



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

«27» декабря 2024 г.

Государственная система обеспечения единства измерений

АНАЛИЗАТОРЫ СПЕКТРА БАРС-МСА-26С

Методика поверки

РТ-МП-1368-441-2024

г.Москва
2024 г.

1 Общие положения

Настоящая методика поверки применяется для поверки анализаторов спектра БАРС-МСА-26С (далее – анализаторов), используемых в качестве рабочих средств измерений.

При определении метрологических характеристик в рамках проводимой поверки обеспечивается прослеживаемость в соответствии с:

– государственной поверочной схемой, утвержденной приказом Росстандарта от 26 сентября 2022 года № 2360, к государственному первичному эталону единиц времени, частоты и национальной шкалы времени ГЭТ 1-2022;

– государственной поверочной схемой, утвержденной приказом Росстандарта от 30 декабря 2019 года № 3461, к государственному первичному эталону единицы мощности электромагнитных колебаний в диапазоне частот от 9 кГц до 37,5 ГГц ГЭТ 26-2010;

– ГОСТ Р 8.717-2010 к государственному первичному эталону единицы коэффициента амплитудной модуляции высокочастотных колебаний ГЭТ 180-2010;

– государственной поверочной схемой, утвержденной приказом Росстандарта от 1 февраля 2022 года № 233, к государственному первичному эталону единицы девиации частоты ГЭТ 166-2020.

При определении метрологических характеристик поверяемого средства измерений по пунктам 10.1 – 10.13 используется метод прямых измерений.

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

2 Перечень операций поверки средства измерений

2.1 Для поверки должны быть выполнены операции, указанные в таблице 1.

Таблица 1 – Операции поверки

Наименование операции	Обязательность выполнения операций поверки при		Номер пункта методики поверки
	первичной поверке	периодической поверке	
1	2	3	4
Внешний осмотр средства измерений	Да	Да	7
Контроль условий поверки (при подготовке к поверке и опробовании средства измерений)	Да	Да	8.1
Опробование (при подготовке к поверке и опробовании средства измерений)	Да	Да	8.3
Проверка программного обеспечения средства измерений	Да	Да	9
Определение метрологических характеристик средства измерений			10
Определение относительной погрешности измерений частоты	Да	Да	10.1
Определение погрешности измерений уровня мощности входного сигнала	Да	Да	10.2
Определение уровня фазовых шумов относительно несущей	Да	Да	10.3

Продолжение таблицы 1

1	2	3	4
Определение уровня интермодуляционных искажений 3-го порядка	Да	Да	10.4
Определение уровня интермодуляционных искажений 2-го порядка	Да	Нет	10.5
Определение погрешности измерения глубины амплитудной модуляции	Да	Да	10.6
Определение погрешности измерения девиации частоты	Да	Да	10.7
Определение уровня подавления зеркальных помех	Да	Нет	10.8
Определение среднего уровня собственных шумов	Да	Да	10.9
Определение абсолютной погрешности воспроизведения уровня выходного сигнала в режиме тестирующего генератора	Да	Да	10.10
Определение уровня гармоник и субгармоник выходного сигнала в режиме тестирующего генератора	Да	Нет	10.11
Определение уровня фазовых шумов относительно несущей выходного сигнала в режиме тестирующего генератора	Да	Нет	10.12
Определение КСВН радиочастотных разъемов	Да	Нет	10.13
Подтверждение соответствия метрологическим требованиям			11

