации 23, 36, 44, 54
от. 1 до 10 МГц включ.	-125
св. 10 до 25 МГц включ.	-130
св. 25 МГц до 2,7 ГГц включ.	-140
св. 2,7 до 8 ГГц включ.	-135
св. 8 до 29 ГГц включ.	-133
св. 29 до 38 ГГц включ.	-130
св. 38 до 44 ГГц	-125

Таблица 7 – Допустимые значения среднего уровня собственных шумов с включенным предусилителем

Диапазон частот	Допустимые значения минимального отображаемого уровня мощности собственных шумов N_{PA}^{ON}, дБ (1 мВт)
	модификация 02
от 1 до 10 МГц включ.	-150
св. 10 МГц до 1 ГГц включ.	-158
св. 1 до 4 ГГц	-156
	модификации 06, 13, 26
от 1 до 20 МГц включ.	-147
св. 20 МГц до 3 ГГц	-158
св. 3 до 4,5 ГГц включ.	-155
св. 4,5 до 27 ГГц включ.	-150
св. 27 до 29 ГГц включ.	-140
св. 29 до 31 ГГц	-130

Продолжение таблицы 7

Диапазон частот	Допустимые значения минимального отображаемого уровня мощности собственных шумов N_{PA}^{ON}, дБ (1 мВт)
	модификации 23, 36, 44, 54
от. 1 до 20 МГц включ.	-147
св. 20 МГц до 3 ГГц включ.	-157
св. 3 до 4,2 ГГц включ.	-150
св. 4,2 до 8 ГГц включ.	-153
св. 8 до 27,5 ГГц включ.	-145
св. 27,5 до 38 ГГц включ.	-140
св. 38 до 44 ГГц	-130

11.4 Для полученных в пункте 10.4 результатов измерений L_{NRP} и L_{FPH}, рассчитать по формуле (3) действительные значения абсолютной погрешности измерений уровня мощности входного сигнала в диапазоне частот ΔP, дБ:

$$\Delta P = P_{FPH} - P_{NRP} \quad (3)$$

Результаты поверки по данной операции считаются удовлетворительными, если рассчитанные значения абсолютной погрешности измерений уровня мощности входного сигнала в диапазоне частот ΔP, дБ, не выходят за пределы: ±2,1 дБ.

11.5 Критериями принятия специалистом, проводившим поверку, решения по подтверждению соответствия средства измерений метрологическим требованиям, установленным при утверждении типа, являются:

– обязательное выполнение всех процедур, перечисленных в пп. 8.2; 9; 10, и соответствие действительных значений метрологических характеристик анализаторов спектра FPH требованиям, указанным в пунктах 11.1 – 11.4 (в зависимости от установленных опций в поверяемом анализаторе) настоящей методики поверки;

– обеспечение прослеживаемости поверяемых анализаторов спектра FPH к государственным первичным эталоном единиц величин в соответствии с:

– Приказом Росстандарта от 31.07.2018 № 1621 Об утверждении государственной поверочной схемы для средств измерений времени и частоты;

– Приказом Росстандарта от 30.12.2019 № 3461 Об утверждении государственной поверочной схемы для средств измерений мощности электромагнитных колебаний в диапазоне частот от 9 кГц до 37,5 ГГц;

– Приказом Росстандарта от 29.12.2018 № 2839 «Об утверждении государственной поверочной схемы для средств измерений мощности электромагнитных колебаний в диапазоне частот от 37,50 до 78,33 ГГц».

12 Оформление результатов поверки

12.1 Результаты проверки внешнего осмотра, опробования, идентификации ПО, условий поверки и окончательные результаты измерений (расчетов), полученные в процессе поверки, заносят в протокол поверки. Рекомендуемая форма протокола поверки приведена в приложении А. Сведения о применяемых средствах поверки, а также результаты промежуточных измерений и расчётов заносят в протокол поверки в

соответствии с формой протокола, утверждённой системой менеджмента качества юридического лица или индивидуального предпринимателя, осуществляющего поверку.

12.2 Сведения о результатах поверки средства измерений 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. Знак поверки может наноситься на верхнюю панель СИ.

