



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

«14» августа 2025 г.

Государственная система обеспечения единства измерений

АНАЛИЗАТОРЫ СПЕКТРА И ФАЗОВОГО ШУМА PSA

Методика поверки

РТ-МП-1173-441-2025

г. Москва  
2025 г.

## 1 Общие положения

Настоящая методика поверки применяется для поверки анализаторов спектра и фазового шума PSA (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, подтверждающей прослеживаемость к государственному первичному эталону ГЭТ 1-2022;

- передача единицы мощности электромагнитных колебаний в волноводных и коаксиальных трактах в диапазоне частот от 100 кГц до 26 ГГц в соответствии с государственной поверочной схемой, утвержденной приказом Росстандарта от 30 декабря 2019 г. № 3461, подтверждающей прослеживаемость к государственному первичному эталону ГЭТ 26-2010.

При определении метрологических характеристик поверяемого средства измерений используются методы прямых измерений по пунктам 10.1 – 10.9, 10.12 и непосредственного сличения по пунктам 10.10 – 10.11.

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 раздела (пункта) методики поверки, в соответствии с которым выполняется операция 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   | Да   | Да                    | 9  |
| Определение метрологических характеристик и подтверждение средства измерений метрологическим требованиям      | Да   | Да                    | 10   |
| Определение абсолютной погрешности измерений частоты  | Да   | Да                    | 10.1   |
| Определение абсолютной погрешности измерений уровня мощности входного сигнала в диапазоне частот              | Да   | Да                    | 10.2   |
| Определение абсолютной погрешности измерений уровня мощности из-за переключения полос пропускания фильтров ПЧ | Да   | Да                    | 10.3   |

Продолжение таблицы 1

| 1  | 2  | 3   | 4     |
|--|----|-----|-------|
| Определение абсолютной погрешности измерений уровня мощности из-за переключения ослабления входного аттенуатора  | Да | Да  | 10.4  |
| Определение среднего уровня собственных шумов  | Да | Да  | 10.5  |
| Определение относительного уровня помех, обусловленных гармоническими искажениями  | Да | Да  | 10.6  |
| Определение относительного уровня помех, обусловленных интермодуляционными искажениями третьего порядка  | Да | Да  | 10.7  |
| Определение абсолютной погрешности установки уровня мощности сигнала следящего генератора в диапазоне частот <sup>1)</sup>   | Да | Да  | 10.8  |
| Определение спектральной плотности собственных фазовых шумов   | Да | Нет | 10.9  |
| Определение абсолютной погрешности измерений уровня фазового шума  | Да | Да  | 10.10 |
| Определение абсолютной погрешности измерений уровня фазового шума в импульсном режиме <sup>2)</sup>  | Да | Да  | 10.11 |
| Определение КСВН радиочастотных разъемов   | Да | Нет | 10.12 |
| <sup>1)</sup> Поверка по данному пункту проводится при наличии в анализаторе возможности измерения АЧХ.<br><sup>2)</sup> Поверка по данному пункту проводится при наличии в анализаторе возможности измерения фазового шума в импульсном режиме. |    |     |       |

2.2 На основании письменного заявления владельца СИ допускается проводить периодическую поверку анализаторов в сокращенном объеме:

- для отдельных измерительных каналов:
  - а) без определения метрологических характеристик на входе 1;
  - б) без определения метрологических характеристик на входе 2;
  - в) без определения метрологических характеристик следящего генератора;
- на меньшем числе поддиапазонов измерений: в ограниченном поддиапазоне частот до верхней граничной частоты любой из модификаций анализатора PSA8 (8 ГГц) или PSA13 (13 ГГц) в части операций по пунктам 10.2 – 10.11;
- для меньшего числа измеряемых величин:
  - а) определение метрологических характеристик только в режиме анализатора спектра по пунктам 10.1 – 10.7;
  - б) определение метрологических характеристик только в режиме измерений фазового шума по пунктам 10.10, 10.11.

### 3 Требования к условиям проведения поверки

3.1 При проведении поверки должны быть соблюдены следующие условия:

- температура окружающего воздуха, °С ..... (20 ± 5);
- относительная влажность, % ..... от 30 до 80;
- атмосферное давление, кПа ..... от 86 до 106.

#### 4 Требование 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                                   | 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 $\pm 0,5$ °С<br>Средство измерений относительной влажности воздуха в диапазоне от 30 % до 80 % с абсолютной погрешностью $\pm 3,0$ %<br>Средство измерений атмосферного давления в диапазоне от 86 до 106 кПа с абсолютной погрешностью $\pm 0,2$ кПа | Термогигрометр UNITESS THB 1, рег. № 70481-18              |
|  | Средства воспроизведения синусоидального сигнала в диапазоне частот от 10 МГц до 26,5 ГГц; с уровнем мощности выходного сигнала 0 дБ (1 мВт) на частотах 10 МГц и 1 ГГц   | Генератор сигналов SMA100B с опцией B131, рег. № 68980-20  |
|  | Эталоны единицы мощности электромагнитных колебаний и средства измерений, соответствующие требованиям к рабочим эталонам не ниже 2 разряда на частоте 1 ГГц и не ниже 3 разряда на частоте 10 МГц в соответствии с ГПС, утвержденной приказом Росстандарта от 30.12.2019 № 3461 для значения мощности 0 дБ (1 мВт)  | Ваттметры поглощаемой мощности СВЧ NRP33T, рег. № 69958-17 |

Продолжение таблицы 2

| 1  | 2   | 3  |
|--|---|--|
| 10.1 Определение абсолютной погрешности измерений частоты  | Эталоны единицы частоты и средства измерений, соответствующие требованиям к рабочим 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. № 70172-18        |
|  | Средство воспроизведения синусоидального сигнала на частоте 1 ГГц; с уровнем мощности выходного сигнала 0 дБ (1 мВт)  | Генератор сигналов SMA100B с опцией B131, рег. № 68980-20    |
| 10.2 Определение абсолютной погрешности измерений уровня мощности входного сигнала в диапазоне частот                | Эталоны единицы мощности электромагнитных колебаний и средства измерений, соответствующие требованиям к рабочим эталонам не ниже 2 разряда в диапазоне частот от 30 МГц до 26 ГГц и не ниже 3 разряда в диапазоне частот от 500 кГц до 30 МГц в соответствии с ГПС, утвержденной приказом Росстандарта от 30.12.2019 № 3461 в диапазоне значений мощности от 0 до 20 дБ (1 мВт) | Ваттметры поглощаемой мощности СВЧ NRP33T, рег. № 69958-17   |
|  | Средства воспроизведения синусоидального сигнала в диапазоне частот от 100 кГц до 26,5 ГГц, уровнем мощности от минус 10 до 10 дБ (1 мВт).  | Генераторы сигналов SMA100B с опцией B131, рег. № 68980-20   |
| 10.3 Определение абсолютной погрешности измерений уровня мощности из-за переключения полос пропускания фильтров ПЧ   | Средства воспроизведения синусоидального сигнала с уровнем мощности минус 10 дБ (1 мВт) на частотах 10 МГц и 1 ГГц.   | Генераторы сигналов SMA100B с опцией B131, рег. № 68980-20   |
| 10.4 Определение абсолютной погрешности измерений уровня мощности из-за переключения ослабления входного аттенюатора | Эталоны единицы ослабления электромагнитных колебаний, соответствующие требованиям к рабочим эталонам 1 разряда в соответствии с ГПС, утвержденной приказом Росстандарта № 3383 от 30.12.2019 для воспроизведения ослабления от 0 до 40 дБ на частотах 10 МГц, 1 и 6 ГГц  | Аттенюатор ступенчатый R&S RSC с модулем 03, рег. № 48368-11 |
|  | Средства воспроизведения синусоидального сигнала с уровнем мощности минус 10 дБ (1 мВт) на частотах 10 МГц, 1 и 6 ГГц.  | Генераторы сигналов SMA100B с опцией B131, рег. № 68980-20   |
| 10.6 Определение относительного уровня помех, обусловленных гармоническими искажениями второго порядка               | Средства воспроизведения синусоидального сигнала в диапазоне частот от 0,01 до 13 ГГц, уровнем мощности 0 дБ (1 мВт), уровнем гармонических составляющих относительно несущей не более минус 55 дБ  | Генераторы сигналов SMA100B с опцией B131, рег. № 68980-20   |

