



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» сентября 2025 г.

Государственная система обеспечения единства измерений

АНАЛИЗАТОРЫ СПЕКТРА RSHTech HSP

Методика поверки

РТ-МП-988-441-2025

г. Москва  
2025 г.

## 1 Общие положения

Настоящая методика поверки применяется для поверки анализаторов спектра RSHTech HSP (далее – анализаторы), используемых в качестве рабочих средств измерений.

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 9 кГц 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 43 ГГц в соответствии с государственной поверочной схемой, утвержденной приказом Росстандарта от 9 ноября 2022 г. № 2813, подтверждающая прослеживаемость к государственному первичному эталону ГЭТ 167-2021.

При определении метрологических характеристик поверяемого средства измерений используется метод прямых измерений.

В результате поверки должны быть подтверждены метрологические требования, приведенные в приложении А настоящей методики поверки.

## 2 Перечень операций поверки средства измерений

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

Таблица 1 – 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
Проверка диапазона частот и определение абсолютной погрешности измерений частоты	Да	Да	10.1
Определение абсолютной погрешности измерений уровня мощности входного сигнала	Да	Да	10.2
Определение спектральной плотности мощности фазовых шумов	Да	Да	10.3
Определение среднего уровня собственных шумов	Да	Да	10.4
Определение относительного уровня помех, обусловленных гармоническими искажениями	Да	Да	10.5

Продолжение таблицы 1

1	2	3	4
Определение относительного уровня помех, обусловленных интермодуляционными искажениями третьего порядка	Да	Нет	10.6
Определение параметров в режиме анализа в реальном масштабе времени	Да	Нет	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, °C ..... от 15 до 25;
- относительная влажность воздуха, % ..... от 30 до 80.

### 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, указанные в таблице 2.

Таблица 2 – Средства поверки

Операции поверки, требующие применения средств поверки 1	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки 2	Перечень рекомендуемых средств поверки 3
8.1 Контроль условий поверки (при подготовке к поверке и опробовании средства измерений)	Средства измерений температуры окружающей среды в диапазоне от плюс 15 °C до плюс 25 °C с абсолютной погрешностью ±0,3 °C Средства измерений относительной влажности воздуха в диапазоне от 30 % до 80 % с абсолютной погрешностью ±3,0 %	Термогигрометр UNITESS THB 1, пер № 70481-18

Продолжение таблицы 2

1	2	3
10.1 Проверка диапазона частот и определение абсолютной погрешности измерений частоты	<p>Эталоны единицы частоты и средства измерений, соответствующие требованиям к эталонам не ниже 3 разряда в соответствии с ГПС, утвержденной приказом Росстандарта № 2360 от 26.09.2022, частота 10 МГц</p> <p>Средства воспроизведения синусоидального сигнала в диапазоне частот от 9 кГц до 43 ГГц; с уровнем мощности выходного сигнала от минус 30 до плюс 10 дБ (1 мВт)</p>	Стандарт частоты рубидиевый GPS-12RG, рег № 70172-18
10.2 Определение абсолютной погрешности измерений уровня мощности входного сигнала	<p>Эталоны единицы мощности электромагнитных колебаний и средства измерений, 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 9 кГц до 30 МГц в соответствии с ГПС, утвержденной приказом Росстандарта от 30.12.2019 № 3461, в диапазоне значений мощности от минус 35 до 20 дБ (1 мВт)</p> <p>Эталоны единицы мощности электромагнитных колебаний и средства измерений, соответствующие требованиям к рабочим эталонам не ниже 1 разряда в соответствии с ГПС, утвержденной приказом Росстандарта от 09.11.2022 № 2813, в диапазоне значений мощности от минус 35 до 20 дБ (1 мВт), в диапазоне частот от 37,5 до 43 ГГц</p>	Преобразователь измерительный NRP-Z57, рег № 48356-11
	<p>Эталоны единицы ослабления электромагнитных колебаний и средства измерений, соответствующие требованиям к рабочим эталонам не ниже 2 разряда в соответствии с ГПС, утвержденной приказом Росстандарта от 30.12.2019 № 3383, в диапазоне значений ослабления от 0 до 70 дБ, на частоте 50 МГц</p>	Аттенюатор ступенчатый R&S RSC с модулем 03, рег № 48368-11
	<p>Средства воспроизведения синусоидального сигнала в диапазоне частот от 9 кГц до 43 ГГц; уровнем мощности выходного сигнала от минус 30 до 20 дБ (1 мВт)</p>	Генератор сигналов SMA100B с опцией B167, рег № 68980-20
10.3 Определение спектральной плотности мощности фазовых шумов	<p>Средства воспроизведения синусоидального сигнала на частоте 1 ГГц с уровнем мощности выходного сигнала от 10 дБ (1 мВт), спектральная плотность мощности фазовых шумов при отстройках 10 кГц / 100 кГц / 1 МГц не более -100 дБ / -103 дБ / -115 дБ относительно несущей в полосе 1 Гц</p>	Генератор сигналов SMA100B с опцией B167, рег № 68980-20

