



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

«28» апреля 2026 г.

Государственная система обеспечения единства измерений

АНАЛИЗАТОРЫ СПЕКТРА FSV3030

Методика поверки

РТ-МП-183-441-2026

г. Москва  
2026 г.

## 1 Общие положения

Настоящая методика поверки применяется для поверки анализаторов спектра FSV3030 (далее – анализаторов), используемых в качестве рабочих средств измерений, и устанавливает методы и средства проведения первичной и периодической поверки.

При определении метрологических характеристик в рамках проводимой поверки обеспечивается:

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

- передача единицы мощности электромагнитных колебаний в волноводных и коаксиальных трактах в диапазоне частот от 9 кГц до 30 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.

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

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

Таблица 1 – Метрологические требования

Наименование характеристики		Значение
1		2
Пределы допускаемой относительной погрешности частоты опорного генератора $\delta_{ог}$		$\pm 1 \cdot 10^{-7}$
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений частоты в режиме частотомера, Гц		$\pm(\delta_{ог} \cdot F_{изм} + 0,001)^{1)}$
Спектральная плотность мощности фазовых шумов на частоте 1 ГГц, при отстройке от несущей, дБ относительно уровня несущей, не более	100 Гц	-91
	1 кГц	-101
	10 кГц	-107
	100 кГц	-115
	1 МГц	-135
Средний уровень собственных шумов <sup>2)</sup> , в диапазоне частот, дБ (1 мВт) <sup>3)</sup> , не более		
20 Гц		-100
100 Гц		-110
1 кГц		-120
от 9 до 100 кГц не включ.		-135
от 0,1 до 1 МГц не включ.		-145
от 1 МГц до 1 ГГц не включ.		-151
от 1 до 3 ГГц не включ.		-149
от 3 до 6 ГГц не включ.		-147
от 6 до 7,5 ГГц включ.		-145
св. 7,5 до 15 ГГц включ.		-148
св. 15 до 26,5 ГГц включ.		-145
св. 26,5 до 30 ГГц		-143
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений уровня мощности входного сигнала минус 10 дБ (1 мВт) на частоте 64 МГц при ослаблении аттенюатора СВЧ 10 дБ, дБ		$\pm 0,2$

Продолжение таблицы 1

1	2
Неравномерность амплитудно-частотной характеристики относительно уровня на частоте 64 МГц в диапазоне частот, при ослаблениях аттенюатора СВЧ 10, 20, 30, 40 дБ, дБ, не более от 20 Гц до 9 кГц не включ. от 9 кГц до 10 МГц не включ. от 10 МГц до 3,6 ГГц не включ. от 3,6 до 7,5 ГГц включ. св. 7,5 до 13,6 ГГц включ. св. 13,6 до 30 ГГц	±1,0 ±0,5 ±0,3 ±0,5 ±1,5 ±2,0
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений уровня мощности входного сигнала из-за переключения ослабления аттенюатора СВЧ на частоте 64 МГц относительно ослабления 10 дБ, дБ	±0,2
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений уровня мощности входного сигнала из-за переключения полосы пропускания фильтров относительно полосы пропускания 10 кГц, дБ	±0,1
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений уровня мощности входного сигнала из-за нелинейности шкалы (при отношении сигнал/шум не менее 16 дБ), в диапазоне измерений от 0 до минус 70 дБ относительно опорного уровня, дБ	±0,12
Относительный уровень помех $D_{имз}$ , обусловленных интермодуляционными искажениями третьего порядка, выраженный в виде точки пересечения третьего порядка (ТОИ), при входном уровне минус 15 дБ (1 мВт) и разнесении между тонами 10 кГц в диапазоне частот от 0,01 до 30 ГГц, дБ (1 мВт), не менее	15
Уровень подавления каналов приема зеркальных частот, промежуточных частот, в диапазоне частот от 0,02 до 30 ГГц, дБ относительно несущей, не более	-80
Уровень остаточных сигналов комбинационных частот, в диапазоне частот, дБ (1 мВт), не более от 1 МГц до 7,5 ГГц включ. св. 7,5 до 30 ГГц	-103 -100
КСВН входа (аттенюатор СВЧ 10 дБ), в диапазоне частот, не более от 10 МГц до 3,5 ГГц включ. св. 3,5 до 18 ГГц включ. св. 18 до 26,5 ГГц включ. св. 26,5 до 30 ГГц	1,5 2,0 2,2 2,5
<sup>1)</sup> где $F_{изм}$ – измеряемая частота, Гц; <sup>2)</sup> нормирован в форме спектральной плотности в полосе пропускания 1 Гц при ослаблении аттенюатора СВЧ 0 дБ, детекторе выборки, тип трассы – усреднение, тип усреднения – логарифмический; <sup>3)</sup> дБ (1 мВт) – децибел относительно 1 мВт	

## 2 Перечень операций поверки средства измерений

2.1 При проведении поверки выполняют операции, указанные в таблице 2.

Таблица 2 – Операции поверки

Наименование операции	Обязательность выполнения операций поверки при		Номер пункта методики поверки
	первичной поверке	периодической поверке	
1	2	3	4
Внешний осмотр средства измерений	Да	Да	7
Контроль условий поверки (при подготовке к поверке и опробовании средства измерений)	Да	Да	8.1
Опробование (при подготовке к поверке и опробовании средства измерений)	Да	Да	8.3
Проверка программного обеспечения средства измерений	Да	Да	9
Определение метрологических характеристик средства измерений	-	-	10
Определение относительной погрешности частоты опорного генератора	Да	Да	10.1
Определение абсолютной погрешности измерений частоты в режиме частотомера	Да	Да	10.2
Определение спектральной плотности мощности фазовых шумов	Да	Да	10.3
Определение абсолютной погрешности измерений уровня мощности входного сигнала из-за переключения полосы пропускания	Да	Да	10.4
Определение уровня подавления каналов приема зеркальных и промежуточных частот	Да	Нет	10.5
Определение абсолютной погрешности измерений уровня мощности входного сигнала минус 10 дБ (1 мВт) на частоте 64 МГц	Да	Да	10.6
Определение неравномерности амплитудно-частотной характеристики	Да	Да	10.7
Определение абсолютной погрешности измерений уровня мощности входного сигнала из-за переключения ослабления аттенюатора СВЧ	Да	Да	10.8
Определение абсолютной погрешности измерений уровня мощности входного сигнала из-за нелинейности шкалы	Да	Да	10.9
Определение относительного уровня помех, обусловленных интермодуляционными искажениями третьего порядка	Да	Да	10.10
Определение среднего уровня собственных шумов	Да	Да	10.11
Определение уровня остаточных сигналов комбинационных частот	Да	Нет	10.12
Определение КСВН входа в диапазоне частот	Да	Нет	10.13
Подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям	Да	Да	11