Продолжение таблицы 2

| 1   | 2  | 3  |
|---|--|--|
| 10.7 Определение относительного уровня помех, обусловленных интермодуляционными искажениями третьего порядка      | Средства воспроизведения синусоидального сигнала в диапазоне частот от 0,01 до 26 ГГц, уровнем мощности от минус 30 до 10 дБ (1 мВт).  | Генераторы сигналов SMA100B с опцией B131, рег. № 68980-20;<br>Генераторы сигналов векторные SMM100A с опцией B1044, рег. № 82791-21 |
| 10.8 Определение абсолютной погрешности установки уровня мощности сигнала следящего генератора в диапазоне частот | Эталоны единицы мощности электромагнитных колебаний и средства измерений, соответствующие требованиям к рабочим эталонам не ниже 2 разряда в диапазоне частот от 30 МГц до 26 ГГц и не ниже 3 разряда в диапазоне частот от 100 кГц до 30 МГц в соответствии с ГПС, утвержденной приказом Росстандарта от 30.12.2019 № 3461 в диапазоне значений мощности от минус 20 до минус 10 дБ (1 мВт) | Ваттметры поглощаемой мощности СВЧ NRP33T, рег. № 69958-17   |
| 10.9 Определение спектральной плотности собственных фазовых шумов   | Средство воспроизведения синусоидального сигнала с частотой 1 ГГц; спектральная плотность мощности фазовых шумов при отстройках 1 кГц / 10 кГц / 100 кГц / 1 МГц не более -150 / -151 / -151 / -151 дБ относительно несущей в полосе 1 Гц  | Генератор сигналов SMA100B с опциями B131, B711, рег. № 68980-20   |
| 10.10 Определение абсолютной погрешности измерений уровня фазового шума   | Эталоны единицы девиации частоты и средства измерений, соответствующие требованиям к рабочим эталонам не ниже 1 разряда в соответствии с ГПС, утвержденной приказом Росстандарта от 01.02.2022 № 233, в диапазоне частот от 10 МГц до 26 ГГц.  | Анализатор спектра и сигналов FSW26 с опцией K7, рег. № 78802-20   |
|   | Средства воспроизведения синусоидального сигнала в диапазоне частот от 0,01 до 26 ГГц, значение девиации фазы ( $\Delta\phi$ ) 0,001 рад; период следования импульсов 800 нс; длительность импульсов 400 нс.   | Генераторы сигналов векторные SMM100A с опциями B1044, K720, K22, K23; рег. № 82791-21   |
| 10.11 Определение абсолютной погрешности измерений уровня фазового шума в импульсном режиме                       | Эталоны единицы девиации частоты и средства измерений, соответствующие требованиям к рабочим эталонам не ниже 1 разряда в соответствии с ГПС, утвержденной приказом Росстандарта от 01.02.2022 № 233, в диапазоне частот от 10 МГц до 26 ГГц.  | Анализатор спектра и сигналов FSW26 с опцией K7, рег. № 78802-20   |
|   | Средства воспроизведения синусоидального сигнала в диапазоне частот от 0,01 до 26 ГГц, значение девиации фазы ( $\Delta\phi$ ) 0,001 рад; период следования импульсов 800 нс; длительность импульсов 400 нс.   | Генераторы сигналов векторные SMM100A с опциями B1044, K720, K22, K23; рег. № 82791-21   |

Окончание таблицы 2

| 1   | 2   | 3  |
|---|---|--|
| 10.12 Определение КСВН радиочастотных разъемов  | Средства измерений КСВН в диапазоне от 1 до 5 с абсолютной погрешностью измерения КСВН $\pm 0,05$ в диапазоне частот от 100 кГц до 26 ГГц | Анализатор цепей векторный ZNL3, рег. № 77623-20;<br>Анализатор электрических цепей векторный ZVA50, рег. № 48355-11 |
| Примечание – Допускается применение других средств поверки с метрологическими и техническими характеристиками, обеспечивающими передачу единицы величины поверяемому средству измерений с точностью, удовлетворяющей требованиям государственных поверочных схем. |   |  |

## 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 поверяемого анализатора и средств поверки.

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 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 Средства поверки должны иметь защитное заземление.

## 7 Внешний осмотр средства измерений

7.1 При проведении внешнего осмотра установить соответствие анализаторов следующим требованиям:

- внешний вид анализатора должен соответствовать фотографиям, приведенным в описании типа средства измерений, при этом допускается незначительное изменение дизайна, не влияющее на однозначную идентификацию типа СИ по внешнему виду;

- маркировки, подтверждающей тип, модификацию и серийный номер анализатора;

- наличие пломбы от несанкционированного доступа, установленной в месте, предусмотренном описанием типа анализатора.

- наружная поверхность анализатора не должна иметь следов механических повреждений, которые могут влиять на работу средства измерений и его органов управления;

- разъемы анализатора должны быть чистыми;

- комплектность анализатора должна соответствовать указанной в описании типа.

В случае несоответствия хотя бы одному из вышеуказанных требований, анализатор признается непригодным к применению, поверка не производится до устранения выявленных замечаний.

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 11 данной методики поверки.

## 8 Подготовка к поверке и опробование средства измерений

### 8.1 Контроль условий поверки

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

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

### 8.2 Подготовка к поверке

Порядок установки средства измерений на рабочее место, включения, управления и дополнительная информация приведены в руководстве по эксплуатации: «Анализаторы спектра и фазового шума PSA. Руководство по эксплуатации» ЦТПЕ.411168.001 РЭ.

Убедиться в выполнении условий проведения поверки.

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

Выдержать анализатор во включенном состоянии не менее 30 мин.

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

### 8.3 Опробование

Собрать схему измерений в соответствии с рисунком 1.

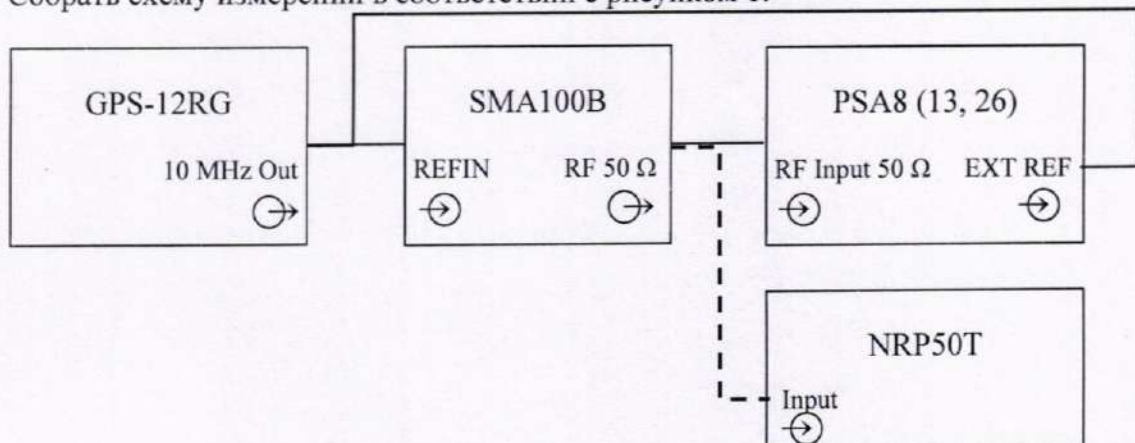


Рисунок 1 – Схема соединений при опробовании, определении погрешности измерений частоты маркером частотомера, а также погрешности измерений уровня мощности входного сигнала

Подготовить анализатор к работе в соответствии с руководством по эксплуатации. Включить анализатор. Проверить отсутствие сообщений о неисправности или ошибках в интерфейсе управляющего программного обеспечения (далее по тексту – ПО) поверяемого анализатора после его включения.

Установить в анализаторе максимальный уровень 10 дБ (1 мВт); шаг вертикальной шкалы 2 дБ; ослабление аттенюатора приемника 30 дБ; тип обработки сигнала «RMS»; отключить предварительный усилитель (LNA). Установить центральную частоту анализатора 10 МГц, полосу анализа 1 МГц; разрешение по частоте 1 кГц.

Используя органы управления генератора установить частоту непрерывного сигнала 10 МГц, выходной уровень 0 дБ (1 мВт). Убедиться, что выход генератора отключен.

Выход генератора соединить с входом ваттметра. Включить выход генератора. По показаниям ваттметра установить выходной уровень генератора равным  $(0,0 \pm 0,3)$  дБ (1 мВт).

Выход генератора соединить с входом 2 анализатора. Установить маркер 1 анализатора в пиковый режим. Убедиться, что в управляющем ПО анализатора отображается спектр сигнала на частоте 10 МГц с уровнем  $(0,0 \pm 2,0)$  дБ (1 мВт)

Повторить проверку по вышеприведенной методике на частоте 1 ГГц для входа 1 анализатора.

Изменяя значение максимального уровня анализатора наблюдать перемещение изображения отклика по вертикали. Наблюдать изменение ширины изображения отклика на экране, вначале изменяя значение полосы анализа анализатора, а затем изменяя значение разрешения по частоте. Установить тип обработки сигнала «Aver. S», включить усреднение по 100 трассам. Отключить выходной сигнал генератора. Наблюдать за постепенным уменьшением изображения отклика.

В случае обнаружения неисправностей при опробовании дальнейшая поверка анализатора не производится.

## 9 Проверка программного обеспечения

Идентификационное наименование и номер версии программного обеспечения анализатора отображаются в окне загрузки программного обеспечения в каждом из режимов работы и должны соответствовать требованиям таблиц 3 – 5.

Таблица 3 – Идентификационные данные внешнего ПО анализаторов в режиме анализатора спектра и измерений фазового шума в непрерывном режиме

| Идентификационные данные                           | Значение               |
|--|------------------------|
| Идентификационное наименование ПО                  | Spectrum Analyzer (SA) |
| Номер версии (идентификационный номер ПО), не ниже | 2.0.1                  |

Таблица 4 – Идентификационные данные внешнего ПО анализаторов в режиме измерений фазового шума в импульсном режиме

| Идентификационные данные                           | Значение                 |
|--|--------------------------|
| Идентификационное наименование ПО                  | Pulse Phase Noise (PPNA) |
| Номер версии (идентификационный номер ПО), не ниже | 2.0.1                    |

Таблица 5 – Идентификационные данные внешнего ПО анализаторов в режиме следящего генератора и измерений амплитудно-частотной характеристики

| Идентификационные данные                           | Значение                          |
|--|-----------------------------------|
| Идентификационное наименование ПО                  | Frequency Response Analyzer (FRA) |
| Номер версии (идентификационный номер ПО), не ниже | 2.0.1                             |

## 10 Определение метрологических характеристик и подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям

### 10.1 Определение абсолютной погрешности измерений частоты

Определение абсолютной погрешности измерений частоты входного сигнала проводят методом сравнения с мерой при помощи генератора сигналов SMA100B, используя в качестве меры стандарт частоты рубидиевый GPS-12RG по схеме рисунка 1.

Установить в анализаторе максимальный уровень 10 дБ (1 мВт); шаг вертикальной шкалы 10 дБ; ослабление аттенюатора приемника 30 дБ; тип обработки сигнала «RMS»; отключить предварительный усилитель и преселектор. Установить центральную частоту анализатора 1 ГГц, полосу анализа 10 кГц; разрешение по частоте 10 Гц, включить измерения частоты.

Установить режим работы генератора с внешним опорным генератором. Используя органы управления генератора установить частоту непрерывного сигнала 1 ГГц, выходной уровень 0 дБ (1 мВт). Убедиться, что выход генератора отключен.