Продолжение таблицы 2

1	2	3
10.5 Определение относительного уровня помех, обусловленных гармоническими искажениями	Средства воспроизведения синусоидального сигнала в диапазоне частот от 100 кГц до 18,5 ГГц, уровнем мощности 10 дБ (1 мВт), уровнем гармонических составляющих относительно несущей не более минус 40 дБ	Генератор сигналов SMA100B с опцией B167, рег № 68980-20
10.6 Определение относительного уровня помех, обусловленных интермодуляционными искажениями третьего порядка	Средства воспроизведения синусоидального сигнала в диапазоне частот от 1 до 40 ГГц, уровнем мощности от минус 10 до 10 дБ (1 мВт).	Генераторы сигналов SMA100B с опцией B167, рег № 68980-20; Генераторы сигналов векторные SMM100A с опцией B1044, рег № 82791-21
10.7 Определение параметров в режиме анализа в реальном масштабе времени	Эталоны единицы мощности электромагнитных колебаний и средства измерений, соответствующие требованиям к рабочим эталонам не ниже 2 разряда в соответствии с ГПС, утвержденной приказом Росстандарта от 30.12.2019 № 3461 для значения мощности 0 дБ (1 мВт) на частоте 1 ГГц  Средства воспроизведения синусоидального и импульсно-модулированного сигнала с уровнем мощности выходного сигнала 0 дБ (1 мВт) на частоте 1 ГГц; период следования импульсов 1 с; длительность импульсов 25 мкс	Преобразователь измерительный NRP-Z57, рег № 48356-11  Генератор сигналов SMM100A с опциями B1044, K22, K23, рег № 82791-21

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 3 – Вспомогательное оборудование

Номер пункта документа по поверке	Наименование вспомогательного оборудования	Требуемые технические характеристики вспомогательного оборудования	Рекомендуемое вспомогательное оборудование
10.4	Нагрузка согласованная 50 Ом	Диапазон частот от 9 кГц до 18 ГГц	Нагрузка согласованная НС3-18-11
		Диапазон частот от 9 кГц до 43 ГГц	Нагрузка согласованная НС4-50-05Р
10.6	Делитель мощности резистивный	Диапазон частот от 1 до 43 ГГц КСВН не более 1,3	Делитель мощности ДМ2А-50-05Р
	Аттенюатор коаксиальный (2 шт.)	Диапазон частот от 1 до 43 ГГц, ослабление $(10 \pm 1)$ дБ	Аттенюатор коаксиальный Д2М-50-10-05Р-05

## **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 IEC 61010-1-2014 «Безопасность электрических контрольно-измерительных приборов и лабораторного оборудования. Часть 1. Общие требования», имеющие З группу допуска по электробезопасности и прошедшие инструктаж по технике безопасности на рабочем месте.**

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

## **7 Внешний осмотр средства измерений**

**7.1 При проведении внешнего осмотра установить соответствие анализаторов следующим требованиям:**

- внешний вид соответствует фотографиям, приведенным в описании типа на данное средство измерений;
- наличие маркировки, подтверждающей тип и серийный номер;
- наличие пломб от несанкционированного доступа, установленных в местах согласно описанию типа на данное средство измерений;
- 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 вышеуказанные требования.**

Установленный факт отсутствия пломб от несанкционированного доступа при периодической поверке не является критерием неисправности средства измерения 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.

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

методики поверки.

## 8 Подготовка к поверке и опробование средства измерений

### 8.1 Контроль условий поверки

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

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

### 8.2 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 26.51.43-001-73924947-2024 «Анализаторы спектра RSHTech HSP. 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 45 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.

8.3.2 Проверить отсутствие сообщений о неисправности на экране анализатора после включения прибора.

8.3.3 На анализаторе в режиме «Swept SA» установить заводскую конфигурацию прибора, для чего нажать сенсорную клавишу «Сброс параметров».

8.3.4 Установить минимальное затем максимальное значение опорного уровня (**ОП**) минус 130 и 30 дБ (1 мВт):

[Amptd]

Amptd

Ref : **ОП** dBm

8.3.5 Проверить возможность установки значений ослабления входного аттенюатора (**A**) от 0 до 50 дБ с шагом 1 дБ, для чего нажать:

[Amptd]

Att

Att: **A** dB

8.3.6 Проверить возможность установки значений полос пропускания (**ПП**) от 1 Гц до 3 МГц с шагом 1-3, для чего установить следующие настройки:

[Frequency]

Span

Center Freq: 1 GHz

Span: 100 Hz

[Amptd]

Amptd

Ref : -50 dBm

[BW]

BW

RBW: **ПП** Hz

8.3.7 Результаты опробования считать удовлетворительными, если после включения и загрузки программного обеспечения анализатора не возникают сообщения об ошибках; после загрузки заводской конфигурации на экране прибора отображается спектр шумов в полной полосе обзора; обеспечивается установка минимального и максимального значений опорного уровня, а также всех значений ослабления входного аттенюатора с заданным шагом; обеспечивается установка значений полосы пропускания от 1 Гц до 3 МГц с шагом 1-3, при увеличении полосы пропускания в 10 раз уровень собственных шумов анализатора увеличивается примерно на 10 дБ.

8.3.8 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 в левом верхнем углу пользовательского интерфейса в любом из режимов измерений. Номер версии ПО анализатора и информация об установленных опциях отображаются при нажатии в верхней панели пользовательского интерфейса сенсорной клавиши «Системные настройки» во вкладках «System Info» и «Option» соответственно.