3 Требования к условиям проведения поверки

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

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

4 Требование к специалистам, осуществляющим поверку

4.1 К проведению поверки анализаторов спектра БАРС-МСА-26С 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 спектра БАРС-МСА-26С 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
п.8.1 Контроль условий поверки (при подготовке к поверке и опробовании средства измерений)	Средство измерений температуры окружающей среды в диапазоне от плюс 20 до плюс 30 °С с абсолютной погрешностью не более $\pm 0,5$ °С Средство измерений относительной влажности воздуха в диапазоне от 30 % до 80 % с абсолютной погрешностью не более $\pm 3,0$ %	Термогигрометр UNITESS THB 1B, рег. № 70481-18
п. 10.1 Определение диапазона частот и абсолютной погрешности измерений частоты	Эталоны единицы частоты и средства измерений, соответствующие требованиям к эталонам не ниже 3 разряда по Приказу Росстандарта № 2360 от 26.09.2022, частота 10 МГц	Стандарт частоты рубидиевый GPS-12RG, рег. № 70172-18
	Средство воспроизведения синусоидального сигнала в диапазоне частот от 100 кГц до 26 ГГц; уровнем мощности выходного сигнала от минус 30 дБ (1 мВт)	Генератор сигналов SMA100B с опцией B167, рег. № 68980-20
п. 10.2 Определение погрешности измерений уровня мощности входного сигнала	Эталоны единицы мощности электромагнитных колебаний и средства измерений, соответствующие требованиям к эталонам не ниже 3 разряда по Приказу Росстандарта от 30.12.2019 № 3461 в диапазоне значений мощности от минус 30 до 20 дБ (1 мВт), в диапазоне частот от 100 кГц до 26 ГГц	Ваттметр поглощаемой мощности СВЧ NRP50T, рег. № 69958-17
	Средство воспроизведения синусоидального сигнала в диапазоне частот от 9 кГц до 8 ГГц; уровнем мощности выходного сигнала от минус 30 до 10 дБ (1 мВт)	Генератор сигналов SMA100B с опцией B167, рег. № 68980-20

Продолжение таблицы 2

1	2	3
п.10.3 Определение уровня фазовых шумов относительно несущей	Эталоны единицы мощности электромагнитных колебаний и средства измерений, соответствующие требованиям к эталонам не ниже 3 разряда по Приказу Росстандарта от 30.12.2019 № 3461 в диапазоне значений мощности от минус 30 до 20 дБ (1 мВт), в диапазоне частот от 100 кГц до 26 ГГц	Ваттметр поглощаемой мощности СВЧ NRP50T, рег. № 69958-17
	Средство воспроизведения синусоидального сигнала на частоте 10 ГГц; уровнем мощности выходного сигнала от минус 30 до 10 дБ (1 мВт), с уровнем фазовых шумов относительно несущей в полосе пропускания 1 Гц, при отстройках от несущей частоты 100 Гц / 1 кГц / 10 кГц / 100 кГц / 1 МГц / 10 МГц не более -90 / -110 / -120 / -120 / -130 / -140 дБ	Генератор сигналов SMA100B с опцией B167, рег. № 68980-20
п. 10.4 Определение относительного уровня интермодуляционных искажений 3-го порядка	Средство воспроизведения синусоидального сигнала в диапазоне частот от 100 кГц до 26 ГГц; уровнем мощности выходного сигнала от минус 40 до 0 дБ (1 мВт)	Генератор сигналов SMA100B с опцией B167, рег. № 68980-20
		Генератор сигналов SMM100A с опцией B1044, рег. № 82791-21
п. 10.5 Определение относительного уровня интермодуляционных искажений 2-го порядка	Средство воспроизведения синусоидального сигнала в диапазоне частот от 100 кГц до 26 ГГц; уровнем мощности выходного сигнала от минус 40 до 0 дБ (1 мВт)	Генератор сигналов SMA100B с опцией B167, рег. № 68980-20
		Генератор сигналов SMM100A с опцией B1044, рег. № 82791-21
п. 10.6 Определение погрешности измерения глубины АМ модуляции	Эталоны единицы коэффициента амплитудной модуляции высокочастотных колебаний и средства измерений, соответствующие требованиям к эталонам не ниже 1 разряда по ГОСТ Р 8.717-2010, на несущей частоте 1 ГГц	Калибратор SMBV-AM-FM, рег. № 56540-14
п. 10.7 Определение погрешности измерения девиации частоты	Эталоны единицы девиации частоты и средства измерений, соответствующие требованиям к эталонам не ниже 1 разряда по Приказу Росстандарта от 01.02.2022 № 233 на несущей частоте 1 ГГц	Калибратор SMBV-AM-FM, рег. № 56540-14