Выход генератора соединить с входом 1 анализатора. Включить выход генератора. Считать измеренное значение частоты входного сигнала  $f_{\text{изм}}$ , Гц.

Определить абсолютную погрешность измерений частоты  $\Delta_f$ , Гц по формуле

$$\Delta_f = f_{\text{изм}} - f_{\text{уст}}, \quad (1)$$

где  $f_{\text{уст}}$  – установленное значение частоты генератора, равное  $10^9$  Гц.

Результат поверки по данному пункту считать положительным, если значения абсолютной погрешности измерений частоты  $\Delta_f$ , Гц, не превышают пределов, рассчитываемых по формуле

$$\pm(f_{\text{изм}} \cdot (10^{-6} + T \cdot 10^{-6}) + 1), \quad (2)$$

где  $T$  – количество лет с даты первичной поверки или последней сервисной подстройки опорного кварцевого генератора.

### 10.2 Определение абсолютной погрешности измерений уровня мощности входного сигнала в диапазоне частот

10.2.1 Определение абсолютной погрешности измерений уровня мощности входного сигнала в диапазоне частот проводят методом прямых измерений с помощью ваттметра поглощаемой мощности NRP50T и генератора сигналов SMA100B.

10.2.2 Измерения проводить на следующих частотах:

- 500 кГц; 1; 10; 20; 29,999 МГц для входа 2;

- 30; 50; 100; 200; 500 МГц; 1 ГГц и далее с шагом 2 ГГц до верхней граничной частоты анализатора, а также на 7,999; 12,999; 25,999 ГГц для входа 1.

10.2.3 Установить в анализаторе максимальный уровень 20 дБ (1 мВт); шаг вертикальной шкалы 10 дБ; ослабление внутреннего аттенюатора 30 дБ; тип обработки сигнала «RMS»; отключить предварительный усилитель. Установить полосу анализа 1 МГц; разрешение по частоте 1 кГц.

10.2.4 Используя органы регулировки выходного уровня генератора установить выходной уровень мощности непрерывного сигнала 0 дБ (1 мВт). Убедиться, что выход генератора отключен.

10.2.5 Подготовить к работе ваттметр NRP50T в соответствии с руководством по эксплуатации.

10.2.6 Установить частоту непрерывного сигнала генератора, а также центральную частоту анализатора равной 500 кГц.

Выход генератора соединить с входом ваттметра. Включить выход генератора. По показаниям ваттметра установить выходной уровень генератора  $L_{\text{уст}}$  равным 0 дБ (1 мВт). Отключить выход генератора.

10.2.7 Выход генератора соединить с входом 2 анализатора. Включить выход генератора. Убедиться, что в управляющем ПО анализатора отображается спектр сигнала. Установить маркер 1 анализатора в пиковый режим. Измерить уровень мощности  $L_{изм}$  по показаниям маркера.

10.2.8 Определить погрешность измерений уровня мощности  $\Delta L$ , дБ, по формуле

$$\Delta L = L_{изм} - L_{уст}. \quad (3)$$

10.2.9 Повторить операции по пунктам 10.2.6 – 10.2.8 для остальных частот, перечисленных в пункте 10.2.2.

10.2.10 Результаты проверки считать положительными, если вычисленные по формуле (3) значения абсолютной погрешности измерений уровня мощности не превышают:

- $\pm 2,0$  дБ в диапазоне частот от  $1 \cdot 10^5$  до  $8 \cdot 10^9$  Гц;
- $\pm 3,0$  дБ в диапазоне частот свыше  $8 \cdot 10^9$  до  $2,2 \cdot 10^{10}$  Гц;
- $\pm 4,0$  дБ в диапазоне частот свыше  $2,2 \cdot 10^{10}$  до  $2,6 \cdot 10^{10}$  Гц.

10.3 Определение абсолютной погрешности измерений уровня мощности из-за переключения полос пропускания фильтров ПЧ

Проверку проводят методом «постоянного входа» при помощи генератора сигналов SMA100B в режиме работы с внешним опорным генератором.

Установить центральную частоту анализатора 10 МГц, полосу обзора (Span) 1 МГц; разрешение по частоте (RBW) 1 кГц. Установить в анализаторе максимальный уровень 0 дБ (1 мВт); шаг вертикальной шкалы 2 дБ; тип обработки сигнала «Sample»; отключить предварительный усилитель.

Используя органы управления генератора установить частоту непрерывного сигнала 10 МГц, выходной уровень минус 10 дБ (1 мВт). Убедиться, что выход генератора отключен.

Выход генератора соединить с входом 2 анализатора. Включить выход генератора. Убедиться, что в управляющем ПО анализатора отображается спектр сигнала. Установить маркер 1 анализатора в пиковый режим. Убедиться, что значение измеренной маркером частоты соответствует 10 МГц. Измерить уровень мощности  $L_{10}$ , дБ (1 мВт).

Последовательно устанавливая значения разрешения по частоте, полосы анализа и количества усреднений в соответствии с таблицей 6, произвести измерения значений уровня мощности входного сигнала при помощи маркера  $L_{пп}$ , дБ (1 мВт).

Таблица 6 – Настройки анализатора при определении абсолютной погрешности измерений уровня мощности входного сигнала из-за переключения полос пропускания

| Разрешение по частоте, Гц | Полоса обзора, кГц | Количество усреднений | Разрешение по частоте, кГц | Полоса обзора, МГц | Количество усреднений |
|---------------------------|--------------------|-----------------------|----------------------------|--------------------|-----------------------|
| 1,0                       | 1                  | 10                    | 5                          | 5                  | 2                     |
| 2,5                       | 3                  | 10                    | 10                         | 10                 |                       |
| 5,0                       | 5                  | 5                     | 25                         | 20                 |                       |
| 10                        | 10                 |                       | 50                         |                    |                       |
| 25                        | 25                 |                       | 100                        |                    |                       |
| 50                        | 50                 |                       | 250                        |                    |                       |
| 100                       | 100                |                       | 500                        |                    |                       |
| 250                       | 250                | 2                     | 1000                       |                    |                       |
| 500                       | 500                |                       | 2500                       |                    |                       |
| 1000                      | 1000               |                       | 5000                       |                    |                       |
| 2500                      | 2500               |                       | 10000                      |                    |                       |

Определить погрешность измерений уровня, возникающую при переключении полос пропускания,  $\Delta_{ПП}$ , дБ, по формуле

$$\Delta_{ПП} = L_{ППi} - L_{10}. \quad (4)$$

Повторить измерения для входа 1, установив частоту генератора, а также центральную частоту анализатора равными 1 ГГц.

Результаты проверки считать положительными, если значения абсолютной погрешности измерений уровня, возникающей при переключении полос пропускания, не превышают  $\pm 1$  дБ.

10.4 Определение абсолютной погрешности измерений уровня мощности из-за переключения ослабления входного аттенюатора

Определение абсолютной погрешности измерений уровня мощности входного сигнала из-за переключения входного аттенюатора проводят методом замещения при помощи аттенюатора ступенчатого RSC, используя в качестве источника сигнала генератор SMA100B по схеме рисунка 2.

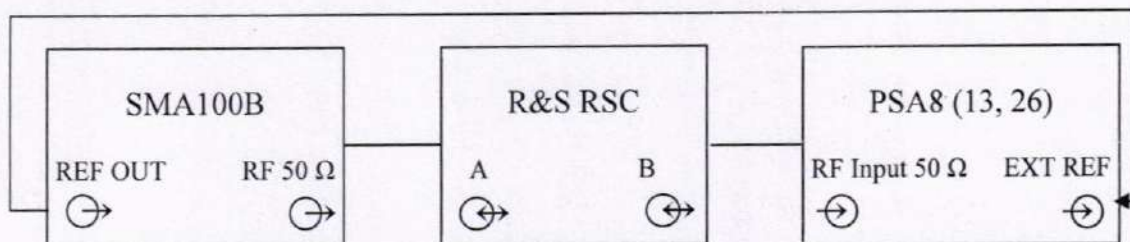


Рисунок 2 – Схема соединений при определении погрешности измерений уровня мощности входного сигнала из-за переключения ослабления входного аттенюатора

Установить центральную частоту анализатора 10 МГц, полосу анализа 1 МГц; разрешение по частоте 1 кГц. Установить в анализаторе ослабление аттенюатора приемника  $A_{PSA}$  0 дБ; максимальный опорный уровень; шаг вертикальной шкалы 5 дБ; тип обработки сигнала «Sample»; отключить предварительный усилитель.

Используя органы управления генератора установить частоту непрерывного сигнала 10 МГц, выходной уровень минус 10 дБ (1 мВт). Убедиться, что выход генератора отключен.

Используя органы управления аттенюатора установить значение ослабления  $A_{RSC}$  40 дБ на частоте 10 МГц. Выход аттенюатора подключить ко входу 2 анализатора.

Включить выход генератора. Убедиться, что в управляющем ПО анализатора отображается спектр сигнала. Установить маркер 1 анализатора в пиковый режим. Убедиться, что значение измеренной маркером частоты соответствует 10 МГц. Измерить уровень мощности  $L$ , дБ (1 мВт), по показаниям маркера.

Последовательно устанавливая значения ослабления аттенюатора RSC, а также аттенюатора анализатора в соответствии с таблицей 7, производить при помощи маркера измерения уровня мощности  $L_{ATTi}$ , дБ (1 мВт).

Рассчитать разность уровней сигнала при переключении аттенюаторов  $\Delta_M$ , дБ, по формуле

$$\Delta_M = L - L_{ATTi}. \quad (5)$$

Определить погрешность из-за переключения ослабления входного аттенюатора  $\Delta_{ATT}$ , дБ, по формуле

$$\Delta_{ATT} = \Delta_M - (A_{RSC} - 40). \quad (6)$$

Повторить измерения по вышеуказанной методике для входа 1 анализатора, отключив преселектор. Измерения по входу 1 произвести дважды, установив частоту генератора и центральную частоту анализатора равной вначале 1 ГГц, а затем 6 ГГц.