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

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

## 10 Определение метрологических характеристик средства измерений

10.1 Проверка диапазона частот и определение абсолютной погрешности измерений частоты

Определение абсолютной погрешности измерений частоты с помощью маркеров проводят методом прямых измерений с помощью генератора сигналов SMA100B с внешним опорным сигналом от стандарта частоты рубидиевого GPS-12RG.

Выполнить соединение средств измерений в соответствии со схемой, приведенной на рисунке 1.

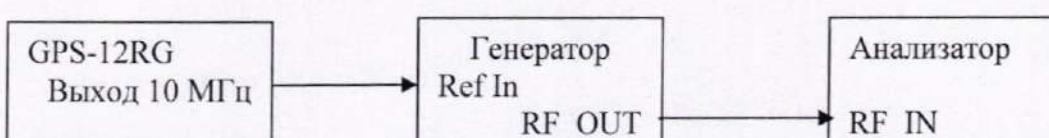


Рисунок 1

Установить выходной уровень сигнала генератора сигналов минус 30 дБ (1 мВт), частоту выходного сигнала **Фном** из таблицы 4.

10.1.1 Выполнить «Сброс параметров» анализатора.

10.1.2 Установить следующие параметры анализатора:

[Amptd]

Amptd

Ref : 0 dBm

[Frequency]

Span

Center Freq: Fном (из таблицы 4)

Span: Fпю (из таблицы 4)

[BW]

Res BW: Auto (записать установленное значение  $F_{\text{пп}} = \text{RBW}$ )

[Marker]

Peak

Search

Таблица 4 – Установки на анализаторе при проверке диапазона частот и определении абсолютной погрешности измерений частоты

Fном	Fпю
9 кГц	1 кГц
1 ГГц	
8,99 ГГц (только для HSP9)	
17,99 ГГц (только для HSP18)	1 МГц
26,49 ГГц (только для HSP26)	
42,99 ГГц (только для HSP43)	

По показанию маркера в верхнем левом углу определить действительные значения измерения частоты сигнала **Физм**.

10.2 Определение абсолютной погрешности измерений уровня мощности входного сигнала

10.2.1 Определение абсолютной погрешности измерений уровня мощности из-за нелинейности шкалы дисплея проводят методом прямых измерений с помощью генератора сигналов SMA100B, аттенюатора ступенчатого R&S RSC и преобразователя измерительного NRP-Z57 по схеме, приведенной на рисунке 2.



Рисунок 2

10.2.2 Установить на аттенюаторе ступенчатом R&S RSC ослабление 10 дБ.

10.2.3 Выполнить калибровку уровня на конце кабеля.

Конец кабеля от аттенюатора соединить с ваттметром.

Установить на генераторе сигналов уровень мощности 10 дБ (1 мВт), частоту **Физм** = 50 МГц.

Отрегулировать выходной уровень сигнала генератора таким образом, чтобы показания ваттметра **L<sub>power</sub>** составляли ровно 0 дБ (1 мВт).

10.2.4 Соединить конец кабеля с входом анализатора.

10.2.5 Выполнить «Сброс параметров» анализатора.

10.2.6 Перевести анализатор в режим внешней синхронизации от опорной частоты 10 МГц во вкладке «Common» системных настроек: Clock Source – External.

10.2.7 Для определения абсолютной погрешности измерений уровня мощности из-за

нелинейности шкалы дисплея установить следующие параметры анализатора:

[Amptd]

Amptd

Ref : 0 dBm

[Frequency]

Span

Center Freq: 50 MHz

Span: 1 MHz

[Amptd]

Amptd

Ref : 0 dBm

[Sweep/Trace]

Sweep

Sweep Point: 1001

Остальные параметры по умолчанию.

10.2.8 Установить маркер анализатора на максимум сигнала:

[Marker]

Peak

Search

10.2.9 Зафиксировать результат измерения уровня по показанию маркера анализатора Ризм.

Повторить измерения, устанавливая значения ослабления аттенюатора ступенчатого до 70 дБ с шагом 10 дБ.

10.2.10 Определение абсолютной погрешности измерений уровня мощности в диапазоне рабочих частот и при переключении входного аттенюатора проводят методом прямых измерений с помощью генератора сигналов SMA100B и преобразователя измерительного NRP-Z57 по схеме, приведенной на рисунке 3.