Окончание таблицы 2

1	2	3
п. 10.8 Определение уровня подавления зеркальных помех	Средство воспроизведения синусоидального сигнала в диапазоне частот от 100 кГц до 26 ГГц; уровнем мощности выходного сигнала от минус 40 до 0 дБ (1 мВт)	Генератор сигналов SMA100B с опцией B167, рег. № 68980-20
п. 10.10 Определение абсолютной погрешности воспроизведения уровня выходного сигнала в режиме тестирующего генератора	Эталоны единицы мощности электромагнитных колебаний и средства измерений, соответствующие требованиям к эталонам не ниже 3 разряда по Приказу Росстандарта от 30.12.2019 № 3461 в диапазоне значений мощности от минус 30 до 20 дБ (1 мВт), в диапазоне частот от 100 кГц до 26 ГГц	Ваттметр поглощаемой мощности СВЧ NRP50T, рег. № 69958-17
	Эталоны единицы ослабления электромагнитных колебаний в диапазоне частот и средства измерений, соответствующие требованиям к эталонам не ниже 1 разряда по Приказу Росстандарта от 30.12.2019 № 3383 в диапазоне значений мощности от минус 60 до 20 дБ (1 мВт), в диапазоне частот от 100 кГц до 26 ГГц	Приемник измерительный R&S FSMR50, рег. № 50678-12
п. 10.11 Определение уровня гармоник и субгармоник выходного сигнала в режиме тестирующего генератора	Эталоны единицы ослабления электромагнитных колебаний в диапазоне частот и средства измерений, соответствующие требованиям к эталонам не ниже 1 разряда по Приказу Росстандарта от 30.12.2019 № 3383 в диапазоне значений мощности от минус 60 до 20 дБ (1 мВт), в диапазоне частот от 100 кГц до 26 ГГц	Приемник измерительный R&S FSMR50, рег. № 50678-12
п. 10.12 Определение уровня фазовых шумов относительно несущей выходного сигнала в режиме тестирующего генератора	Средство измерений фазовых шумов на частоте 1 ГГц; с уровнем собственных фазовых шумов при отстройках 1 кГц / 10 кГц / 100 кГц / 1 МГц не более -123 / -126 / -125 / -139 дБ относительно несущей в полосе 1 Гц	Анализатор фазовых шумов FSWP50, рег. № 63528-16
п. 10.13 Определение КСВН радиочастотного входа	Средство измерений КСВН в диапазоне от 1 до 5 с абсолютной погрешностью не более $\pm 0,05 \cdot \text{КСВН}$ в диапазоне частот от 20 МГц до 26 ГГц	Анализатор электрических цепей векторный ZVA50, рег. № 48355-11
Примечание 1 – Допускается использовать при поверке другие утвержденные и аттестованные эталоны единиц величин, средства измерений утвержденного типа и поверенные, удовлетворяющие метрологическим требованиям, указанным в таблице.		

Таблица 3 – Вспомогательное оборудование

Номер пункта документа по поверке	Наименование вспомогательного оборудования	Требуемые технические характеристики вспомогательного оборудования	Рекомендуемое вспомогательное оборудование
10.9	Нагрузка согласованная 50 Ом	Диапазон частот от 100 кГц до 26 ГГц	Нагрузка согласованная НСЗ-18-11
10.2, 10.4, 10.5	Резистивный делитель мощности	Диапазон частот от 100 кГц до 26 ГГц Разность коэффициентов передачи между выходами не более 0,3 дБ КСВН не более 1,15	Делитель мощности ДМ2А-18-11Р

6 Требования (условия) по обеспечению безопасности проведения поверки

6.1 При проведении поверки необходимо соблюдать:

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

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

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

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

6.2 К проведению поверки допускаются специалисты, изучившие требования безопасности по ГОСТ 22261-94 «Средства измерений электрических и магнитных величин. Общие технические условия. с Изменением №1» и ГОСТ 12.2.091-2002 «Безопасность электрических контрольно-измерительных приборов и лабораторного оборудования. Часть 1. Общие требования», имеющие 3 группу допуска по электробезопасности и прошедшие инструктаж по технике безопасности на рабочем месте.

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

7 Внешний осмотр средства измерений

7.1 При проведении внешнего осмотра установить соответствие анализатора следующим требованиям:

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

- комплектность анализатора соответствует указанной в описании типа;

- наличие маркировки, подтверждающей тип и заводской номер;

- наличие пломб от несанкционированного доступа, установленных в местах

согласно описанию типа на данное средство измерений;

- наружная поверхность не имеет следов механических повреждений, которые могут влиять на работу прибора и его органов управления;
- отсутствуют шумы внутри корпуса, обусловленные наличием незакрепленных деталей;
- отсутствуют механические повреждения соединителей (вмятины, забоины, отслаивания покрытия и т. д.) и заусенцы на контактных и токонесущих поверхностях;
- отсутствуют посторонние частицы в соединителях.