Таблица 7 – Значения ослаблений аттенюаторов при определении погрешности измерений уровня мощности из-за переключения ослабления входного аттенюатора

| Для входа 2    |                | Для входа 1    |                |                |                |
|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| $A_{PSA}$ , дБ | $A_{RSC}$ , дБ | $A_{PSA}$ , дБ | $A_{RSC}$ , дБ | $A_{PSA}$ , дБ | $A_{RSC}$ , дБ |
| 0              | 40             | 0              | 40             | 16             | 24             |
| 5              | 35             | 2              | 38             | 18             | 22             |
| 10             | 30             | 4              | 36             | 20             | 20             |
| 15             | 25             | 6              | 34             | 22             | 18             |
| 20             | 20             | 8              | 32             | 24             | 16             |
| 25             | 15             | 10             | 30             | 26             | 14             |
| 30             | 10             | 12             | 28             | 28             | 12             |
| 35             | 5              | 14             | 26             | 30             | 10             |

Результаты проверки считать положительными, если значения абсолютной погрешности измерений уровня, возникающей из-за переключения ослабления входного аттенюатора, не превышают пределов  $\Delta_{ATT_{доп}}$ , дБ, приведенных в таблице 8.

Таблица 8 – Пределы допускаемых значений погрешности измерений уровня мощности из-за переключения ослабления входного аттенюатора

| $A_{PSA}$ , дБ | $\Delta_{ATT_{доп}}$ , дБ  |                  | $A_{PSA}$ , дБ | $\Delta_{ATT_{доп}}$ , дБ  |                  |
|----------------|----------------------------|------------------|----------------|----------------------------|------------------|
|                | на частотах 10 МГц и 1 ГГц | на частоте 6 ГГц |                | на частотах 10 МГц и 1 ГГц | на частоте 6 ГГц |
| 2              | $\pm 0,12$                 | $\pm 0,15$       | 18             | $\pm 0,28$                 | $\pm 0,55$       |
| 4              | $\pm 0,14$                 | $\pm 0,20$       | 20             | $\pm 0,30$                 | $\pm 0,60$       |
| 5              | $\pm 0,15$                 | –                | 22             | $\pm 0,32$                 | $\pm 0,65$       |
| 6              | $\pm 0,16$                 | $\pm 0,25$       | 24             | $\pm 0,34$                 | $\pm 0,70$       |
| 8              | $\pm 0,18$                 | $\pm 0,30$       | 25             | $\pm 0,35$                 | –                |
| 10             | $\pm 0,20$                 | $\pm 0,35$       | 26             | $\pm 0,36$                 | $\pm 0,75$       |
| 12             | $\pm 0,22$                 | $\pm 0,40$       | 28             | $\pm 0,38$                 | $\pm 0,80$       |
| 14             | $\pm 0,24$                 | $\pm 0,45$       | 30             | $\pm 0,40$                 | $\pm 0,85$       |
| 15             | $\pm 0,25$                 | –                | 35             | $\pm 0,45$                 | –                |
| 16             | $\pm 0,26$                 | $\pm 0,50$       |                |                            |                  |

## 10.5 Определение среднего уровня собственных шумов

10.5.1 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, которую последовательно подключают ко входам анализатора, а затем производят расчет значения спектральной плотности собственных шумов в полосе пропускания 1 Гц.

10.5.2 Измерения проводить на следующих частотах:

- 500 кГц; 1; 2; 5; 10; 15; 20; 25; 29,5 МГц для входа 2;

- 30,5; 49; 99; 199; 499; 799; 999 МГц и далее с шагом 1 ГГц до конца диапазона частот анализатора, а также на 3,01; 5,79; 5,81; 12,01; 18,01; 22,01 ГГц для входа 1.

10.5.3 Установить в анализаторе максимальный уровень минус 60 дБ (1 мВт); шаг вертикальной шкалы 10 дБ; ослабление аттенюатора 0 дБ; тип обработки сигнала «Aver. S»; количество усреднений 50. Установить центральную частоту анализатора 500 кГц, полосу анализа 100 кГц; разрешение по частоте 100 Гц; качество фильтра 1.

10.5.4 Подключить согласованную нагрузку ко входу 2 анализатора. Дождаться окончания процесса усреднения изображения сигнала. Включить маркер 1 анализатора в виде горизонтальной линии («Line»). Совместить маркер с наблюдаемым уровнем собственных шумов. Зафиксировать значение уровня шумов, соответствующее положению маркера,  $N_1$  кГц,

дБ (1 мВт).

10.5.5 Определить значение спектральной плотности собственных шумов в полосе пропускания 1 Гц  $S_{ш}$ , дБ (мВт/Гц), по формуле

$$S_{ш} = N_{1 \text{ кГц}} - 10 \cdot \lg \frac{RBW}{1 \text{ Гц}}, \quad (7)$$

где RBW – значение установленной полосы пропускания (разрешения) фильтра ПЧ, Гц.

10.5.6 Повторить измерения по пунктам 10.5.4, 10.5.5 методики для остальных частот, перечисленных в пункте 10.5.2.

10.5.7 Повторить измерения по пунктам 10.5.4 – 10.5.6 методики для входа 1 анализатора при выключенных предусилителе и преселекторе.

10.5.8 Повторить измерения по пункту 10.5.7 методики, включив предусилитель.

10.5.9 Повторить измерения по пункту 10.5.7 методики, включив предусилитель и преселектор.

10.5.10 Повторить измерения по пункту 10.5.7 методики, выключив предусилитель и включив преселектор.

10.5.11 Результаты проверки считать положительными, если значения спектральной плотности собственных шумов в полосе пропускания 1 Гц не превышают минус 155 дБ (мВт/Гц) в диапазоне частот от 100 кГц до 30 МГц; а также значений, приведенных в таблице 9 в диапазоне частот от 30 МГц до 26 ГГц.

Таблица 9 – Допускаемые значения спектральной плотности собственных шумов

| Поддиапазон частот, ГГц | Спектральная плотность собственных шумов при состоянии предусилителя и преселектора, дБ (мВт/Гц), не более |   |                                      |   |
|-------------------------|--|---|--------------------------------------|---|
|                         | Предусилитель и преселектор выключены  | Предусилитель включен, преселектор выключен | Предусилитель и преселектор включены | Предусилитель выключен, преселектор включен |
| от 0,03 до 3,0 включ.   | -138   | -151  | -146                                 | -135  |
| св. 3,0 до 5,8 включ.   | -135   | -148  | -143                                 | -130  |
| св. 5,8 до 12,0 включ.  | -134   | -144  | -143                                 | -133  |
| св. 12 до 18 включ.     | -128   | -140  | -139                                 | -128  |
| св. 18 до 22 включ.     | -127   | -138  | -138                                 | -126  |
| св. 22 до 26            | -118   | -132  | -131                                 | -117  |

10.6 Определение относительного уровня помех, обусловленных гармоническими искажениями второго порядка

10.6.1 Измерения относительного уровня помех, обусловленных гармоническими искажениями второго порядка, проводить на следующих частотах:

- 10,5 МГц для входа 2;

- 79; 745; 1830; 2660; 4525; 9500 МГц для входа 1, в зависимости от модификации анализатора.

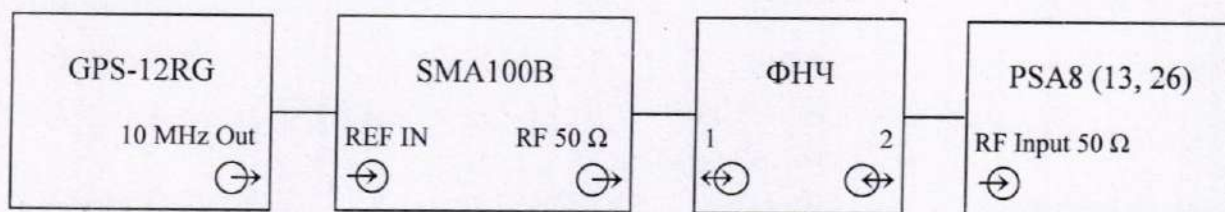


Рисунок 3 – Схема измерений при определении относительного уровня помех, обусловленных гармоническими искажениями

10.6.2 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 3. Частоты среза  $f_{CP}$  используемых ФНЧ должны удовлетворять соотношению

$$1,1 \cdot f_c < f_{CP} < 1,9 \cdot f_c, \quad (8)$$

где  $f_c$  – значение частоты сигнала в соответствии с пунктом 10.6.1.

10.6.3 Определение частоты среза используемых ФНЧ произвести при помощи анализатора цепей векторного в соответствии с руководством по эксплуатации последнего.

10.6.4 Установить в анализаторе максимальный уровень 0 дБ (1 мВт); шаг вертикальной шкалы 10 дБ; ослабление аттенюатора анализатора 30 дБ; тип обработки сигнала «RMS». Установить полосу анализа 100 кГц; разрешение по частоте 100 Гц.

10.6.5 Установить центральную частоту анализатора равной  $f_c$ .

Установить режим работы генератора с внешним опорным генератором. Используя органы управления генератора установить частоту непрерывного сигнала  $f_c$ , выходной уровень 0 дБ (1 мВт). Убедиться, что выход генератора отключен.

10.6.6 Выход генератора соединить с входом 2 анализатора. Включить выход генератора. Убедиться, что в управляющем ПО анализатора отображается спектр сигнала. Установить маркер 1 анализатора в пиковый режим. Убедиться, что значение измеренной маркером частоты соответствует  $f_c$ . Измерить уровень мощности входного сигнала  $L_c$ , дБ (1 мВт), по показаниям маркера.

10.6.7 Установить центральную частоту анализатора равной  $2 \cdot f_c$ .