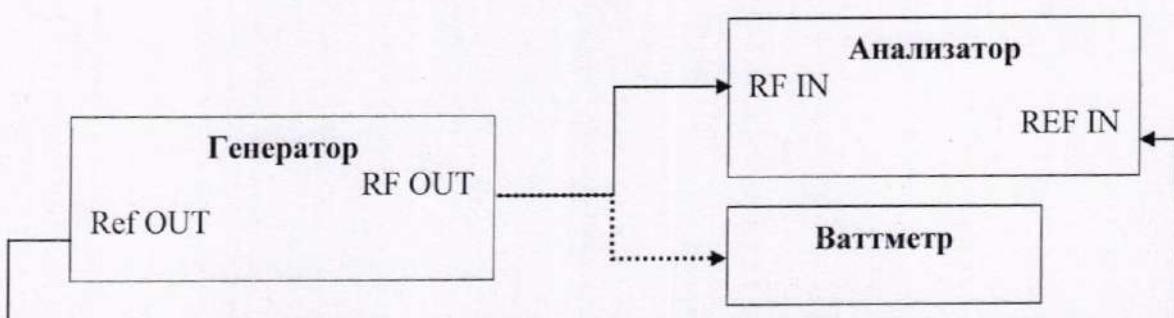


Рисунок 3

10.2.11 Выполнить калибровку уровня на конце кабеля на следующих частотах **Физм**: 9 кГц; 1 МГц; 10 МГц; 100 МГц; 500 МГц; 1 ГГц; 6 ГГц; 8,99 ГГц; 10 ГГц; 15 ГГц; 17,99 ГГц; 26,49 ГГц; 30 ГГц; 34,99 ГГц; 40 ГГц; 42,99 ГГц.

Конец кабеля от генератора соединить с ваттметром.

Установить на генераторе сигналов уровень мощности 0 дБ (1 мВт), частоту **Физм**.

Отрегулировать выходной уровень сигнала генератора таким образом, чтобы показания ваттметра **L<sub>power</sub>** составляли ровно 0 дБ (1 мВт).

10.2.12 Соединить конец кабеля с входом анализатора.

10.2.13 Выполнить «Сброс параметров» анализатора.

10.2.14 Установить следующие параметры анализатора:

[Amptd]

Amptd

Ref : 0 dBm

[Frequency]

Span

Center Freq: **Физм**

Span: 1 MHz (10 kHz для центральной частоты 9 кГц)

[Sweep/Trace]

Sweep

Sweep Point: 1001

Остальные параметры по умолчанию.

10.2.15 Установить маркер анализатора на максимум сигнала:

[Marker]

Peak

Search

10.2.16 Зафиксировать результат измерения уровня по показанию маркера анализатора **Ризм.**

Повторить измерения при уровне 0 dB (1 мВт), устанавливая на генераторе и анализаторе значения частоты **Физм**.

10.2.17 Для определения абсолютной погрешности измерений уровня мощности при переключении входного аттенюатора установить следующие параметры анализатора:

[Amptd]

Amptd

Ref : -20 dBm

Att

Att: 0 dB

[Frequency]

Span

Center Freq: 50 MHz

Span: 1 MHz

[Sweep/Trace]

Sweep

Sweep Point: 1001

Остальные параметры по умолчанию.

10.2.18 Установить уровень входного сигнала минус 20 dB (1 мВт) по показаниям преобразователя измерительного NRP-Z57.

10.2.19 Установить маркер анализатора на максимум сигнала:

[Marker]

Peak

Search

10.2.20 Зафиксировать результат измерения уровня по показанию маркера анализатора **Ризм.**

Повторить измерения, устанавливая значения входного аттенюатора 10, 20, 30 dB.

Установить на анализаторе ослабление входного аттенюатора 40 dB и опорный уровень 30 dB (1 мВт).

Установить уровень входного сигнала 20 dB (1 мВт) по показаниям преобразователя измерительного NRP-Z57.

Повторить измерения при значениях ослабления входного аттенюатора 40, 50 dB.

### 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 сигналов SMA100B.

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

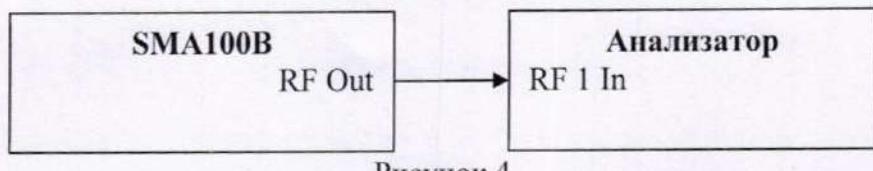


Рисунок 4

Установить выходной уровень сигнала генератора сигналов 10 дБ (1 мВт), частоту выходного сигнала 1 ГГц.

10.3.1 Выполнить «Сброс параметров» анализатора.

10.3.2 Установить следующие параметры анализатора:

[Amptd]

Amptd

Ref : 10 dBm

[Frequency]

Span

Center Freq: 1 GHz

Span: F<sub>ПО</sub> (из таблицы 5)

[BW]

Res BW: F<sub>ПП</sub>

[Sweep/Trace]

Sweep

Sweep Point: 1001

Dete

RMS

Average

Video Avg: On

Avg Num: 100

[Marker]

Peak

Search

Marker

Delta: offset (из таблицы 5)

Таблица 5 – Установки на анализаторе при определении спектральной плотности фазовых шумов

offset	F <sub>ПО</sub>	F <sub>ПП</sub>
10 кГц	40 кГц	1 кГц
100 кГц	400 кГц	10 кГц
1 МГц	4 МГц	100 кГц

Считать показания дельта-маркера  $\Delta_M$ , дБ, в верхнем левом углу.

#### 10.4 Определение среднего уровня собственных шумов

10.4.1 Определение проводят методом прямых измерений среднего уровня собственных шумов в полосе пропускания 1 кГц по показаниям анализатора в отсутствие входной мощности при помощи согласованной нагрузки 50 Ом, а затем производят расчет значения спектральной плотности собственных шумов в полосе пропускания 1 Гц.