7.2 Результаты выполнения операции считать положительными, если выполняются вышеуказанные требования.

Установленный факт отсутствия пломб от несанкционированного доступа при периодической поверке не является критерием неисправности средства измерения и носит информативный характер для производителя средства измерений и сервисных центров, осуществляющих ремонт.

Факт отсутствия пломб от несанкционированного доступа при периодической поверке фиксируется в протоколе поверки в соответствующем разделе.

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

8 Подготовка к поверке и опробование средства измерений

8.1 Контроль условий поверки

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

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

8.2 Подготовка к поверке

8.2.1 Ознакомиться с порядком установки анализатора на рабочее место, порядком включения и управления анализатором, приведёнными в руководстве по эксплуатации «Анализаторы спектра БАРС-МСА-26С. Руководство по эксплуатации».

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

8.2.3 Подключить анализатор к сети питания. Включить анализатор согласно руководству по эксплуатации. Выдержать анализатор во включенном состоянии не менее 45 минут.

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

8.3 Опробование

8.3.1 При опробовании проверяется работоспособность анализатора.

8.3.2 Проверить отсутствие сообщений о неисправности после включения прибора.

8.3.3 На анализаторе установить заводскую конфигурацию прибора, для чего нажать в контекстном меню прибора: [Сброс настроек].

Запустить измерения: [Старт АС].

8.3.4 Установить значение максимального и минимального значения шкалы уровня 20 и минус 100 дБ (1 мВт) соответственно:

Шкала : Мах

Убедиться в отображении минимального значения шкалы уровня минус 200 дБ (1 мВт).

8.3.5 Проверить возможность установки следующих значений полос пропускания разрешающих фильтров: 1; 2,5; 5; 10; 25; 50; 100; 250; 500 Гц; 1; 2,5; 5; 10; 25; 50; 100 кГц, для чего выбрать соответствующее значение из списка в окне [ППЧФ].

8.3.6 Проверить диапазон установки полос обзора, для чего установить следующие параметры:

в диапазоне частот от 0,1 до 30 МГц:

- АС КВ
- Старт АС
- Начальная частота: 100 кГц
- Конечная частота: 30 МГц

Убедиться, что в окне [Полоса анализа] отображается значение не менее 29,9 МГц, после чего установить значение 1 кГц.

в диапазоне частот от 30 МГц до 26 ГГц:

- Возврат АС
- Старт АС
- Начальная частота: 30 МГц
- Конечная частота: 26 ГГц

Убедиться, что в окне [Полоса анализа] отображается значение не менее 25,97 ГГц, после чего установить значение 1 кГц.

8.3.7 Проверить возможность установки следующих значений разрешения шкалы анализатора по амплитуде в окне [Дельта]: 0,5; 1; 2; 5; 10; 15; 20 дБ.

8.3.8 Проверить диапазон и шаг установки ослабления входного аттенюатора: в диапазоне частот от 0,1 до 30 МГц от 0 до 35 дБ с шагом 5 дБ; в диапазоне частот от 30 МГц до 26 ГГц от 0 до 30 дБ с шагом 2 дБ, устанавливая соответствующие значения в окне [Атт].

8.3.9 Результаты опробования считать удовлетворительными, если после включения и загрузки программного обеспечения анализатора не возникают сообщения об ошибках; после загрузки заводской конфигурации отображается спектр шумов; диапазон отображения уровней устанавливается в пределах от -200 до +20 дБ (1 мВт); обеспечивается установка всех перечисленных выше значений полос пропускания разрешающих фильтров, полос обзора, разрешения шкалы, ослабления входного аттенюатора с указанным шагом.

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

9 Проверка идентификации программного обеспечения

9.1 Идентификационное наименование ПО определяется по наименованию метрологически значимого файла, расположенного в корневой папке специального программного обеспечения «Анализатор спектра» (далее – СПО).

Номер версии отображен в левом верхнем углу СПО.

Наименование ПО и номер версии программного обеспечения должны соответствовать указанным в описании типа на данное средство измерений.

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

10 Определение метрологических характеристик средства измерений

10.1 Определение относительной погрешности измерений частоты

Определение относительной погрешности измерений частоты в режиме измерения частоты проводят методом прямых измерений с помощью генератора сигналов SMA100B.