### 3 Требования к условиям проведения поверки

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

- температура окружающей среды, °С ..... от 20 до 30;
- относительная влажность воздуха, % ..... от 30 до 80;

### 4 Требования к специалистам, осуществляющим поверку

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

### 5 Метрологические и технические требования к средствам поверки

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

Таблица 3 – Средства поверки

Операции поверки, требующие применения средств поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
1	2	3
8.1 Контроль условий поверки (при подготовке к поверке и опробовании средства измерений)	Средства измерений температуры окружающей среды в диапазоне от плюс 15 °С до плюс 25 °С с абсолютной погрешностью $\pm 1$ °С Средства измерений относительной влажности воздуха в диапазоне от 30 % до 80 % с абсолютной погрешностью $\pm 3,5$ %	Термогигрометр UNITESS THB 1, рег. № 70481-18
10.1 Определение относительной погрешности частоты опорного генератора	Эталоны единицы частоты, соответствующие требованиям к эталонам не ниже 3 разряда в соответствии с ГПС, утвержденной приказом Росстандарта № 2360 от 26.09.2022, частота 10 МГц	Стандарт частоты рубидиевый GPS-12RG, рег. № 43830-10
	Средства измерений частоты 10 МГц	Частотомер универсальный CNT-90, рег. № 41567-09

Продолжение таблицы 3

1	2	3
10.2 Определение абсолютной погрешности измерений частоты в режиме частотомера	Эталоны единицы частоты, соответствующие требованиям к эталонам не ниже 3 разряда в соответствии с ГПС, утвержденной приказом Росстандарта № 2360 от 26.09.2022, частота 10 МГц	Стандарт частоты рубидиевый GPS-12RG, рег № 43830-10
	Средства воспроизведения синусоидального сигнала с частотой 1 ГГц; уровень мощности выходного сигнала минус 13 дБ (1 мВт)	Генератор сигналов SMA100B с опцией B167, рег № 68980-20
10.3 Определение спектральной плотности мощности фазовых шумов; 10.4 Определение абсолютной погрешности измерений уровня мощности входного сигнала из-за переключения полосы пропускания; 10.5 Определение уровня подавления каналов приема зеркальных и промежуточных частот	Средства воспроизведения синусоидального сигнала в диапазоне частот от 0,02 до 30 ГГц; уровень мощности выходного сигнала от минус 20 до 0 дБ (1 мВт), спектральная плотность мощности фазовых шумов на частоте 1 ГГц при отстройках 100 Гц / 1 кГц / 10 кГц / 100 кГц / 1 МГц не более -91 дБ / -101 дБ / -107 дБ / -115 / -135 дБ относительно несущей в полосе 1 Гц	Генератор сигналов SMA100B с опциями B167, B711, рег № 68980-20
10.6 Определение абсолютной погрешности измерений уровня мощности входного сигнала минус 10 дБ (1 мВт) на частоте 64 МГц; 10.7 Определение неравномерности амплитудно-частотной характеристики	Эталоны единицы мощности электромагнитных колебаний, соответствующие требованиям к рабочим эталонам не ниже 2 разряда в диапазоне частот от 30 МГц до 30 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, измеряемый уровень мощности минус 10 дБ (1 мВт) Средства измерений мощности электромагнитных колебаний в диапазоне частот от 20 Гц до 9 кГц, измеряемый уровень мощности минус 10 дБ (1 мВт), $\delta = \pm 0,9 \%$ ,	Ваттметр поглощаемой мощности СВЧ NRP50T, рег. № 69958-17
	Средства воспроизведения синусоидального сигнала в диапазоне частот от 20 Гц до 27 ГГц; уровень мощности выходного сигнала от 0 до 20 дБ (1 мВт)	Генератор сигналов SMA100B с опциями B167, K24, рег № 68980-20

Продолжение таблицы 3

1	2	3
10.8 Определение абсолютной погрешности измерений уровня мощности входного сигнала из-за переключения ослабления аттенюатора СВЧ;	Эталоны единицы ослабления электромагнитных колебаний, соответствующие требованиям к эталонам не ниже 2 разряда в соответствии с ГПС, утвержденной приказом Росстандарта от 30.12.2019 № 3383, в диапазоне значений ослабления от 0 до 70 дБ на частоте 64 МГц	Аттенюатор ступенчатый R&S RSC, рег. № 48368-11
10.9 Определение абсолютной погрешности измерений уровня мощности входного сигнала из-за нелинейности шкалы	Средства воспроизведения синусоидального сигнала с частотой 64 МГц; уровень мощности выходного сигнала от 0 до 20 дБ (1 мВт)	Генератор сигналов SMA100B с опцией B167, рег № 68980-20
10.10 Определение относительного уровня помех, обусловленных интермодуляционными искажениями третьего порядка	Средства воспроизведения синусоидального сигнала в диапазоне частот от 0,01 до 30 ГГц; уровень мощности выходного сигнала от минус 5 до 5 дБ (1 мВт)	Генератор сигналов SMA100B с опцией B167, рег № 68980-20. Генератор сигналов векторный SMM100A с опцией B1044, рег. № 82791-21
10.13 Определение КСВН входа в диапазоне частот	Средства измерений КСВН в диапазоне от 1 до 5 с абсолютной погрешностью измерения КСВН $\pm 0,05$ в диапазоне частот от 0,01 до 30 ГГц	Анализатор электрических цепей векторный ZVA50, рег. № 48355-11
Примечание – Допускается использовать при поверке другие утвержденные и аттестованные эталоны единиц величин, средства измерений утвержденного типа и поверенные, удовлетворяющие метрологическим требованиям, указанным в таблице.		