К входу анализатора RF IN подключить согласованную нагрузку 50 Ом.

10.4.2 Перевести анализатор в режим синхронизации от внутреннего опорного генератора во вкладке «Common» системных настроек: Clock Source – Internal.

10.4.3 Установить следующие параметры анализатора:

##### [Amptd]

##### Amptd

Ref : -50 dBm

##### Att

Att Manu: 0

Pre Amp: Off (On)

##### [Frequency]

##### Freq

Start Freq: **Фнач** (из таблицы 5)

Stop Freq: **Фкон** (из таблицы 5)

##### [Sweep/Trace]

##### Sweep

Sweep Point: 1001

##### Dete

Average

##### [BW]

##### BW

RBW: 1 kHz

##### Average

Video Avg: On

Avg Num: 5

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

##### [Marker]

##### Peak

Search

10.4.5 Зафиксировать результат измерения среднего уровня собственных шумов в полосе пропускания 1 кГц по показанию маркера анализатора  $N_{1\text{ кГц}}$ , дБ (1 мВт).

Провести измерения среднего уровня собственных шумов во всех диапазонах частот с выключенным и включенным предусилителем, указанных в таблице 6.

Таблица 6 – Пределы значений спектральной плотности собственных шумов в полосе пропускания 1 Гц

Диапазон частот	Предел, дБ (мВт/Гц), не более	
	Предусилитель выключен	Предусилитель включен
от 10 МГц до 7,5 ГГц включ.	-134	-150
св. 7,5 до 18 ГГц включ.	-136	-155
св. 18 до 39 ГГц включ.	-130	-145
св. 39 до 43 ГГц	-125	-140

10.5 Определение относительного уровня помех, обусловленных гармоническими искажениями

10.5.1 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 SMA100B по схеме рисунка 5 на следующих частотах:

- 300 кГц; 10; 20; 25; 30; 40; 50; 100 МГц; 1; 3,5 ГГц – для всех модификаций;
- 8 ГГц – для модификаций HSP18, HSP26, HSP43;
- 10; 12,5 ГГц – для модификаций HSP26, HSP43;
- 15; 18,5; 19; 20; 21 ГГц – для модификации HSP43.

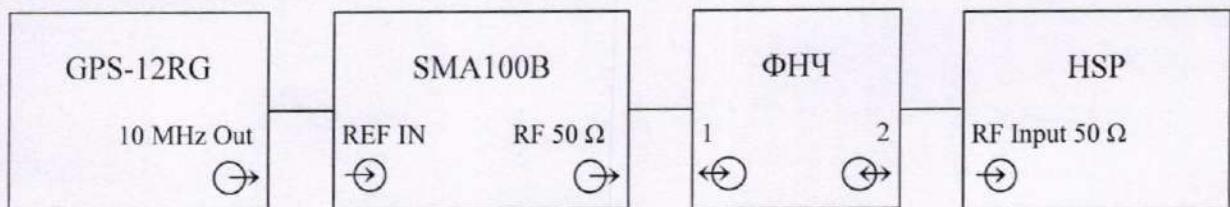


Рисунок 5 – Схема измерений при определении относительного уровня помех, обусловленных гармоническими искажениями

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

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

где  $f_C$  – значение частоты сигнала в соответствии с пунктом 10.5.1.

10.5.2 Установить следующие параметры анализатора:

[Amptd]

Amptd

Ref : 10 dBm

Att

Att Manu: 30

[Frequency]

Span

Center Freq:  $f_C$

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 10 дБ (1 мВт). Убедиться, что выход генератора отключен.

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

10.5.4 Установить маркер анализатора на максимум сигнала:

[Marker]

Peak

Search

10.5.5 Зафиксировать уровень мощности входного сигнала  $L_C$ , дБ (1 мВт), по показаниям маркера.

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

Измерить уровень мощности на частоте второй гармоники  $L_G$ , дБ (1 мВт), по показаниям маркера.

10.5.7 Повторить измерения по пунктам 10.5.3 – 10.5.6 для остальных частот, перечисленных в пункте 10.5.1.

10.6 Определение относительного уровня помех, обусловленных интермодуляционными искажениями третьего порядка

10.6.1 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 1 МГц при помощи генераторов сигналов SMA100B и SMM100A по схеме, приведенной на рисунке 6.