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

Установить выходной уровень сигнала генератора сигналов минус 30 дБ (1 мВт), частоту выходного сигнала $F_{ген}$ из таблицы 4.

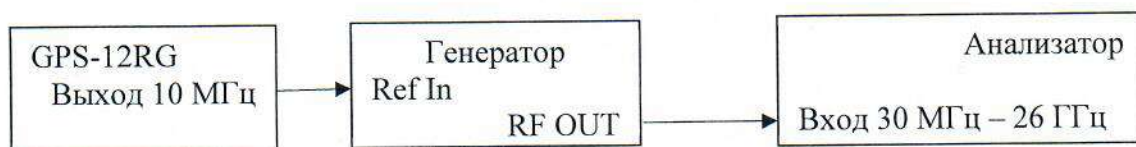


Рисунок 1

10.1.1 Провести измерения частоты в диапазоне от 30 МГц до 26 ГГц, для чего установить параметры анализатора:

- Старт АС
- Полоса анализа: 10 кГц
- ППЧФ: 10 Гц
- Центральная частота: $F_{ном}$ (из таблицы 4)
- Измерения : Частота(Гц) : Вкл.

Считать измеренное значение частоты $F_{изм}$.

Таблица 4

$F_{ном}$	$F_{ген}$
«Вход СА 50 Ω 30 МГц – 26 ГГц»	
1 ГГц	1 ГГц
10 ГГц	10 ГГц

10.2 Определение погрешности измерений уровня мощности входного сигнала

10.2.1 Определение погрешности измерений уровня мощности входного сигнала проводят методом прямых измерений с помощью генератора сигналов SMA100B, ваттметра поглощаемой мощности СВЧ NRP50T и делителя мощности ДМ2А-18-11Р по схеме, приведенной на рис. 2.

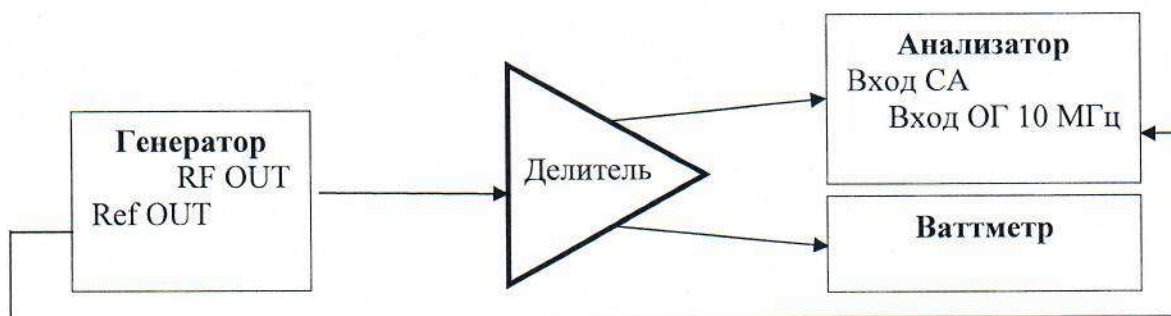


Рисунок 2

Выполнить следующие установки на анализаторе:

- Режим измерений: АС КВ / Возврат АС в соответствии с частотным диапазоном
- Внешняя ОЧ: вкл.

- Центральная частота: **Физм**
- Полоса анализа: 250 кГц
- ППЧФ: 250 Гц
- Ослабление внутреннего аттенюатора Атт: 10 дБ
- Маркеры : Тип : Пик.1

Установить на генераторе сигналов уровень мощности минус 14 дБ (1 мВт), частоту **Физм** = 100,5 кГц.

Отрегулировать выходной уровень сигнала генератора таким образом, чтобы показания ваттметра L_{power} составляли ровно минус 20 дБ (1 мВт).

10.2.2 Установить на анализаторе центральную частоту **Физм** = 100,5 кГц.

Зафиксировать результат измерения уровня по показанию **Мощн. (дБм)** из таблицы маркеров анализатора.

Повторить измерения при входном уровне минус 20 дБ (1 мВт) устанавливая на генераторе и анализаторе следующие значения частоты **Физм**:

- в диапазоне частот от 100 кГц до 30 МГц: 1; 10; 20; 29,999 МГц;
- в диапазоне частот от 30 МГц до 26 ГГц: 30,0005; 100; 500 МГц; 1 ГГц; далее от 1 до 25 ГГц с шагом 2 ГГц; 25,999 ГГц.