12.3 Свидетельство о поверке или извещение о непригодности к применению средства измерений выдаётся по заявлению владельцев средства измерений или лиц, представивших его в поверку. 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 «Ростест-Москва» _____С. Н. Голышак

Начальник сектора
лаборатории № 441ФБУ «Ростест-Москва» _____А. С. Каледин

Приложение А
к РТ-МП-166-441-2022
(рекомендуемое)

Форма протокола поверки анализаторов спектра FPH в части определения метрологических характеристик

Таблица А.1 – Условия проведения поверки:

Наименование контролируемого параметра	Значение контролируемого параметра
Температура окружающего среды, °С	
Относительная влажность воздуха, %	
Атмосферное давление, кПа (мм рт.ст.)	

Таблица А.2 – Внешний осмотр

Вид проверки	Заключение
Внешний вид СИ должен соответствовать фотографиям, приведённым в описании типа на данное СИ, при этом допускается незначительное изменение дизайна СИ, не влияющее на однозначное определение типа СИ по внешнему виду	
Наличие маркировки, подтверждающей тип, модификацию и заводской номер СИ	
Наличие пломб от несанкционированного доступа, установленных в местах согласно описанию типа на данное СИ	
Наружная поверхность СИ не должна иметь следов механических повреждений, которые могут влиять на работу СИ и его органов управления	
Разъемы СИ должны быть чистыми	
Сохранность маркировки и лакокрасочных покрытий	
Комплектность СИ должна соответствовать указанной в технической документации фирмы-изготовителя	

Таблица А.3 – Опробование

Вид проверки	Заключение
После включения и загрузки программного обеспечения анализатора не должны возникать сообщения об ошибках	

Таблица А.4 – Идентификация программного обеспечения

Вид проверки	Заключение
Идентификационное наименование ПО, отображаемое в диалоговом окне **Versions+Options** должно быть: FW FPH	
Номер версии ПО, отображаемый в диалоговом окне **Versions+Options** должен быть не ниже 2.20	

Таблица А.5 – Определение относительной погрешности частоты опорного генератора

Частота опорного генератора	Действительные значения относительной погрешности частоты опорного генератора	Пределы допустимых значений относительной погрешности частоты опорного генератора, не более
10 МГц		$\pm 2 \cdot 10^{-6}$

Таблица А.6 – Определение действительных значений уровня фазовых шумов на несущей частоте 500 МГц ($N_{ФШ}$)

Отстройка от несущей частоты сигнала {Offset}	Измеренные значения $N_{ФШ}$, дБн/Гц, не более	Допустимые значения $N_{ФШ}$, дБн/Гц, не более
модификации 02, 06, 13, 26		
10 кГц		-88
100 кГц		-98
1 МГц		-118
модификации 23, 36, 44, 54		
10 кГц		-88
100 кГц		-90
1 МГц		-115

Таблица А.7 – Определение действительных значений среднего уровня собственных шумов при выключенном или отсутствующим предусилителе (N_{PA}^{OFF})

Частота $F_{ИЗМ}$, МГц	Действительные значения N_{PA}^{OFF}, дБ (1 мВт)	Допустимые значения N_{PA}^{OFF}, дБ (1 мВт)	Частота $F_{ИЗМ}$, МГц	Действительные значения N_{PA}^{OFF}, дБ (1 мВт)	Допустимые значения N_{PA}^{OFF}, дБ (1 мВт)
модификация 02					
1		-135	1499		-140
10,1		-142	1999		
25,1			2499		
499			2999		
999			3499		
			3999		
модификации 06, 13, 26					
1		-122	4999		-135
10,1		-130	5499		
25,1		-140	5999		
499			6499		
999			6999		
1499		-135	7499		
1999			7999		
2499			8999		
2999			9999		
3499			10999		
3999			11999		
4499			12999		