Таблица 4 – Вспомогательное оборудование

Номер пункта документа по поверке	Наименование вспомогательного оборудования	Требуемые технические характеристики вспомогательного оборудования	Рекомендуемое вспомогательное оборудование
1	2	3	4
10.6 – 10.10	Аттенюатор фиксированный	Диапазон частот от 20 Гц до 30 ГГц, ослабление $(10 \pm 1)$ дБ	Аттенюатор коаксиальный Д2М-32-10-13Р-13
10.10	Делитель резистивный	Диапазон частот от 0,01 до 30 ГГц КСВН не более 1,3	Делитель мощности ДМ2А-50-05Р
10.11, 10.12	Нагрузка согласованная 50 Ом	Диапазон частот от 20 Гц до 30 ГГц	Нагрузка согласованная НС3-20-13Р

## 6 Требования (условия) по обеспечению безопасности проведения поверки

6.1 При проведении поверки необходимо соблюдать:

- общие правила техники безопасности в соответствии с требованиями Межгосударственного стандарта ГОСТ 12.2.003-91 «Система стандартов безопасности труда. Оборудование производственное. Общие требования безопасности»;

- «Правила по охране труда при эксплуатации электроустановок», утвержденные Приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 15 декабря 2020 г. № 903н «Об утверждении Правил по охране труда при эксплуатации электроустановок»;

- указания по технике безопасности, приведенные в эксплуатационной документации на средства поверки;

- указания по технике безопасности, приведенные в эксплуатационной документации на анализаторы.

6.2 К проведению поверки допускаются специалисты, изучившие требования безопасности по ГОСТ 22261-94 «Межгосударственный стандарт. Средства измерений электрических и магнитных величин. Общие технические условия. с Изменением №1» и ГОСТ ИЕС 61010-1-2014 «Безопасность электрических контрольно-измерительных приборов и лабораторного оборудования. Часть 1. Общие требования», имеющие 3 группу допуска по электробезопасности и прошедшие инструктаж по технике безопасности на рабочем месте.

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

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

## 7 Внешний осмотр средства измерений

7.1 При проведении внешнего осмотра установить соответствие анализаторов следующим требованиям:

- внешний вид соответствует фотографиям, приведенным в описании типа на данное средство измерений;

- наличие маркировки, подтверждающей тип и серийный номер;

- наружная поверхность не имеет следов механических повреждений, которые могут влиять на работу анализатора и его органов управления;

- отсутствуют шумы внутри корпуса, обусловленные наличием незакрепленных деталей;

- отсутствуют механические повреждения соединителей (вмятины, забоины, отслаивания покрытия) и заусенцы на контактных и токонесущих поверхностях;

- отсутствуют посторонние частицы в соединителях.

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

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

## 8 Подготовка к поверке и опробование средства измерений

8.1 Контроль условий поверки

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

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

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

## 8.2 Подготовка к поверке

8.2.1 Ознакомиться с порядком установки анализатора на рабочее место, порядком включения и управления анализатором, приведенными в руководстве по эксплуатации «Анализаторы спектра FSV3004, FSVA3004, FSV3007, FSVA3007, FSV3013, FSVA3013, FSV3030, FSVA3030, FSV3044, FSVA3044».

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

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

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

## 8.3 Опробование

8.3.1 При опробовании проверяется работоспособность анализатора.

Подготовить анализатор к работе в соответствии с руководством по эксплуатации. Проверить отсутствие сообщений о неисправности на экране анализатора после его включения.

На анализаторе установить его заводскую конфигурацию, для чего выполнить следующие установки:

- [ **PRESET** ]

Запустить внутреннюю самокалибровку:

- [ **SETUP: Alignment: Start Alignment** ]

8.3.2 Результаты опробования считать положительными, если после включения и загрузки программного обеспечения анализатора, а также после проведения внутренней самокалибровки не возникают сообщения об ошибках; после загрузки заводской конфигурации на экране анализатора отображается спектр шумов в полном диапазоне частот анализатора.

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

## 9 Проверка программного обеспечения

9.1 Идентификационное наименование программного обеспечения (ПО) отображается на заставке при загрузке ПО во время включения анализатора. Номер версии ПО анализатора отображается в строке «Instrument Firmware» вкладки «Versions+Options» системного меню «System Config».

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

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

## 10 Определение метрологических характеристик средства измерений

### 10.1 Определение относительной погрешности частоты опорного генератора

Определение относительной погрешности частоты опорного генератора провести методом прямых измерений с помощью частотомера универсального CNT-90 и стандарта частоты рубидиевого GPS-12RG, который используется в качестве источника опорного сигнала с частотой 10 МГц.

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

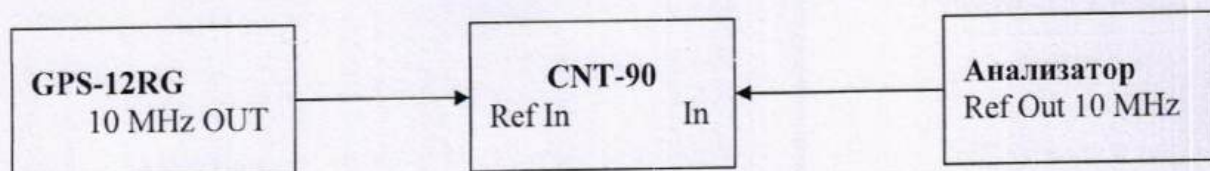


Рисунок 1

Зафиксировать частоту опорного генератора анализатора по показаниям частотомера как  $f_{ог}$ , МГц.