Для **Физм** = 100,5 кГц; 29,999; 30,0005 МГц Полоса анализа устанавливается такой, чтобы наблюдался входной сигнал

10.2.3 Выполнить следующие установки на анализаторе:

- Шкала Max: 20 дБм
- Ослабление внутреннего аттенюатора Атт: 30 дБ
- Преселектор: выключен

10.2.4 Повторить измерения на частоте 10 МГц при входном уровне L_{power} = 5 дБ (1 мВт) в диапазоне частот от 100 кГц до 30 МГц.

10.2.5 Повторить измерения на частоте 1 ГГц при входном уровне L_{power} = 20 дБ (1 мВт) в диапазоне частот от 30 МГц до 26 ГГц.

10.3 Определение уровня фазовых шумов относительно несущей

Определение уровня фазовых шумов относительно несущей проводят методом прямых измерений с помощью генератора сигналов SMA100B, ваттметра поглощаемой мощности СВЧ NRP50T и делителя мощности ДМ2А-18-11Р по схеме, приведенной на рис. 2.

10.3.1 Выполнить соединение средств измерений в соответствии со схемой, приведенной на рис. 2.

Выполнить следующие установки на анализаторе:

- Внешняя ОЧ: вкл.
- Центральная частота: **10 ГГц**
- Полоса анализа: **ПО** (из таблицы 5)
- ППЧФ: **ПП** (из таблицы 5)
- Ослабление внутреннего аттенюатора Атт: 10 дБ
- Преселектор: выкл.
- Шкала Max: 20 дБм

Установить на генераторе сигналов уровень мощности 16 дБ (1 мВт), частоту **Фген** = 10 ГГц.

Отрегулировать выходной уровень сигнала генератора таким образом, чтобы показания ваттметра L_{power} составляли ровно 10 дБ (1 мВт).

Далее продолжить на анализаторе:

- Тип активной трассы: Ср.лог. О
- Усреднение: не менее 20
- Дождаться усреднения трассы.
- Маркеры : Тип : Пик.1
- Дельта-маркеры: тип – Δ частоты: Δ (из таблицы 5)

Зафиксировать результат измерения относительного уровня фазового шума по показанию Δ **мощность** из таблицы маркеров анализатора.

Повторить измерения для всех отстроек Δ из таблицы 5.

Таблица 5

Δ	ПО	ПП	Допускаемый уровень фазовых шумов, относительно несущей 10 ГГц в полосе пропускания 1 Гц, дБ, не более
100 Гц	1 кГц	1 Гц	-75
1 кГц	10 кГц	10 Гц	-95
10 кГц	100 кГц	100 Гц	-105
100 кГц	1 МГц	1 кГц	-106
1 МГц	30 МГц	1 кГц	-120
10 МГц	30 МГц	10 кГц	-130

10.4 Определение уровня интермодуляционных искажений 3-го порядка

Определение относительного уровня интермодуляционных искажений 3-го порядка проводят методом прямых измерений, путем подачи на вход анализатора двух гармонических сигналов с частотами f_1 и f_2 и измерения уровня помех $L_{имз}$, возникших на частотах $2f_1-f_2$ и $2f_2-f_1$, относительно уровня основных сигналов на частотах f_1 и f_2 .

10.4.1 Выполнить соединение средств измерений в соответствии со схемой, приведённой на рис. 3.