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

10.6.8 Определить относительный уровень помех, обусловленных гармоническими искажениями,  $D_{гaрм}$ , дБ, по формуле

$$D_{гaрм} = L_c - L_g. \quad (9)$$

10.6.9 Повторить измерения по пунктам 10.6.5 – 10.6.8 для остальных частот, перечисленных в пункте 10.6.1.

10.6.10 Повторить измерения по пунктам 10.6.5 – 10.6.9 для входа 1 анализатора при полосе анализа 1 МГц при выключенных предусилителе и преселекторе.

10.6.11 Повторить измерения по пункту 10.6.10, включив предусилитель.

10.6.12 Повторить измерения по пункту 10.6.10, включив предусилитель и преселектор.

10.6.13 Повторить измерения по пункту 10.6.10, выключив предусилитель и включив преселектор (установить ослабление аттенюатора анализатора 10 дБ).

10.6.14 Результаты проверки считать положительными, если значения относительного уровня помех, обусловленных гармоническими искажениями, не менее 50 дБ<sub>о</sub> при измерениях по входу 1; а также значений, приведенных в таблице 10 при измерениях по входу 2.

Таблица 10 – Допускаемые значения относительного уровня помех, обусловленных гармоническими искажениями второго порядка

| Поддиапазон частот, МГц | Относительный уровень помех, обусловленных гармоническими искажениями второго порядка при состоянии предусилителя и преселектора, дБ, не менее |   |                                      |   |
|-------------------------|--|---|--------------------------------------|---|
|                         | Предусилитель и преселектор выключены  | Предусилитель включен, преселектор выключен | Предусилитель и преселектор включены | Предусилитель выключен, преселектор включен |
| от 60 до 100 включ.     | 45   | 30  | 80                                   | 75  |
| св. 100 до 1390 включ.  | 51   | 30  | 83                                   | 79  |
| св. 1390 до 2270 включ. | 45   | 30  | 83                                   | 89  |
| св. 2270 до 3050 включ. | 40   | 22  | 84                                   | 95  |
| св. 3050 до 6000 включ. | 31   | 13  | 99                                   | 100   |
| св. 6000 до 13000       | 31   | 11  | 88                                   | 90  |

10.7 Определение относительного уровня помех, обусловленных интермодуляционными искажениями третьего порядка

10.7.1 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 2 МГц при помощи генераторов сигналов SMA100B и SMM100A по схеме, приведенной на рисунке 4.

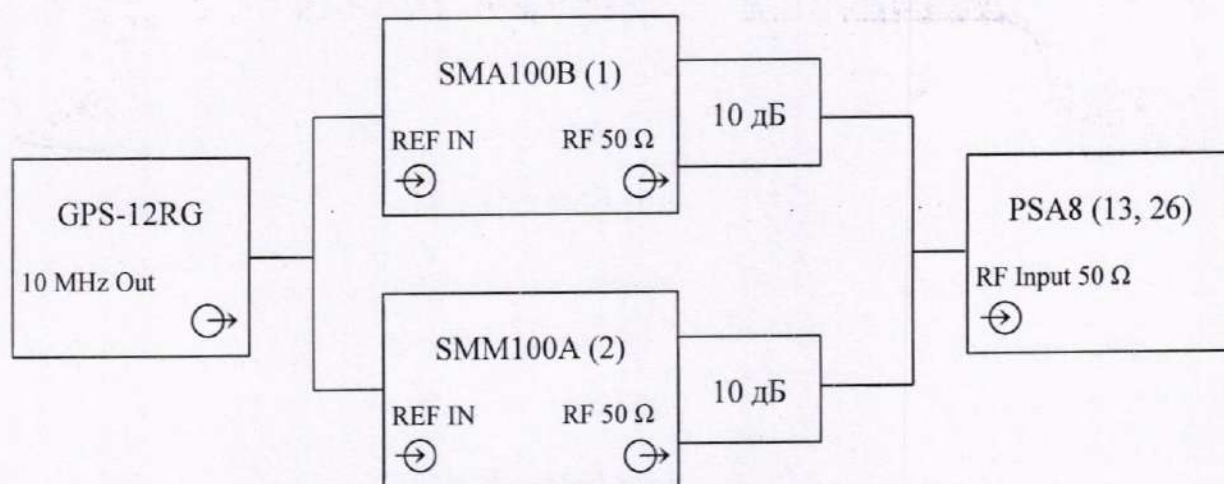


Рисунок 4 – Схема измерений при определении относительного уровня помех, обусловленных интермодуляционными искажениями третьего порядка

10.7.2 Измерения уровня помех проводить на следующих центральных частотах  $f_c$ :

- 10,5 МГц для входа 2;
- 37; 48,5; 61,5; 85; 126,5; 196,5; 313; 498; 755; 1145; 1830; 3020; 4975; 7895; 12525; 16720; 22000 МГц для входа 1, в зависимости от модификации анализатора.

10.7.3 Установить в анализаторе максимальный уровень 0 дБ (1 мВт); шаг вертикальной шкалы 10 дБ; ослабление аттенуатора приемника 0 дБ; тип обработки сигнала «RMS»; выключить предварительный усилитель. Установить полосу анализа 5 МГц; разрешение по частоте 10 кГц.

10.7.4 Установить центральную частоту анализатора равной  $f_c$ .

Установить режим работы генераторов с внешним опорным генератором. Используя органы управления генераторов, установить на одном из них частоту непрерывного сигнала ( $f_c - 1$  МГц), на втором – частоту ( $f_c + 1$  МГц). Выходной уровень генераторов установить по встроенным индикаторам равным минус 7 дБ (1 мВт). В настройках генераторов отключить

систему автоматической регулировки уровня («ALC»). Убедиться, что выходы генераторов отключены.

10.7.5 Выходы генераторов соединить посредством тройника с входом 2 анализатора. Включить выход генератора 1. Убедиться, что в управляющем ПО анализатора отображается спектр сигнала. Установить маркер 1 анализатора в пиковый режим. Установить уровень выходного сигнала генератора  $L_{ВХ}$  минус  $(20 \pm 1)$  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.

10.7.6 При помощи маркера анализатора измерить уровень помех на частотах  $(f_{Ц} + 3 \text{ МГц})$  и  $(f_{Ц} - 3 \text{ МГц})$ . Определить максимальное из измеренных значений  $L_{Пmax}$ , дБ (1 мВт).

Рассчитать относительный уровень помех, обусловленных интермодуляционными искажениями третьего порядка,  $D_{П}$ , дБ, по формуле

$$D_{П} = L_{ВХ} - L_{Пmax}. \quad (10)$$

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

$$TOI = (2 \cdot L_{ВХ} + D_{П})/2. \quad (11)$$

10.7.7 Повторить измерения по методике пунктов 10.7.4 – 10.7.6 для остальных частот, перечисленных в пункте 10.7.2.

10.7.8 Повторить измерения по методике пунктов 10.7.4 – 10.7.7 для входа 1 анализатора при выключенном предусилителе и включенном преселекторе.

10.7.9 Далее проводить измерения с уровнем сигнала на входе анализатора минус 30 дБ (1 мВт).

10.7.10 Повторить измерения по методике пункта 10.7.8, включив предусилитель и преселектор.

10.7.11 Повторить измерения по методике пункта 10.7.8, выключив предусилитель и включив преселектор.

10.7.12 Результаты проверки считать положительными, если значения интермодуляционных искажений третьего порядка, выраженных как точка пересечения, не менее 20 дБ (1 мВт) в диапазоне частот от 100 кГц до 30 МГц; а также значений, приведенных в таблице 11 в диапазоне частот от 30 МГц до 26 ГГц.

Таблица 11 – Допускаемые значения уровня интермодуляционных искажений третьего порядка

| Поддиапазон частот, МГц | Уровень интермодуляционных искажений при состоянии предусилителя и преселектора, дБ (1 мВт), не менее |   |                                      |   |
|-------------------------|---|---|--------------------------------------|---|
|                         | Предусилитель и преселектор выключены   | Предусилитель включен, преселектор выключен | Предусилитель и преселектор включены | Предусилитель выключен, преселектор включен |
| от 30 до 100 включ.     | 19  | 3   | 9                                    | 19  |
| св. 100 до 26000        | 22  | 8   | 11                                   | 22  |

10.8 Определение абсолютной погрешности установки уровня мощности сигнала следящего генератора в диапазоне частот

Определение абсолютной погрешности установки уровня мощности сигнала следящего генератора проводят методом прямых измерений при помощи ваттметра поглощаемой мощности NRP50T с использованием ПО анализатора для работы в режиме следящего генератора и

измерений амплитудно-частотной характеристики.

- Измерения проводить на следующих частотах и уровнях мощности сигнала:
- 100; 290 кГц; 24; 25; 26 ГГц с уровнем  $L_{CF}$  минус 20 дБ (1 мВт);
- 300 кГц; 1; 100 МГц; 1; 5; 5,79; 5,81; 8; 10; 13; 15; 17; 18; 20; 22; 23; 23,9 ГГц с уровнем

$L_{CF}$  минус 10 дБ (1 мВт).

Убедиться, что выход генератора отключен.

Подготовить к работе ваттметр NRP50T в соответствии с руководством по эксплуатации.

Установить частоту сигнала следящего генератора равной 100 кГц.

Выход генератора соединить с входом ваттметра. Включить выход генератора. По показаниям ваттметра измерить выходной уровень генератора  $L_{NRP}$ , дБ (1 мВт).

Рассчитать действительные значения погрешности установки максимального уровня мощности сигнала следящего генератора  $\Delta_{CF}$ , дБ, по формуле

$$\Delta_{CF} = L_{CF} - L_{NRP}. \quad (12)$$

Повторить измерения для всех перечисленных частот.