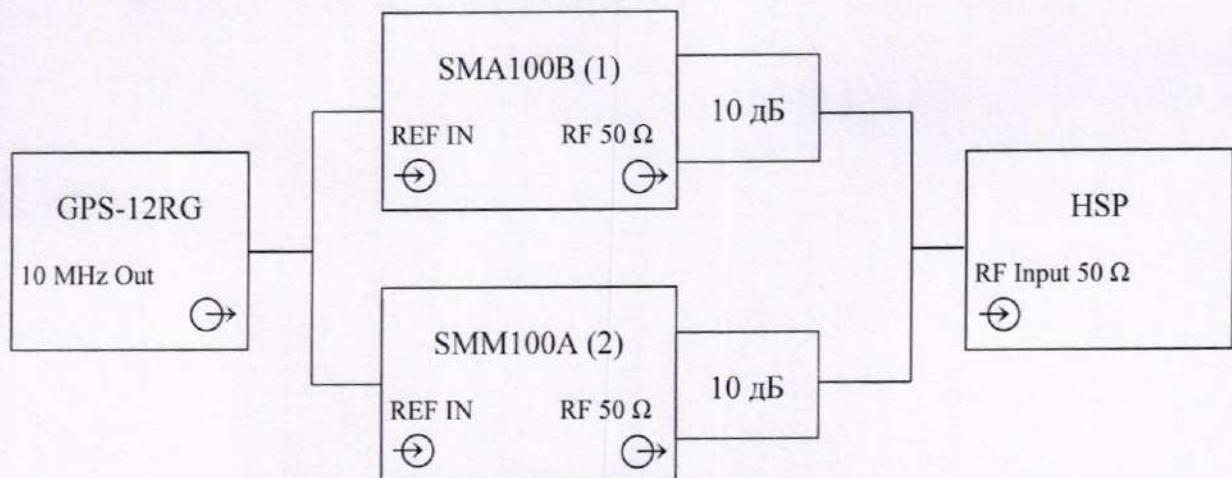


Рисунок 6 – Схема измерений при определении относительного уровня помех, обусловленных интермодуляционными искажениями третьего порядка

10.6.2 Измерения уровня помех проводить на центральных частотах  $f_{\text{Ц}}$  1; 3; 18; 26; 32; 40 ГГц.

10.6.3 Установить следующие параметры анализатора:

[Amptd]

Amptd

Ref : -10 dBm

Att

Att Manu: 10

[Frequency]

Span

Center Freq:  $f_{\text{Ц}}$

Span: 5 MHz

Остальные параметры по умолчанию.

Установить режим работы генераторов с внешним опорным генератором. Используя органы управления генераторов, установить на одном из них частоту непрерывного сигнала ( $f_{\text{Ц}} - 500$  кГц), на втором – частоту ( $f_{\text{Ц}} + 500$  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.

10.6.4 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  $L_{\text{вх}}$  минус ( $15 \pm 1$ ) 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.

10.6.5 При помощи маркера анализатора измерить уровень помех на частотах ( $f_{\text{Ц}} + 1,5$  МГц) и ( $f_{\text{Ц}} - 1,5$  МГц). Определить максимальное из измеренных значений  $L_{\text{max}}$ , дБ (1 мВт).

10.6.6 Повторить измерения по методике пунктов 10.6.3 – 10.6.5 для остальных частот, перечисленных в пункте 10.6.2.

### 10.7 Определение параметров в режиме анализа в реальном масштабе времени

Определение параметров в режиме анализа в реальном масштабе времени проводят методом прямых измерений с помощью генератора сигналов SMM100A и преобразователя измерительного NRP-Z57 в соответствии со схемой, приведенной на рисунке 3.

На анализаторе включить режим реального времени с отображением спектра

На генераторе и на анализаторе сигналов установить частоту 1 ГГц, на генераторе – уровень 0 дБ (1 мВт), уровень на входе анализатора контролировать с помощью преобразователя измерительного. Изменяя частоту сигнала генератора в диапазоне  $\pm 55$  МГц с шагом 5 МГц и контролируя уровень с помощью преобразователя измерительного, провести измерения уровня на анализаторе Ризм, дБ (1 мВт).

Затем на генераторе включить режим ИМ с длительностью импульса 25 мкс, периодом следования импульсов 1 с и несущей 1 ГГц, уровень 0 дБ (1 мВт) на входе анализатора, установленный по преобразователю измерительному в режиме НГ. На анализаторе в режиме реального времени с отображением спектра установить полосу обзора 110 МГц с автоматической полосой пропускания.

Зафиксировать значение уровня спектра ИМ-сигнала.

## 11 Подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям

11.1 Для полученных в пункте 10.1.2 результатов измерений Ризм, рассчитать абсолютную погрешность измерений частоты с помощью маркеров  $\Delta F$ , Гц, по формуле

$$\Delta F = F_{\text{изм}} - F_{\text{ном}}, \quad (1)$$

где  $F_{\text{изм}}$  – измеренное значение частоты, Гц;  
 $F_{\text{ном}}$  – установленное значение частоты, Гц.

Результаты поверки по данной операции считаются положительными, если диапазон устанавливаемых значений частоты от 9 кГц до верхнего предела модификации анализатора, рассчитанное значение абсолютной погрешности измерений частоты с помощью маркеров  $\Delta F$  не выходит за пределы  $\pm(2,0 \cdot 10^{-7} \cdot F_{\text{изм}} + 1 \cdot 10^{-3} \cdot F_{\text{пo}} + 5 \cdot 10^{-2} \cdot F_{\text{пп}} + 0,5 \cdot F_{\text{пo}} / (K\Gamma - 1) + 1)$  Гц, где  $K\Gamma$  – количество точек отображения.

11.2 Для полученных в пункте 10.2.9 результатов измерений Ризм, дБ (1 мВт), рассчитать погрешность измерений уровня мощности  $\Delta P$ , дБ, в диапазоне от минус 60 до 0 дБ (1 мВт) по формуле

$$\Delta P = P_{\text{изм}} + (A_d - A_d(10)) - L_{\text{Power}}, \quad (2)$$

где  $A_d$  – действительные значения ослабления аттенюатора (в соответствии с результатами поверки аттенюатора), дБ;

$A_d(10)$  – действительное значение ослабления ступени 10 дБ аттенюатора (в соответствии с результатами поверки аттенюатора), дБ;

$L_{\text{Power}}$  – уровень мощности сигнала на конце кабеля при ослаблении внешнего ступенчатого аттенюатора 10 дБ, дБ (1 мВт).