### 10.2 Определение абсолютной погрешности измерений частоты в режиме частотомера

Определение абсолютной погрешности измерений частоты в режиме частотомера провести методом прямых измерений с помощью генератора сигналов SMA100B (далее – генератора) и стандарта частоты рубидиевого GPS-12RG, который используется в качестве источника опорного сигнала с частотой 10 МГц.

Выполнить соединение СИ в соответствии со схемой, приведенной на рисунке 2.

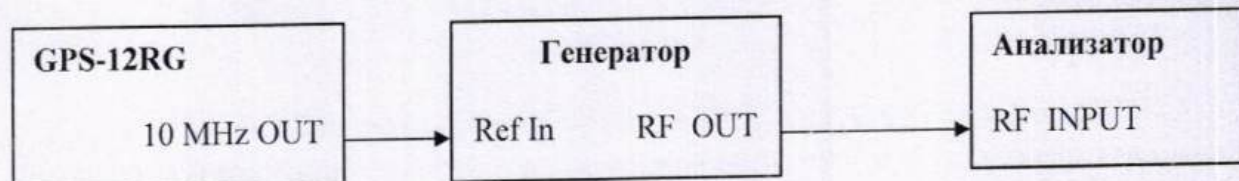


Рисунок 2

Установить выходной уровень сигнала генератора минус 13 дБ (1 мВт), частоту выходного сигнала 1 ГГц.

Выполнить следующие установки на анализаторе:

- [ **PRESET** ]
- [ **SETUP: Reference: Int** ]
- [ **AMPT: RF ATTEN MANUAL: 10 dB** ]
- [ **AMPT: Ref Level: -3 dBm** ]
- [ **SPAN : 1 MHz** ]
- [ **BW : Res BW Manual : 100 kHz** ]
- [ **BW : Video BW Manual : 10 kHz** ]
- [ **FREQ : CENTER 1 GHz** ]
- [ **MARKER-> : Peak** ]
- [ **MARKER : Select Marker Function: Signal Count: On** ]
- [ **MARKER : Select Marker Function: Signal Count: Resolution: 0,001 Hz** ]

Измерить значение частоты входного сигнала  $f_{изм}$ , Гц.

### 10.3 Определение спектральной плотности мощности фазовых шумов

Определение спектральной плотности мощности фазовых шумов провести методом прямых измерений при подаче на вход анализатора синусоидального сигнала по схеме,

приведенной на рисунке 3.

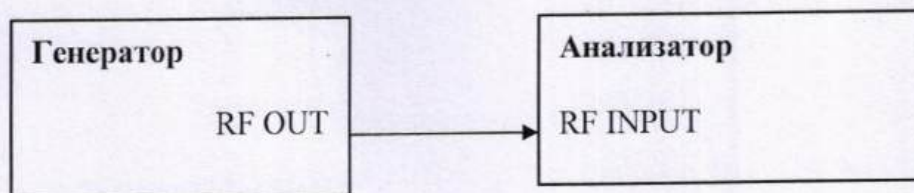


Рисунок 3

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

Выполнить следующие установки на анализаторе:

- [ **PRESET** ]
- [ **FREQ** : CENTER 1 GHz ]
- [ **AMPT** : Ref Level: 0 dBm ]
- [ **AMPT** : RF ATTEN MANUAL: 10 dB ]
- [ **TRACE** : Trace1 : DETECTOR: RMS ]
- [ **SWEEP** : SWEEP TIME MANUAL : 20 ms ]

Установить полосу обзора анализатора в соответствии с таблицей 5

- [ **SPAN** : {span} ]

Установить полосу пропускания RBW анализатора в соответствии с таблицей 5

- [ **BW** : Res BW Manual: {RBW} ]

Установить сигнал в центр ЖКИ:

- [ **MARKER->** : Peak ]
- [ **MARKER->** : Center Freq ]

Установить усреднение по 20 разверткам

**TRACE 1** : AVERAGE

**SWEEP** : SWEEP COUNT : 20 : ENTER

Активировать маркер для измерения фазовых шумов:

**MKR** : Select Marker Functions: PHASE NOISE

Установить маркер для измерения фазовых шумов на величину отстройки offset

**MKR** : MARKER 2 : {offset}

Считать значения спектральной плотности мощности фазовых шумов в нижнем правом углу ЖКИ анализатора.

Таблица 5

Отстройка от несущей offset	Полоса обзора span	Полоса пропускания RBW
1 кГц	4 кГц	100 Гц
100 Гц	0,4 кГц	10 Гц
10 кГц	40 кГц	1 кГц
100 кГц	400 кГц	1 кГц
1 МГц	4 МГц	100 кГц

10.4 Определение абсолютной погрешности измерений уровня мощности входного сигнала из-за переключения полосы пропускания

Определение абсолютной погрешности измерений уровня мощности входного сигнала из-за переключения полосы пропускания провести методом прямых измерений с помощью генератора.

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

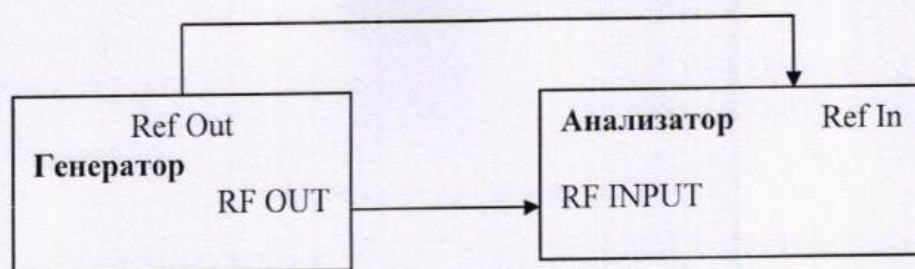


Рисунок 4

Установить выходной уровень сигнала генератора сигналов минус 20 дБ (1 мВт), частоту выходного сигнала 64 МГц.