Результаты проверки считать положительными, если значения абсолютной погрешности установки уровня мощности следящего генератора не превышают:

- $\pm 1,5$  дБ в диапазоне частот от  $1 \cdot 10^5$  до  $5,8 \cdot 10^9$  Гц включ.;
- $\pm 2,5$  дБ в диапазоне частот св.  $5,8 \cdot 10^9$  до  $1,8 \cdot 10^{10}$  Гц включ.;
- $\pm 3,5$  дБ в диапазоне частот св.  $1,8 \cdot 10^{10}$  до  $2,4 \cdot 10^{10}$  Гц не включ.;
- $\pm 4,0$  дБ в диапазоне частот от  $2,4 \cdot 10^{10}$  до  $2,6 \cdot 10^{10}$  Гц.

#### 10.9 Определение спектральной плотности собственных фазовых шумов

Проверку проводят методом прямых измерений спектральной плотности собственных фазовых шумов, относительно несущей выходного сигнала генератора SMA100B по показаниям анализатора PSA.

Установить в анализаторе PSA в режиме анализатора спектра центральную частоту  $F_0$  в соответствии с таблицей 12, полосу анализа 20 МГц, разрешение по частоте 1 кГц; максимальный измеряемый уровень 20 дБ (1 мВт); шаг вертикальной шкалы 20 дБ; ослабление аттенюатора приемника 30 дБ; тип обработки сигнала «RMS»; отключить предварительный усилитель и преселектор.

Выход генератора соединить с входом 2 анализатора. Установить частоту генератора в соответствии с таблицей 12 с уровнем 10 дБ (1 мВт). Включить выход генератора.

Выбрать режим измерений уровня фазового шума анализатора в диапазоне отстройки от несущей от 10 Гц до 10 МГц с количеством кросс-корреляций 100. Исключить амплитудную составляющую шумов из результата измерений («Del.AM»). Отключить подавление дискретных составляющих («LowSpur»). Дождаться окончания процесса измерений.

Измерить на графике результатов измерений значения спектральной плотности собственных фазовых шумов относительно несущей в дБ<sub>0</sub>/Гц (dBc/Hz), при отстройках от несущей частоты 10; 100 Гц; 1; 10; 100 кГц; 1; 10 МГц.

Результаты проверки считать положительными, если значения спектральной плотности собственных фазовых шумов относительно несущей не превышают значений, приведенных в таблице 12.

Таблица 12 – Допускаемые значения спектральной плотности собственных фазовых шумов относительно несущей в полосе пропускания 1 Гц при количестве кросс-корреляций 100

| F <sub>0</sub> , МГц | Спектральная плотность собственных фазовых шумов относительно несущей при отстройке ΔF, дБ/Гц, не более |        |       |        |         |       |        |
|----------------------|---|--------|-------|--------|---------|-------|--------|
|                      | 10 Гц   | 100 Гц | 1 кГц | 10 кГц | 100 кГц | 1 МГц | 10 МГц |
| 1                    | 2   |        |       |        |         |       |        |
| 10                   | -94   | -132   | -151  | -160   | -160    | -160  | -      |
| 100                  | -80   | -119   | -140  | -147   | -148    | -149  | -146   |
| 1000                 | -58   | -107   | -126  | -134   | -138    | -147  | -153   |
| 3000                 | -48   | -98    | -119  | -125   | -129    | -140  | -150   |
| 9000                 | -35   | -87    | -105  | -119   | -118    | -131  | -148   |
| 18000                | -26   | -82    | -97   | -112   | -113    | -125  | -142   |
| 25990                | -23   | -81    | -98   | -108   | -111    | -117  | -128   |

### 10.10 Определение абсолютной погрешности измерений уровня фазового шума

10.10.1 Определение абсолютной погрешности измерений уровня фазового шума входного сигнала для дискретных составляющих проводят методом прямых измерений при помощи анализатора спектра и сигналов FSW26 с опцией K7 и генератора сигналов векторного SMM100A, по схеме, приведенной на рисунке 5.

10.10.2 Измерения проводить на следующих частотах:

- 10 МГц для входа 2;
- 100 МГц; 1; 7; 12; 25,99 ГГц для входа 1.

10.10.3 Используя органы управления генератора сигналов SMM100A установить частоту несущей выходного сигнала 10 МГц, уровень выходного сигнала 0 дБ (1 мВт), фазовую модуляцию с девиацией фазы 0,001 рад и частотой модулирующих колебаний 1 кГц. Убедиться, что выход генератора отключен.

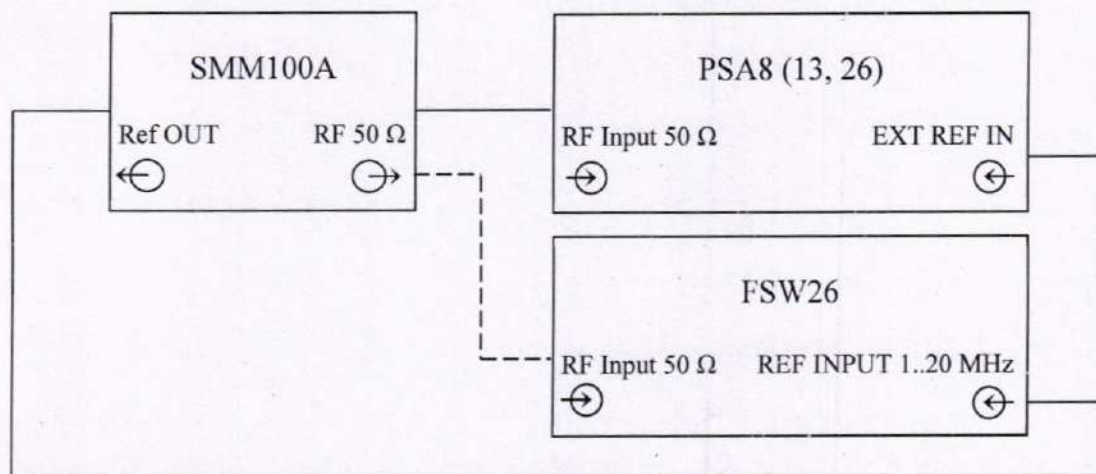


Рисунок 5 – Схема измерений при определении абсолютной погрешности измерений уровня фазового шума

Выход генератора соединить с входом анализатора спектра и сигналов. Включить выход генератора. Измерить установленное значение девиации фазы при помощи анализатора спектра и сигналов в режиме фазовой демодуляции. При необходимости произвести в генераторе подстройку значения девиации фазы для достижения требуемого значения (0,001 рад) по показаниям анализатора спектра и сигналов.

10.10.4 Установить в анализаторе PSA в режиме анализатора спектра центральную частоту 10 МГц, полосу анализа 1 МГц, разрешение по частоте 1 кГц; максимальный измеряемый уровень 0 дБ (1 мВт); шаг вертикальной шкалы 20 дБ; ослабление аттенюатора приемника 10 дБ; тип обработки сигнала «RMS»; отключить предварительный усилитель и

преселектор. Выход генератора соединить с входом 2 анализатора.

10.10.5 Выбрать режим измерений уровня фазового шума анализатора в диапазоне отстроек от несущей от 10 Гц до 10 МГц с количеством кросс-корреляций 1. Исключить амплитудную составляющую шумов из результата измерений («Del.AM»). Отключить подавление дискретных составляющих («LowSpur»), в настройках отображения кривых включить четвертую кривую (Spurs).

Измерить значение уровня мощности фазового шума  $L_{ФШ}$  при отстройке 1 кГц по показаниям соответствующего пика кривой в появившейся таблице в децибелах относительно уровня мощности сигнала несущей частоты, дБс (dBc).

Вычислить абсолютную погрешность измерений уровня мощности фазового шума  $\Delta_{ФШ}$ , дБ, по формуле

$$\Delta_{ФШ} = L_{ФШ} + 66. \quad (13)$$

10.10.6 Повторить измерения по пункту 10.10.5, установив частоту модулирующего сигнала генератора равной 10 кГц и 1 МГц и используя соответствующие маркеры.

10.10.7 Повторить измерения уровня фазового шума для дискретных составляющих на остальных частотах, перечисленных в пункте 10.10.2, используя для измерения фазового шума вход 2 анализатора на частотах отстройки 10 и 100 кГц, а также 1 МГц. С целью проведения измерений установить соответствующие частоты фазовой модуляции и перечисленные частоты маркеров.

10.10.8 Результаты поверки считать положительными, если значения абсолютной погрешности измерений фазового шума, вычисленные по формуле (13) не превышают:

- $\pm 3$  дБ в диапазоне отстроек от несущей от 10 до  $1 \cdot 10^3$  Гц;
- $\pm 2$  дБ в диапазоне отстроек от несущей свыше  $1 \cdot 10^3$  до  $1 \cdot 10^7$  Гц.

10.11 Определение абсолютной погрешности измерений уровня фазового шума в импульсном режиме

Определение абсолютной погрешности измерений уровня фазового шума в импульсном режиме проводят методом прямых измерений по схеме, приведенной на рисунке 5 с использованием ПО для измерений фазового шума в импульсном режиме.

Используя органы управления генератора сигналов SMM100A установить частоту несущей выходного сигнала 1 ГГц, уровень выходного сигнала 0 дБ (1 мВт), фазовую модуляцию с девиацией фазы 0,001 рад и частотой модулирующих колебаний 1 кГц. Убедиться, что выход генератора отключен.

Выход генератора соединить с входом анализатора спектра и сигналов. Включить выход генератора. Измерить установленное значение девиации фазы при помощи анализатора спектра и сигналов в режиме фазовой демодуляции. При необходимости произвести в генераторе подстройку значения девиации фазы для достижения требуемого значения (0,001 рад) по показаниям анализатора спектра и сигналов.

Установить в анализаторе PSA режим анализатора спектра. Установить центральную частоту 1 ГГц, полосу анализа 1 МГц, разрешение по частоте 1 кГц; максимальный измеряемый уровень 0 дБ (1 мВт); шаг вертикальной шкалы 20 дБ; ослабление аттенюатора приемника 10 дБ; тип обработки сигнала «RMS»; отключить предварительный усилитель и преселектор. Выход генератора соединить с входом 1 анализатора.

К выходному сигналу генератора добавить режим импульсной модуляции со следующими параметрами: период следования импульсов 800 нс; длительность импульсов 400 нс.