Для полученных в пунктах 10.2.16, 10.2.20 результатов измерений Ризм, дБ (1 мВт), рассчитать погрешность измерений уровня мощности 0 дБ (1 мВт)  $\Delta P$ , дБ, в диапазоне рабочих частот по формуле

$$\Delta P = P_{изм} - L_{Power}, \quad (3)$$

где  $L_{Power}$  – уровень мощности сигнала на конце кабеля для указанных частот, дБ (1 мВт).

Результаты поверки по данной операции считаются положительными, если рассчитанные значения погрешности измерений уровня мощности в диапазоне рабочих частот находятся в пределах:

- ±1,5 дБ от 9 кГц до 18 ГГц включ.;
- ±2,2 дБ св. 18 до 43 ГГц.

11.3 Для полученных в пункте 10.3 результатов измерений  $\Delta_m$ , дБ, рассчитать действительные значения спектральной плотности фазовых шумов относительно несущей в полосе пропускания 1 Гц  $S_{PN}$ , дБ, по формуле

$$S_{PN} = \Delta_m - 10 \log \frac{RBW}{1 \text{ Гц}}, \quad (4)$$

где  $RBW$  – значение установленной полосы пропускания, Гц.

Результаты поверки по данной операции считаются положительными, если для всех указанных отстроек рассчитанные значения спектральной плотности фазовых шумов в полосе пропускания 1 Гц не превышают значений, указанных в таблице 7.

Таблица 7 – Пределы значений спектральной плотности фазовых шумов

Отстройка	Пределы, дБ, не более
10 кГц	-95
100 кГц	-98
1 МГц	-110

11.4 Для полученных в пункте 10.4 результатов измерений рассчитать действительные значения спектральной плотности собственных шумов анализатора  $S_{ш}$  в полосе пропускания 1 Гц, дБ (мВт/Гц), по формуле

$$S_{ш} = N_{1 \text{ кГц}} - 30, \quad (5)$$

где  $N_{1 \text{ кГц}}$  – средний уровень собственных шумов в полосе пропускания 1 кГц, дБ (1 мВт).

Результаты поверки по данной операции считаются положительными, если для всех указанных частот рассчитанные значения спектральной плотности собственных шумов в полосе пропускания 1 Гц, не превышают значений, указанных в таблице 6.

11.5 Для полученных в пункте 10.5 значений уровня второй гармоники  $L_G$ , дБ (1 мВт), рассчитать относительный уровень помех, обусловленных гармоническими искажениями,  $D_{ гарм}$ , дБ, по формуле

$$D_{ гарм} = L_C - L_G. \quad (6)$$

Определить относительный уровень помех, обусловленных гармоническими искажениями, выраженный в виде точки пересечения второго порядка, SHI, дБ (1 мВт), по формуле

$$SHI = L_C + D_{ гарм}. \quad (7)$$

Результаты поверки по данной операции считать положительными, если значения SHI не менее приведенных в таблице 8.

Таблица 8 – Пределы относительного уровня помех, обусловленных гармоническими искажениями, выраженного в виде точки пересечения второго порядка (SHII)

Диапазоны частот	Пределы SHII, дБ (1 мВт), не менее
- от 9 кГц до 10 МГц включ.	50
- св. 10 МГц до 21,5 ГГц	58

11.6 Для полученных в пункте 10.6 значений уровня помехи  $L_{Pmax}$ , дБ (1 мВт), рассчитать относительный уровень помех, обусловленных интермодуляционными искажениями третьего порядка,  $D_P$ , дБ, по формуле

$$D_P = L_{BX} - L_{Pmax}. \quad (8)$$

Рассчитать относительный уровень помех, обусловленных интермодуляционными искажениями третьего порядка, выраженный в виде точки пересечения третьего порядка, TOI, дБ (1 мВт) по формуле

$$TOI = (2 \cdot L_{BX} + D_P)/2. \quad (9)$$

Результаты поверки по данной операции считать положительными, если значения интермодуляционных искажений третьего порядка, выраженных как точка пересечения, не менее приведенных в таблице 9.

Таблица 9 – Пределы относительного уровня помех, обусловленных интермодуляционными искажениями третьего порядка, выраженного в виде точки пересечения третьего порядка(TOI)

Частоты измерений	Пределы TOI, дБ (1 мВт), не менее
1 ГГц	14
3 ГГц	13
18 ГГц	12
26 ГГц	13
32 ГГц	16
40 ГГц	16

11.7 Для полученных в пункте 10.7 результатов измерений Ризм, рассчитать погрешность измерений уровня мощности  $\Delta P$ , дБ, в режиме анализа в реальном времени по формуле

$$\Delta P = Ризм - 0. \quad (10)$$

Результаты поверки по данной операции считать положительными, если устанавливается полоса анализа 110 МГц, абсолютная погрешность измерения уровня в полосе анализа 110 МГц находится в пределах  $\pm 1,5$  дБ и на анализаторе фиксируется спектр ИМ-сигнала с уровнем  $(0 \pm 1,5)$  дБ (1 мВт).