Выполнить следующие установки на анализаторе:

- [ **PRESET** ]
- [ **FREQ : CENTER 64 MHz** ]
- [ **AMPT: Ref Level: -20 dBm** ]
- [ **AMPT: RF ATTEN MANUAL: 10 dB** ]
- [ **BW : Res BW Manual : 10 kHz** ]
- [ **SPAN : 30 kHz** ]
- [ **TRACE : Trace1 : DETECTOR: RMS** ]
- [ **SWEEP : Time: 10 ms** ]

Установить маркер анализатора на максимум сигнала:

- [ **MARKER-> : Peak** ]

Установить опорное значение дельта маркера на максимум сигнала:

**MKR : Select Marker Function : REFERENCE FIXED**

Поочередно устанавливая значения полос пропускания RBW от 1 Гц до 10 МГц с шагом 1-2-3-5.

Для каждой полосы пропускания устанавливать значение полосы обзора  $SPAN = 3 \times RBW$ .

Для определения абсолютной погрешности измерений уровня при переключении полосы пропускания относительно полосы пропускания 10 кГц установить дельта маркер на максимум сигнала:

- [ **MARKER-> : Peak** ]

Считать показание маркера D2(1), дБ, в верхнем правом углу ЖКИ анализатора.

10.5 Определение уровня подавления каналов приема зеркальных частот и промежуточных частот

Определение уровня подавления каналов приема зеркальных частот и промежуточных частот провести методом прямых измерений с помощью генератора.

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

Установить выходной уровень сигнала генератора минус 10 дБ (1 мВт), частоту выходного сигнала из таблицы 6.

Выполнить следующие установки на анализаторе:

- [ **PRESET** ]
- [ **FREQ : CENTER** из таблицы 6 ]
- [ **AMPT: Ref Level: -30 dBm** ]
- [ **AMPT: RF ATTEN MANUAL: 0 dB** ]

- [ **BW** : Res BW Manual : 1 kHz ]
- [ **BW** : Video BW Manual : 100 Hz ]
- [ **SPAN** : 10 kHz ]

Установить маркер анализатора на максимум сигнала:

- [ **MARKER**-> : Peak ]

Провести измерения для остальных частот, указанных в таблице 6.

Таблица 6

Частота, установленная на генераторе, МГц	Частота, установленная на анализаторе F <sub>изм</sub> , МГц
F <sub>изм</sub> -2.732	1484; 7500; 9000; 25000
F <sub>изм</sub> - 2.92	204; 1000; 7500; 8000; 25000
F <sub>изм</sub> +2.732	8000; 1000; 25000
8796	1100; 3000; 3500; 4000; 5000; 6000; 7000; 7990
732	1100; 3500; 7490; 9000; 12000; 25000
92	1100; 3500; 7490; 9000; 12000; 25000

10.6 Определение абсолютной погрешности измерений уровня мощности входного сигнала минус 10 дБ (1 мВт) на частоте 64 МГц

Определение абсолютной погрешности измерений уровня мощности входного сигнала минус 10 дБ (1 мВт) на частоте 64 МГц провести методом непосредственного сличения с помощью генератора и ваттметра поглощаемой мощности СВЧ NRP50T (далее – ваттметра).

Выполнить соединение СИ в соответствии со схемой, приведенной на рисунке 5.

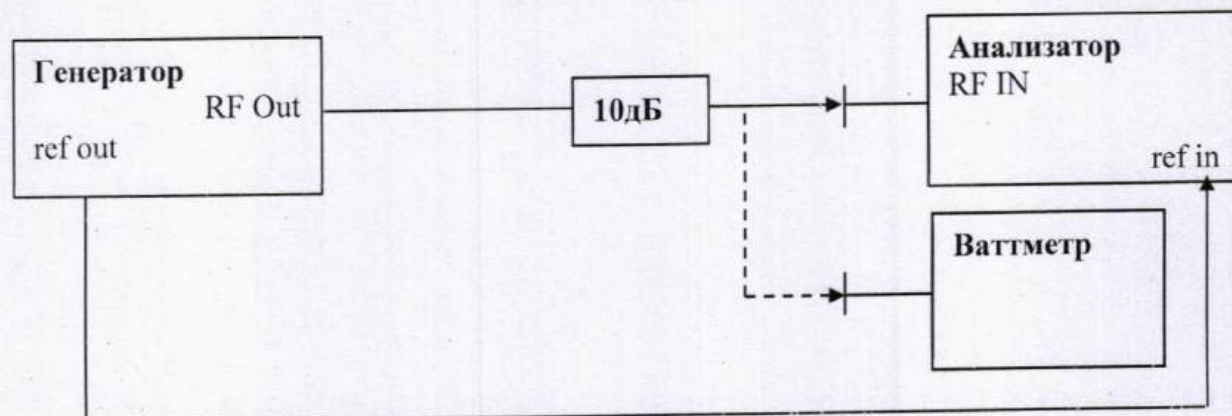


Рисунок 5

Выполнить следующие установки на анализаторе:

- [ **PRESET** ]
- [ **FREQ** : CENTER 64 MHz ]
- [ **AMPT**: Ref Level: -10 dBm ]
- [ **AMPT**: RF ATTEN MANUAL: 10 dB ]
- [ **BW** : Res BW Manual : 10 kHz ]
- [ **SPAN** : 30 kHz ]
- [ **TRACE** : Trace 1 : DETECTOR: RMS ]
- [ **SWEEP** : Time : AUTO ]

Подключить к выходу генератора RF Out измерительный кабель.

К свободному концу измерительного кабеля подключить аттенюатор с номинальным ослаблением 10 дБ. К выходу аттенюатора подключить ваттметр. Установить на ваттметре число

усреднений 16. Перед каждым измерением на ваттметре проводить процедуру автоматической установки нуля.

Установить частоту сигнала на выходе генератора 64 МГц, выходной уровень генератора такой, чтобы мощность, измеряемая ваттметром, была равна минус  $(10 \pm 0,1)$  дБ (1 мВт). Зафиксировать значение уровня мощности, измеренное ваттметром  $L_{PM}$ , дБ (1 мВт).