Выбрать режим измерителя фазового шума радиоимпульсного сигнала в анализаторе. Установить начальное значение отстройки от несущей 100 Гц, количество кросс-корреляций 1. Отключить подавление дискретных составляющих («LowSpur»), в настройках отображения кривых включить четвертую кривую (Spurs). В настройках трассы включить отображение таблицы маркеров. Установить в таблице маркеров частоту отстройки 1 кГц.

Измерить значение уровня мощности фазового шума  $L_{ФШ}$ , дБ<sub>о</sub>, при отстройке 1 кГц по показаниям из вновь добавленной таблицы в децибелах относительно уровня мощности сигнала несущей частоты.

Вычислить абсолютную погрешность измерений уровня мощности фазового шума по формуле (13).

Результат проверки считать положительным, если значение абсолютной погрешности измерений фазового шума в импульсном режиме не превышает  $\pm 4$  дБ.

#### 10.12 Определение КСВН радиочастотных разъемов

Определение КСВН радиочастотных разъемов проводится методом прямых измерений с помощью анализатора цепей векторного ZNL3 в диапазоне частот от  $1 \cdot 10^5$  до от  $1 \cdot 10^6$  Гц и анализатора электрических цепей векторного ZVA50 в диапазоне частот от  $1 \cdot 10^6$  до от  $2,6 \cdot 10^{10}$  Гц.

10.12.1 Поочередно подключить срез кабеля к обоим входам анализатора. Установить входной аттенюатор анализатора 0 дБ. Провести измерения КСВН в диапазонах частот от 100 кГц до 26 ГГц, указанных в таблице 13, устанавливая соответствующие диапазоны частот на анализаторе. Зафиксировать результаты измерений.

10.12.2 Повторить измерения, установив ослабление входного аттенюатора 30 дБ.

Таблица 13 – Диапазоны частот измерения КСВН радиочастотных входов

| Диапазон частот измерений КСВН | Ослабление аттенюатора, дБ | КСВН входа, не более |
|--------------------------------|----------------------------|----------------------|
| от 100 кГц до 30 МГц включ.    | 0                          | 1,5                  |
| от 30 МГц до 6 ГГц включ.      | 0                          | 1,5                  |
| от 30 МГц до 6 ГГц включ.      | 30                         | 1,3                  |
| св.6 до 15 ГГц включ.          | 0                          | 1,6                  |
| св.6 до 15 ГГц включ.          | 30                         | 1,5                  |
| св.15 до 18 ГГц включ.         | 0                          | 2,0                  |
| св. 15 до 18 ГГц включ.        | 30                         | 1,8                  |
| св.18 до 26 ГГц                | 0                          | 2,5                  |
| св.18 до 26 ГГц                | 30                         | 2,5                  |

10.12.3 Подключить срез кабеля к выходу следящего генератора. Устанавливать выходной уровень следящего генератора минус 10 дБ (1 мВт) или минус 20 дБ (1 мВт) в зависимости максимального выходного уровня, частоту сигнала выбрать из диапазона измерений. Включить выход следящего генератора. Провести измерения КСВН в диапазонах частот от 100 кГц до 26 ГГц, указанных в таблице 14. Зафиксировать результаты измерений.

10.12.4 Провести измерения КСВН в диапазоне частот от 10 до 26 ГГц, установив выходной уровень минус 60 дБ (1 мВт).

Таблица 14 – Диапазоны частот измерения КСВН радиочастотного выхода

| Диапазон частот измерений КСВН | Установленный уровень, дБ (1 мВт) | КСВН выхода, не более |
|--------------------------------|-----------------------------------|-----------------------|
| от 100 до 300 кГц не включ.    | -20                               | 1,4                   |
| от 300 кГц до 10 ГГц включ.    | -10                               | 1,4                   |
| св. 10 до 15 ГГц включ.        | -10                               | 1,8                   |
| св. 15 до 24 ГГц не включ.     | -10                               | 2,3                   |
| от 24 до 26 ГГц                | -20                               | 2,1                   |
| от 10 до 15 ГГц включ.         | -60                               | 1,8                   |
| св. 15 до 26 ГГц               | -60                               | 2,2                   |

Результаты поверки считать положительными, если значения КСВН входов анализатора не превышают значений, указанных в таблице 13, а значения КСВН выхода СГ не превышает значений, приведенных в таблице 14.

10.13 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 8.2; 9; 10 и соответствие действительных значений метрологических характеристик анализаторов требованиям, указанным в пунктах 10.1 – 10.12 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».

10.14 При получении отрицательных результатов по любой из процедур, перечисленных в разделах 8.2; 9; 10 или несоответствии действительных значений метрологических характеристик анализаторов требованиям, указанным в пунктах 10.1 – 10.12 принимается решение о несоответствии средства измерений метрологическим требованиям, установленным при утверждении типа.

## 11 Оформление результатов поверки

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

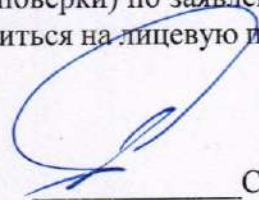
11.2 Сведения о результатах и объеме проведенной поверки средства измерений в целях ее подтверждения передаются в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений в соответствии с Порядком создания и ведения Федерального информационного фонда по обеспечению единства измерений. При оформлении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

При передаче сведений о первичной поверке должен быть указан год производства анализатора. При передаче сведений о периодической поверке в поле «Прочие сведения» должен быть указан год последней сервисной подстройки опорного кварцевого генератора, если таковая производилась.


11.3 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.

11.4 Знак поверки (при положительном результате поверки) по заявлению владельца или лица, представившего анализатор на поверку, может наноситься на лицевую панель анализатора.

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 характеристики анализаторов спектра и фазового шума PSA

| Наименование характеристики   |                         | Значение  |
|---|-------------------------|---|
| 1   |                         | 2   |
| Диапазон рабочих частот, Гц   | PSA08<br>PSA13<br>PSA26 | от $1 \cdot 10^5$ до $8 \cdot 10^9$<br>от $1 \cdot 10^5$ до $1,3 \cdot 10^{10}$<br>от $1 \cdot 10^5$ до $2,6 \cdot 10^{10}$ |
| Диапазон рабочих частот входа 1, Гц   | PSA08<br>PSA13<br>PSA26 | от $3 \cdot 10^7$ до $8 \cdot 10^9$<br>от $3 \cdot 10^7$ до $1,3 \cdot 10^{10}$<br>от $3 \cdot 10^7$ до $2,6 \cdot 10^{10}$ |
| Диапазон рабочих частот входа 2, Гц   |                         | от $1 \cdot 10^5$ до $3 \cdot 10^7$   |
| Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений частоты маркером частотомера ( $\Delta f$ ), Гц  |                         | $\pm(f_{\text{изм}} \cdot (10^{-6} + T \cdot 10^{-6}) + 1)^{1)}$  |
| Полосы пропускания фильтров ПЧ по уровню минус 3 дБ с шагом, кратным 1; 2,5; 5; 10, Гц  |                         | от 1 до $1 \cdot 10^7$  |
| Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений уровня мощности из-за переключения полос пропускания фильтров ПЧ, дБ   |                         | $\pm 1$   |
| Диапазон установки ослабления входного аттенюатора, дБ  | вход 1<br>вход 2        | от 0 до 30 с шагом 2<br>от 0 до 35 с шагом 5  |
| Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений уровня мощности из-за переключения ослабления входного аттенюатора, в диапазоне частот, дБ<br>от $1 \cdot 10^5$ до $1,8 \cdot 10^{10}$ Гц включ.<br>св. $1,8 \cdot 10^{10}$ до $2,6 \cdot 10^{10}$ Гц  |                         | $\pm(0,1 + 0,01 \cdot A)^2$<br>$\pm(0,1 + 0,025 \cdot A)$   |
| Средний уровень собственных шумов <sup>3)</sup> , в диапазоне частот, дБ (мВт/Гц) <sup>4)</sup> , не более<br>от $1 \cdot 10^5$ до $3 \cdot 10^7$ Гц включ., при включенном предусилителе<br>св. $3 \cdot 10^7$ до $2,6 \cdot 10^{10}$ Гц, в зависимости от состояния предусилителя и преселектора  |                         | -155<br><br>см. таблицу А.2   |
| Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений уровня мощности в диапазоне от минус 50 до 20 дБ (1 мВт) <sup>5)</sup> при выключенных предварительном усилителе и преселекторе, в диапазоне частот, дБ<br>от $1 \cdot 10^5$ до $8 \cdot 10^9$ Гц включ.<br>св. $8 \cdot 10^9$ до $2,2 \cdot 10^{10}$ Гц включ.<br>св. $2,2 \cdot 10^{10}$ до $2,6 \cdot 10^{10}$ Гц |                         | $\pm 2,0$<br>$\pm 3,0$<br>$\pm 4,0$   |
| Относительный уровень помех, обусловленных гармоническими искажениями второго порядка (при уровне входного сигнала 0 дБ (1 мВт)), в диапазоне частот, дБ <sup>6)</sup> , не менее<br>от $1 \cdot 10^5$ до $3 \cdot 10^7$ Гц включ.<br>св. $3 \cdot 10^7$ до $2,6 \cdot 10^{10}$ Гц, в зависимости от состояния предусилителя и преселектора                               |                         | 50<br><br>см. таблицу А.3   |