Продолжение таблицы А.7

Частота $F_{ИЗМ}$, МГц	Действительные значения N_{PA}^{OFF}, дБ (1 мВт)	Допустимые значения N_{PA}^{OFF}, дБ (1 мВт)	Частота $F_{ИЗМ}$, МГц	Действительные значения N_{PA}^{OFF}, дБ (1 мВт)	Допустимые значения N_{PA}^{OFF}, дБ (1 мВт)
модификации 06, 13, 26					
13599	только для модификации 13	-135	22999		-130
			23999		
13999			24999		
14999			25999		
15999			26499	только для модификации 26	
16999					
17999			26999		
18999			27999		-125
19999		-130	28999		
20999			29999		-120
21999			30999		
модификации 23, 36, 44, 54					
1		-125	17999		-133
10,1		-130	18999		
25,1		-140	19999		
499			20999		
999			21999		
1499			22999		
1999			23999		
2499			24999		
2999		-135	25999		
3499			26499	только для модификации 36	
3999					
4499			26999		
4999			27999		
5499			28999		
5999			29999		-130
6499			30999		
6999			31999		
7499			32999		
7999			33999		
8999		-133	34999		
9999			35999		
10999			36999		
11999			37999		
12999			38999		-125
13599	только для модификации 23		39999		
			40999		
13999			41999		
14999			42999		
15999			43999		
16999					

Таблица А.8 – Определение действительных значений среднего уровня собственных шумов при включенном предусилителе (N_{PA}^{ON})

Частота $F_{изм}$, МГц	Действительные значения N_{PA}^{ON}, дБ (1 мВт)	Допустимые значения N_{PA}^{ON}, дБ (1 мВт)	Частота $F_{изм}$, МГц	Действительные значения N_{PA}^{ON}, дБ (1 мВт)	Допустимые значения N_{PA}^{ON}, дБ (1 мВт)
модификация 02					
1		-150	1499		-156
10,1		-158	1999		
25,1			2499		
499			2999		
999			3499		
			3999		
модификации 06, 13, 26					
1		-147	11999		-150
10,1			13599	только для модификации 13	
25,1		-158			
499			13999		
999			14999		
1499			15999		
1999			16999		
2499			17999		
2999			18999		
3499		-155	19999		
3999			20999		
4499			21999		
4999		-150	22999		
5499			23999		
5999			24999		
6499			25999		
6999			26499	только для модификации 26	
7499			26999		
7999			27999		-140
8999			28999		
9999			29999		-130
10999			30999		
11999					

Продолжение таблицы А.8

Частота $F_{ИЗМ}$, МГц	Действительные значения N_{PA}^{ON}, дБ (1 мВт)	Допустимые значения N_{PA}^{ON}, дБ (1 мВт)	Частота $F_{ИЗМ}$, МГц	Действительные значения N_{PA}^{ON}, дБ (1 мВт)	Допустимые значения N_{PA}^{ON}, дБ (1 мВт)
модификации 23, 36, 44, 54					
1		-147	17999		-145
10,1			18999		
25,1		-157	19999		
499			20999		
999			21999		
1499			22999		
1999			23999		
2499			24999		
2999			25999		
3499		-150	26499	только для модификации 36	
3999					
4499		-153	26999		
4999			27999		-140
5499			28999		
5999			29999		
6499			30999		
6999			31999		
7499			32999		
7999			33999		
8999		-145	34999		
9999			35999		
10999			36999		
11999			37999		
12999			38999		-130
13599	только для модификации 23		39999		
			40999		
13999			41999		
14999			42999		
15999			43999		
16999					

Таблица А.9 – Определение абсолютной погрешности измерений уровня мощности входного сигнала в диапазоне частот ΔР при уровне 0 дБ (1 мВт)

Частота входного сигнала, МГц	Рассчитанные значения ΔР, дБ	Частота входного сигнала, МГц	Рассчитанные значения ΔР, дБ	Пределы допустимых значений ΔР, дБ
10		19000		±2,1
500		20000		
1000		21000		
1500		22000		
2000		23000		
2500		24000		
3000		25000		
3500		26000		
4000		27000		
4500		28000		
5000		29000		
5500		30000		
6500		31000		
7000		32000		
7500		33000		
8000		34000		
9000		35000		
10000		36000		
11000		37000		
12000		38000		
13000		39000		
14000		40000		
15000		41000		
16000		42000		
17000		43000		
18000		44000		

Таблица А.10 – Определение абсолютной погрешности измерений уровня мощности входного сигнала в диапазоне частот ΔР в крайней верхней точке частотного диапазона поверяемой модификации анализатора

Установленные номинальные значение уровня, дБ (1 мВт)	Рассчитанные значения ΔР, дБ	Пределы допустимых значений ΔР, дБ
-10		±2,1
-20		
-30		
-40		