Подключить выход аттенюатора ко входу анализатора. Зафиксировать результат измерений уровня по показанию маркера анализатора спектра L, дБ (1 мВт).

#### 10.7 Определение неравномерности амплитудно-частотной характеристики

Определение неравномерности амплитудно-частотной характеристики (АЧХ) провести методом непосредственного сличения по схеме соединений СИ, приведенной на рисунке 5.

Выполнить следующие установки на анализаторе:

- [ **PRESET** ]
- [ **FREQ : CENTER 20 Hz** ]
- [ **AMPT: Ref Level: -10 dBm** ]
- [ **AMPT: RF ATTEN MANUAL: 10 dB** ]
- [ **BW : Res BW Manual : 10 kHz** ]
- [ **SPAN : 30 kHz** ]
- [ **TRACE : DETECTOR: RMS** ]
- [ **Sweep time : AUTO** ]

Установить частоту сигнала на выходе генератора 20 Гц (использовать выход источника модулирующих колебаний генератора для получения частоты от 20 Гц до 1 кГц), выходной уровень генератора такой, чтобы мощность, измеряемая ваттметром, была равна минус  $(10 \pm 0,1)$  дБ (1 мВт).

Измерения провести на частотах 20; 100 Гц; 1; 8; 9; 100 кГц; 1; 9; 10; 50; 100 МГц; далее устанавливать частоту с шагом 100 МГц до 1 ГГц; с шагом 0,5 ГГц до 3,6 ГГц; с шагом 1 ГГц от 4 до 30 ГГц.

Для каждой установленной частоты установить маркер анализатора на максимум сигнала:

- [ **MARKER-> : Peak** ]

Фиксировать показания маркера L, дБ (1 мВт), в верхнем правом углу ЖКИ анализатора и показания ваттметра  $L_{PM}$ , дБ (1 мВт).

#### 10.8 Определение абсолютной погрешности измерений уровня мощности входного сигнала из-за переключения ослабления аттенюатора СВЧ

Определение абсолютной погрешности измерений уровня мощности входного сигнала из-за переключения ослабления аттенюатора СВЧ провести методом прямых измерений с помощью генератора и аттенюатора ступенчатого R&S RSC (далее – аттенюатора ступенчатого). Измерения проводят путем сравнения показаний дельта маркера анализатора спектра при установке значений входного аттенюатора в диапазоне от 0 до 70 дБ со значениями разностного ослабления аттенюатора ступенчатого. При этом устанавливается постоянный уровень сигнала на первом смесителе анализатора.

Выполнить соединение СИ в соответствии со схемой, приведенной на рисунке 6.

Выполнить следующие установки на анализаторе:

- [ **PRESET** ]
- [ **FREQ : CENTER 64 MHz** ]
- [ **AMPT: Ref Level: -10 dBm** ]
- [ **AMPT: RF ATTEN MANUAL: 10 dB** ]
- [ **BW : Res BW Manual : 1 kHz** ]
- [ **BW : Video BW Manual : 30 Hz** ]
- [ **SPAN : 500 Hz** ]

- [ TRACE : DETECTOR: RMS ]
- [ SWEEP : SWEEP TIME MANUAL : 100 ms ]



Рисунок 6

Установить на аттенюаторе ступенчатом номинальное значение ослабления 60 дБ.  
 Установить выходной уровень сигнала генератора 0 дБ (1 мВт), частоту выходного сигнала 64 МГц.

Установить маркер анализатора на максимум сигнала:  
 - [ MARKER-> : Peak ]

Установить опорное значение дельта маркера на максимум сигнала:  
 - [ MARKER : Select Marker Function : Reference Fixed ]

Установить на аттенюаторе ступенчатом номинальное значение ослабления в соответствии с таблицей 7.

Установить ослабление аттенюатора СВЧ анализатора в соответствии с таблицей 7:  
 - [ AMPT: RF ATTEN MANUAL: A<sub>FPL</sub> ]

Установить опорный уровень анализатора в соответствии с таблицей 7:  
 - [ AMPT: Ref Level: RL ]

Установить маркер на максимум сигнала:  
 - [ MARKER-> : Peak ]

Считать показание маркера D2(1), дБ, в верхнем правом углу ЖКИ.

Таблица 7

Установки анализатора		Ослабление аттенюатора ступенчатого, дБ	Отсчет маркера D2(1), дБ
Опорный уровень RL, дБ (1 мВт)	Ослабление аттенюатора СВЧ A <sub>Fsv</sub> , дБ		
-50	0	70	
-40	10	60	0
-30	20	50	
-20	30	40	
-10	40	30	
0	50	20	
10	60	10	
20	70	0	

10.9 Определение абсолютной погрешности измерений уровня мощности входного сигнала из-за нелинейности шкалы

Определение абсолютной погрешности измерений уровня мощности входного сигнала

из-за нелинейности шкалы провести методом прямых измерений путем сравнения показаний дельта маркера анализатора спектра со значениями разностного ослабления аттенюатора ступенчатого. Измерения проводят при фиксированных значениях опорного уровня и ослабления аттенюатора СВЧ анализатора для шкалы в диапазоне от 0 до минус 70 дБ относительно опорного уровня.

Выполнить соединение СИ в соответствии со схемой, приведенной на рисунке 6.

Установить выходной уровень сигнала генератора 0 дБ (1 мВт), частоту выходного сигнала 64 МГц.

Выполнить следующие установки на анализаторе:

- [ **PRESET** ]
- [ **FREQ : CENTER 64 MHz** ]
- [ **AMPT: Ref Level: 0 dBm** ]
- [ **AMPT: RF ATTEN MANUAL: 10 dB** ]
- [ **BW : Res BW Manual : 30 Hz** ]
- [ **BW : Video BW Manual : 30 Hz** ]
- [ **SPAN : 500 Hz** ]
- [ **TRACE : Trace 1 : DETECTOR: Average** ]
- [ **SWEEP : SWEEP TIME MANUAL : 200 ms** ]

Установить на аттенюаторе ступенчатом номинальное значение ослабления 0 дБ.