Продолжение таблицы А.1

| 1  |   | 2  |            |
|--|---|--|------------|
| Относительный уровень помех, обусловленных интермодуляционными искажениями третьего порядка, выраженный в виде точки пересечения третьего порядка (при ослаблении входного аттенюатора 0 дБ и разности частот входных сигналов не менее 2 МГц), в диапазоне частот, дБ (1 мВт), не менее<br>от $1 \cdot 10^5$ до $3 \cdot 10^7$ Гц включ.<br>св. $3 \cdot 10^7$ до $2,6 \cdot 10^{10}$ Гц, в зависимости от состояния предусилителя и преселектора |   | 20<br><br>см. таблицу А.4                |            |
| КСВН входа 1, в диапазоне частот, не более   | ослабление входного аттенюатора   | 0 дБ                                     | 30 дБ      |
|  | от $3 \cdot 10^7$ до $6 \cdot 10^9$ Гц включ.   | 1,7                                      | 1,6        |
|  | св. $6 \cdot 10^9$ до $1,5 \cdot 10^{10}$ Гц включ.   | 1,6                                      | 1,6        |
|  | св. $1,5 \cdot 10^{10}$ до $1,8 \cdot 10^{10}$ Гц включ.<br>св. $1,8 \cdot 10^{10}$ до $2,6 \cdot 10^{10}$ Гц | 2,5<br>2,5                               | 2,5<br>2,5 |
| КСВН входа 2, не более   |   | 1,5                                      |            |
| Диапазон частот следящего генератора, Гц   | PSA08   | от $1 \cdot 10^5$ до $8 \cdot 10^9$      |            |
|  | PSA13   | от $1 \cdot 10^5$ до $1,3 \cdot 10^{10}$ |            |
|  | PSA26   | от $1 \cdot 10^5$ до $2,6 \cdot 10^{10}$ |            |
| Диапазон установки уровня мощности сигнала следящего генератора, в диапазоне частот, дБ (1 мВт)  | от $1 \cdot 10^5$ до $3 \cdot 10^5$ Гц не включ.  | от -60 до -20                            |            |
|  | от $3 \cdot 10^5$ до $2,4 \cdot 10^{10}$ Гц не включ.   | от -60 до -10                            |            |
|  | от $2,4 \cdot 10^{10}$ до $2,6 \cdot 10^{10}$ Гц  | от -60 до -20                            |            |
| Пределы допускаемой абсолютной погрешности установки уровня мощности сигнала следящего генератора, в диапазоне частот, дБ<br>от $1 \cdot 10^5$ до $5,8 \cdot 10^9$ Гц включ.<br>св. $5,8 \cdot 10^9$ до $1,8 \cdot 10^{10}$ Гц включ.<br>св. $1,8 \cdot 10^{10}$ до $2,4 \cdot 10^{10}$ Гц не включ.<br>от $2,4 \cdot 10^{10}$ до $2,6 \cdot 10^{10}$ Гц   |   | ±1,5<br>±2,5<br>±3,5<br>±4,0             |            |
| КСВН выхода следящего генератора в диапазоне частот от $1 \cdot 10^5$ до $1 \cdot 10^{10}$ Гц включ., не более   |   | 1,4                                      |            |
| КСВН выхода следящего генератора при уровне выходного сигнала минус 10 дБ (1 мВт), в диапазоне частот, не более  | св. $1 \cdot 10^{10}$ до $1,5 \cdot 10^{10}$ Гц включ.  | 1,8                                      |            |
|  | св. $1,5 \cdot 10^{10}$ до $2,4 \cdot 10^{10}$ Гц не включ.   | 2,3                                      |            |
| КСВН выхода следящего генератора при уровне выходного сигнала минус 20 дБ (1 мВт) в диапазоне частот от $2,4 \cdot 10^{10}$ до $2,6 \cdot 10^{10}$ Гц включ., не более   |   | 2,1                                      |            |
| КСВН выхода следящего генератора при уровне выходного сигнала минус 60 дБ (1 мВт), в диапазоне частот, не более  | св. $1 \cdot 10^{10}$ до $1,5 \cdot 10^{10}$ Гц включ.  | 1,8                                      |            |
|  | св. $1,5 \cdot 10^{10}$ до $2,6 \cdot 10^{10}$ Гц   | 2,2                                      |            |
| Диапазон отстроек от несущей частоты при измерении фазового шума, Гц   |   | от 10 до $1 \cdot 10^7$                  |            |
| Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений уровня фазового шума, в диапазоне отстроек от несущей, дБ<br>от 20 до $1 \cdot 10^3$ Гц включ.<br>св. $1 \cdot 10^3$ до $1 \cdot 10^7$ Гц   |   | ±3<br>±2                                 |            |

Окончание таблицы А.1

| 1  | 2               |
|--|-----------------|
| Спектральная плотность собственных фазовых шумов и двухканальной обработке сигнала, дБ/Гц <sup>7)</sup> , не более   | см. таблицу А.5 |
| Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений фазового шума в импульсном режиме, в диапазоне отстроек от несущей, дБ<br>от 20 до $1 \cdot 10^3$ Гц включ.<br>св. $1 \cdot 10^3$ до $1 \cdot 10^5$ Гц  | ±4<br>±3        |
| <sup>1)</sup> Где $f_{изм}$ – частота измерений, Гц; Т – количество полных лет с даты выпуска из производства или сервисной подстройки опорного генератора;<br><sup>2)</sup> А – значение ослабления входного аттенюатора;<br><sup>3)</sup> Нормирован в форме спектральной плотности в полосе пропускания 1 Гц при ослаблении входного аттенюатора 0 дБ и количестве усреднений изображения спектра равном 50<br><sup>4)</sup> дБ (мВт/Гц) – дБ относительно 1 мВт на 1 Гц;<br><sup>5)</sup> дБ (1 мВт) – дБ относительно 1 мВт;<br><sup>6)</sup> дБ <sub>о</sub> – дБ относительно уровня несущей<br><sup>7)</sup> дБ/Гц – дБ относительно уровня несущей в полосе пропускания 1 Гц. |                 |

Таблица А.2 – Значения спектральной плотности собственных шумов

| Поддиапазон частот, ГГц | Спектральная плотность собственных шумов при состоянии предусилителя и преселектора, дБ (мВт/Гц), не более |                                       |                                  |                                       |
|-------------------------|--|---------------------------------------|----------------------------------|---------------------------------------|
|                         | Предусилитель и преселектор выкл.  | Предусилитель вкл., преселектор выкл. | Предусилитель и преселектор вкл. | Предусилитель выкл., преселектор вкл. |
| от 0,03 до 3,0 включ.   | -138   | -151                                  | -146                             | -135                                  |
| св. 3,0 до 5,8 включ.   | -135   | -148                                  | -143                             | -130                                  |
| св. 5,8 до 12,0 включ.  | -134   | -144                                  | -143                             | -133                                  |
| св. 12 до 18 включ.     | -128   | -140                                  | -139                             | -128                                  |
| св. 18 до 22 включ.     | -127   | -138                                  | -138                             | -126                                  |
| св. 22 до 26            | -118   | -132                                  | -131                             | -117                                  |

Таблица А.3 – Значения относительного уровня помех, обусловленных гармоническими искажениями второго порядка

| Поддиапазон частот, ГГц | Относительный уровень помех, обусловленных гармоническими искажениями второго порядка при состоянии предусилителя и преселектора, дБ <sub>о</sub> , не менее |                                       |                                  |                                       |
|-------------------------|--|---------------------------------------|----------------------------------|---------------------------------------|
|                         | Предусилитель и преселектор выкл.  | Предусилитель вкл., преселектор выкл. | Предусилитель и преселектор вкл. | Предусилитель выкл., преселектор вкл. |
| от 0,06 до 0,1 включ.   | 45   | 30                                    | 80                               | 75                                    |
| св. 0,1 до 1,39 включ.  | 51   | 30                                    | 83                               | 79                                    |
| св. 1,39 до 2,27 включ. | 45   | 30                                    | 83                               | 89                                    |
| св. 2,27 до 3,05 включ. | 40   | 22                                    | 84                               | 95                                    |
| св. 3,05 до 6 включ.    | 31   | 13                                    | 99                               | 100                                   |
| св. 6 до 13             | 31   | 11                                    | 88                               | 90                                    |

Таблица А.4 – Значения относительного уровня помех, обусловленных интермодуляционными искажениями третьего порядка, выраженного в виде точки пересечения третьего порядка

| Поддиапазон частот, МГц | Относительный уровень помех, обусловленных интермодуляционными искажениями третьего порядка, выраженный в виде точки пересечения третьего порядка при состоянии предусилителя и преселектора, дБ (1 мВт), не менее |                                       |                                  |                                       |
|-------------------------|--|---------------------------------------|----------------------------------|---------------------------------------|
|                         | Предусилитель и преселектор выкл.  | Предусилитель вкл., преселектор выкл. | Предусилитель и преселектор вкл. | Предусилитель выкл., преселектор вкл. |
| от 30 до 100 включ.     | 19   | 3                                     | 9                                | 19                                    |
| св. 100 до 26000        | 22   | 8                                     | 11                               | 22                                    |

Таблица А.5 – Значения спектральной плотности собственных фазовых шумов относительно несущей в полосе пропускания 1 Гц при количестве кросс-корреляций 100, усреднений 20, ослаблении входного аттенуатора 10 дБ, уровне входного сигнала на 1 входе 0 дБ (1 мВт), на 2 входе 2 дБ (1 мВт)

| Частота входного сигнала, МГц | Спектральная плотность собственных фазовых шумов относительно несущей при отстройке $\Delta F$ , дБ/Гц, не более |        |       |        |         |       |        |
|-------------------------------|--|--------|-------|--------|---------|-------|--------|
|                               | 10 Гц  | 100 Гц | 1 кГц | 10 кГц | 100 кГц | 1 МГц | 10 МГц |
| 10                            | -94  | -132   | -151  | -160   | -160    | -160  | -      |
| 100                           | -80  | -119   | -140  | -147   | -148    | -149  | -146   |
| 1000                          | -58  | -107   | -126  | -134   | -138    | -147  | -153   |
| 3000                          | -48  | -98    | -119  | -125   | -129    | -140  | -150   |
| 9000                          | -35  | -87    | -105  | -119   | -118    | -131  | -148   |
| 18000                         | -26  | -82    | -97   | -112   | -113    | -125  | -142   |
| 25990                         | -23  | -81    | -98   | -108   | -111    | -117  | -128   |