11.8 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 – 11.7 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».

11.9 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 – 11.7, принимается решение о несоответствии средства измерений метрологическим требованиям, установленным при утверждении типа.

## 12 Оформление результатов поверки

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

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

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

Начальник лаборатории № 441  
ФБУ «НИЦ ПМ – Ростест»



С. Н. Голышак

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



С.С. Кучеренко

Приложение А  
(обязательное)

Таблица А.1 – Метрологические требования

Наименование характеристики	Значение	
Диапазон рабочих частот, Гц - модификация HSP9 - модификация HSP18 - модификация HSP26 - модификация HSP43	от $9 \cdot 10^3$ до $9 \cdot 10^9$ от $9 \cdot 10^3$ до $18 \cdot 10^9$ от $9 \cdot 10^3$ до $26,5 \cdot 10^9$ от $9 \cdot 10^3$ до $43 \cdot 10^9$	
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений частоты входного синусоидального сигнала, Гц	$\pm(2,0 \cdot 10^{-7} \cdot f_c + 1 \cdot 10^{-3} \cdot \text{ПО} + 5 \cdot 10^{-2} \cdot \text{ППРФ} + 0,5 \cdot \text{ПО}/(\text{КТ}-1) + 1)^1$	
Номинальные значения полос пропускания, Гц по уровню минус 3 дБ по уровню минус 6 дБ <sup>2)</sup>	от 1 до $3 \cdot 10^6$ с шагом 1-3 $200; 9 \cdot 10^3; 1,2 \cdot 10^5; 1 \cdot 10^6$	
Полоса анализа <sup>3)</sup> , МГц	110	
Диапазон установки опорного уровня, дБ (1 мВт) <sup>4)</sup>	от -130 до +30	
Диапазон установки входного аттенюатора, дБ	от 0 до 50 с шагом 1	
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений уровня мощности входного сигнала в диапазоне мощностей от -70 до +20 дБ (1 мВт) <sup>5)</sup> , дБ - от 9 кГц до 18 ГГц включ. - св. 18 до 43 ГГц	$\pm 1,5$ $\pm 2,2$	
Средний уровень собственных шумов <sup>6)</sup> , в диапазоне частот, дБ (1 мВт), не более: - от 10 МГц до 7,5 ГГц включ. - св. 7,5 до 18 ГГц включ. - св. 18 до 39 ГГц включ. - св. 39 до 43 ГГц	Предусилитель выключен -134 -136 -130 -125	Предусилитель включен -150 -155 -145 -140
Спектральная плотность мощности фазовых шумов <sup>7)</sup> , при отстройке, дБ, не более: - 10 кГц - 100 кГц - 1 МГц		-95 -98 -110
Относительный уровень помех D <sub>гарм</sub> , обусловленных гармоническими искажениями, выраженный в виде точки пересечения второго порядка (SHI) <sup>8)</sup> , дБ (1 мВт), не менее: - от 9 кГц до 10 МГц включ. - св. 10 МГц до 21,5 ГГц		50 58
Относительный уровень помех D <sub>имз</sub> , обусловленных интермодуляционными искажениями третьего порядка, выраженный в виде точки пересечения третьего порядка (TOI) <sup>9)</sup> , дБ (1 мВт), не менее: - на частоте 1 ГГц - на частоте 3 ГГц - на частоте 18 ГГц - на частоте 26 ГГц - на частоте 32 и 40 ГГц		14 13 12 13 16

Продолжение таблицы А.1

- <sup>1)</sup> где  $f_c$  – частота измеряемого сигнала (Гц); ПО – ширина полосы обзора (Гц); ППРФ – текущее значение ширины полосы пропускания разрешающего фильтра полосы пропускания (Гц); КТ – число точек отображения;
- <sup>2)</sup> для всех модификаций, кроме HSP9;
- <sup>3)</sup> в режиме анализа в реальном масштабе времени;
- <sup>4)</sup> дБ (1 мВт) – децибел относительно 1 мВт;
- <sup>5)</sup> в полосе обзора 10 кГц (1 МГц на частотах выше 1 МГц), при полосе пропускания 100 Гц (10 кГц на частотах выше 1 МГц), при выключенном предусилителе, детекторе положительных пиковых значений, 1001 точке развертки;
- <sup>6)</sup> нормирован в форме спектральной плотности в полосе пропускания 1 Гц при ослаблении входного аттенюатора 0 дБ, усредняющем детекторе, 1001 точке развертки, установленной полосе пропускания 1 кГц;
- <sup>7)</sup> относительно мощности несущей 1 ГГц в полосе пропускания 1 Гц;
- <sup>8)</sup> SHI =  $L_{\text{смес.}} + D_{\text{гарм}}$ , где  $L_{\text{смес.}}$  – уровень входного сигнала смесителя, дБ (1 мВт);
- <sup>9)</sup> TOI =  $(2 \cdot L_{\text{смес.}} + D_{\text{ИМЗ}})/2$ , где  $L_{\text{смес.}}$  – уровень входного сигнала смесителя, дБ (1 мВт).