Установить маркер анализатора на максимум сигнала:

- [ **MARKER-> : Peak** ]

Органами управления генератора подстроить уровень сигнала по показаниям маркера анализатора 0 дБ (1 мВт).

Установить опорное значение дельта маркера на максимум сигнала:

- [ **MARKER : Select Marker Function : Reference Fixed** ]

Устанавливать на аттенюаторе ступенчатом номинальное значение ослабления от 0 до 70 дБ с шагом 10 дБ.

Считывать показания маркера D2(1), дБ, в верхнем правом углу ЖКИ анализатора.

10.10 Определение относительного уровня помех, обусловленных интермодуляционными искажениями третьего порядка

Определение относительного уровня помех, обусловленных интермодуляционными искажениями третьего порядка, выраженного в виде точки пересечения третьего порядка (ТОП), провести методом прямых измерений, путем подачи на вход анализатора двух гармонических сигналов уровнем минус 15 дБ (1 мВт) с частотами  $f_1$  и  $f_2$  с генератора сигналов SMA100B и генератора сигналов векторного SMM100A (далее – генераторы 1 и 2) и измерения уровня помех, возникших на частотах  $2f_1-f_2$  и  $2f_2-f_1$ , относительно уровня основных сигналов на частотах  $f_1$  и  $f_2$ .

Выполнить соединение СИ в соответствии со схемой, приведенной на рисунке 7.

Выполнить следующие установки на анализаторе:

- [ **PRESET** ]
- [ **AMPT: Ref Level: -13 dBm** ]
- [ **AMPT: RF ATTEN MANUAL: 0 dB** ]
- [ **FREQ : CENTER  $f_{\text{изм}}$**  ]
- [ **BW : Res BW Manual : 1 kHz** ]
- [ **BW : Video BW Manual : 100 Hz** ]
- [ **SPAN : 4 MHz** ]

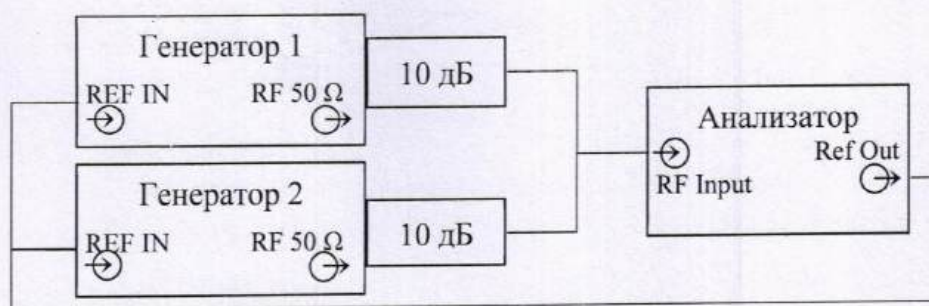


Рисунок 7

Установить выходной уровень сигнала генератора 1 минус 3 дБ (1 мВт), частоту  $f_1 = f_{\text{физм}} - 5$  кГц.

Установить выходной уровень сигнала генератора 2 минус 3 дБ (1 мВт), частоту  $f_2 = f_{\text{физм}} + 5$  кГц.

Включить мощность генератора 1. Органами регулировки генератора 1 установить уровень на входе анализатора минус 15 дБ (1 мВт). Выключить мощность генератора 1, включить мощность генератора 2 и его уровень установить аналогичным образом.

Включить выходную мощность генератора 1.

При помощи соответствующей функции анализатора определить относительный уровень помех, обусловленных интермодуляционными искажениями третьего порядка, выраженный в виде точки пересечения третьего порядка (TOI):

- [ **MEAS** : Third Order Intercept ]

Измерения провести на частотах 11; 500 МГц; 3,99; 7,49; 13; 29,9 ГГц.

#### 10.11 Определение среднего уровня собственных шумов

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

К входу анализатора RF IN подключить нагрузку 50 Ом.

Выполнить следующие установки на анализаторе:

- [ **PRESET** ]
- [ **FREQ** : CENTER 20 Hz ]
- [ **AMPT** : Ref Level: -60 dBm ]
- [ **AMPT** : RF ATTEN MANUAL: 0 dB ]
- [ **BW** : Res BW Manual : 1 Hz ]
- [ **BW** : Video BW Manual : 1 Hz ]
- [ **SPAN** : 0 Hz ]
- [ **TRACE** : Trace 1 : Average ]
- [ **TRACE** : Trace 1 : DETECTOR: Sample ]
- [ **SWEEP** : SWEEP TIME MANUAL : 20 ms ]

Включить режим измерения шума и установить маркер анализатора на максимум шумовой дорожки:

- [ **MKR** : Select Marker Functions: Noise Meas: ON ]

Выполнить измерения на частотах 20, 100 Гц и 1 кГц.

Установить полосу пропускания RBW 1 кГц. Провести измерения на частотах 9, 50, 99, 100, 500, 999 кГц; 1; 99; 499; 999 МГц; далее с шагом 1 ГГц до 29,999 МГц.

Считывать показания спектральной плотности мощности собственных шумов в полосе пропускания 1 Гц в нижнем правом углу ЖКИ анализатора.

В случае наличия собственных дискретных спектральных составляющих анализатора на

указанных частотах, производить отстройку от них.

#### 10.12 Определение уровня остаточных сигналов комбинационных частот

Уровень остаточных сигналов комбинационных частот определяется при отсутствии входного сигнала.

К входу анализатора RF IN подключить нагрузку 50 Ом.

Выполнить следующие установки на анализаторе:

- [ **PRESET** ]
- [ **AMPT: Ref Level: -50 dBm** ]
- [ **AMPT: RF ATTEN MANUAL: 0 dB** ]
- [ **FREQ : START 1 MHz** ]
- [ **FREQ : STOP 7,5 GHz** ]
- [ **BW : Res BW Manual : 200 Hz** ]

- [ **FREQ : START 7,5 GHz** ]
- [ **FREQ : STOP 20 GHz** ]
- [ **BW : Res BW Manual : 1 kHz** ]
- [ **BW : VIDEO BW Manual : 500 Hz** ]

- [ **FREQ : START 20 GHz** ]
- [ **FREQ : STOP 30 GHz** ]
- [ **BW : Res BW Manual : 100 Hz** ]
- [ **BW : VIDEO BW Manual : 50 Hz** ]

Измерить уровни остаточных сигналов комбинационных частот:

- [ **MARKER-> : Peak** ]

#### 10.13 Определение КСВН входа

Определение КСВН входа анализатора проводится методом прямых измерений с помощью анализатора электрических цепей векторного ZVA50.

Подключить срез кабеля к входу анализатора. Установить аттенуатор СВЧ анализатора 10 дБ. Провести измерения КСВН в диапазонах частот, указанных в таблице 1, устанавливая соответствующие диапазоны частот на анализаторе. Зафиксировать результаты измерений.

### 11 Подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям

11.1 Для полученного в пункте 10.1 результата измерений рассчитать относительную погрешность частоты опорного генератора  $\delta_{ог}$  по формуле

$$\delta_{ог} = \frac{f_{ог}}{10} - 1. \quad (1)$$

Результаты поверки по данной операции считать положительными, если значение  $\delta_{ог}$  находится в пределах, указанных в таблице 1.

11.2 Для полученного в пункте 10.2 результата измерений  $F_{изм}$ , Гц, рассчитать абсолютную погрешность измерений частоты в режиме частотомера  $\Delta F_{изм}$ , Гц, по формуле

$$\Delta F_{изм} = F_{изм} - F_{ген}, \quad (2)$$

где  $F_{ген}$  – частота, установленная на генераторе,  $10^9$  Гц.

Результаты поверки по данной операции считать положительными, если значение  $\Delta F_{\text{Физм}}$  находится в пределах  $\pm 100,001$  Гц, рассчитываемых по формуле из таблицы 1.

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

11.4 Результаты поверки по пункту 10.4 считать положительными, если абсолютная погрешность измерений уровня мощности входного сигнала из-за переключения полосы пропускания, определяемая по значениям маркера D2(1), находится в пределах, указанных в таблице 1.

11.5 Результаты поверки по пункту 10.5 считать положительными, если действительные значения уровня подавления каналов приема зеркальных частот и промежуточных частот не превышают указанного в таблице 1 значения.

11.6 Для полученных в пункте 10.6 результатов измерений  $L$ , дБ (1 мВт), рассчитать абсолютную погрешность измерений уровня мощности входного сигнала минус 10 дБ (1 мВт) на частоте 64 МГц  $\Delta_{64\text{МГц}}$ , дБ, по формуле

$$\Delta_{64\text{МГц}} = L - L_{\text{PM}}. \quad (3)$$

Результаты поверки по данной операции считать положительными, если рассчитанное значение  $\Delta_{64\text{МГц}}$  находится в пределах, указанных в таблице 1.

11.7 Для полученных в пункте 10.7 результатов измерений  $L$ , дБ (1 мВт), рассчитать неравномерность АЧХ  $A$ , дБ, по формуле

$$A = L - L_{\text{PM}} - \Delta_{64\text{МГц}}. \quad (4)$$

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

11.8 Для полученных в пункте 10.8 результатов измерений D2(1), дБ, рассчитать абсолютную погрешность измерений уровня мощности входного сигнала из-за переключения ослабления аттенюатора СВЧ  $\Delta_{\text{атт}}$ , дБ, по формуле

$$\Delta_{\text{атт}} = D2(1) + (A_{\text{д}} - A_{\text{д } 60 \text{ дБ}}), \quad (5)$$

где  $A_{\text{д}}$  – действительные значения ослабления аттенюатора ступенчатого на частоте 64 МГц (в соответствии с результатами поверки аттенюатора);

$A_{\text{д } 60 \text{ дБ}}$  – действительное значение ослабления аттенюатора ступенчатого при установке номинального значения 60 дБ на частоте 64 МГц.

Результаты поверки по данной операции считать положительными, если рассчитанные значения  $\Delta_{\text{атт}}$  находятся в пределах, указанных в таблице 1.

11.9 Для полученных в пункте 10.9 результатов измерений D2(1), дБ, рассчитать абсолютную погрешность измерений уровня мощности входного сигнала из-за нелинейности шкалы  $\Delta_{\text{Ш}}$ , дБ, по формуле

$$\Delta_{\text{Ш}} = D2(1) + A_{\text{д}}. \quad (6)$$

Результаты поверки по данной операции считать положительными, если рассчитанные значения  $\Delta_{\text{Ш}}$  находятся в пределах, указанных в таблице 1.

11.10 Результаты поверки по пункту 10.10 считать положительными, если значения TOI не менее указанного в таблице 1 предела.

11.11 Результаты поверки по пункту 10.11 считать положительными, если значения спектральной плотности мощности собственных шумов в полосе пропускания 1 Гц не превышают значений, указанных в таблице 1.

11.12 Результаты поверки по пункту 10.12 считать положительными, если уровни остаточных сигналов комбинационных частот не превышают пределы, указанные в таблице 1.

11.13 Результаты поверки по пункту 10.13 считать положительными, если действительные значения КСВН входа не превышают значений, указанных в таблице 1.

11.14 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 – 11.13 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».

11.15 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 – 11.13, принимается решение о несоответствии средства измерений метрологическим требованиям, установленным при утверждении типа.

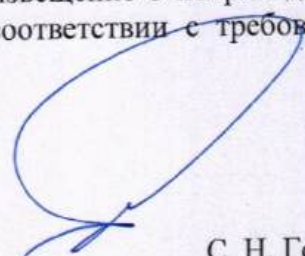
## 12 Оформление результатов поверки

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

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

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

Начальник лаборатории № 441  
ФБУ «НИЦ ПМ – Ростест»



С. Н. Гольшак

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



С. С. Кучеренко