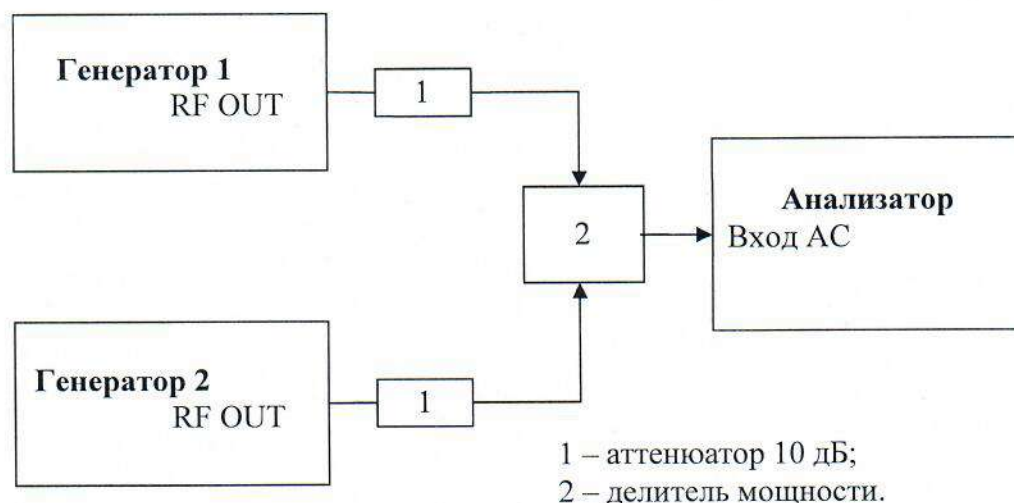


Рисунок 3

10.4.2 Для проведения измерений в частотном диапазоне от 100 кГц до 30 МГц выполнить следующие установки на анализаторе:

- АС КВ
- Сброс настроек

- Старт АС
- Внешняя ОЧ: вкл.
- Полоса анализа: **100 кГц**
- ППЧФ: 10 Гц
- Ослабление внутреннего аттенюатора Атт: 0 дБ
- Центральная частота: **F** (из таблицы 6)
- Шкала Мах: **Lvx** (из таблицы 6)
- Тип активной трассы: Ср.лог. О
- Усреднение: не менее 10

10.4.3 Для проведения измерений в частотном диапазоне от 30 МГц до 26 ГГц выполнить следующие установки на анализаторе:

- Возврат АС
- Сброс настроек
- Старт АС
- Внешняя ОЧ: вкл.
- Полоса анализа: **100 кГц**
- ППЧФ: 10 Гц
- Ослабление внутреннего аттенюатора Атт: 0 дБ
- Центральная частота: **F** (из таблицы 6)
- МШУ: (из таблицы 6)
- Преселектор: (из таблицы 6)
- Шкала Мах: **Lvx** (из таблицы 6)
- Тип активной трассы: Ср.лог. О
- Усреднение: не менее 10

Установить уровень выходного сигнала первого генератора **Lvx** (из таблицы 6), частоту $f_1 = F - 10 \text{ кГц}$

Установить уровень выходного сигнала второго генератора **Lvx** (из таблицы 6), частоту $f_2 = F + 10 \text{ кГц}$

Включить мощность первого генератора. Органами регулировки генератора установить уровень на входе анализатора **Lvx** (из таблицы 6). Выключить мощность первого генератора, включить мощность второго генератора и установить его уровень аналогичным образом.

Включить выходную мощность первого генератора.

При помощи маркеров анализатора провести измерения уровня интермодуляционных искажений **Лимз** на частотах $2f_1 - f_2$ и $2f_2 - f_1$ и зафиксировать большее значение.

Таблица 6

F	МШУ	Преселектор	Lvx
1	2	3	4
10,5 МГц	-	-	-10
21 МГц	-	-	-10
42,5 МГц	Выкл.	Выкл.	-10
70 МГц	Выкл.	Выкл.	-10
300 МГц	Выкл.	Выкл.	-10
2 ГГц	Выкл.	Выкл.	-10

Продолжение таблицы 6

1	2	3	4
4 ГГц	Выкл.	Выкл.	-10
5 ГГц	Выкл.	Выкл.	-10
8 ГГц	Выкл.	Выкл.	-10
10 ГГц	Выкл.	Выкл.	-10
12,2 ГГц	Выкл.	Выкл.	-10
17 ГГц	Выкл.	Выкл.	-10
25,5 ГГц	Выкл.	Выкл.	-10
42,5 МГц	Выкл.	Вкл.	-10
70 МГц	Выкл.	Вкл.	-10
300 МГц	Выкл.	Вкл.	-10
2 ГГц	Выкл.	Вкл.	-10
4 ГГц	Выкл.	Вкл.	-10
5 ГГц	Выкл.	Вкл.	-10
8 ГГц	Выкл.	Вкл.	-10
10 ГГц	Выкл.	Вкл.	-10
12,2 ГГц	Выкл.	Вкл.	-10
17 ГГц	Выкл.	Вкл.	-10
25,5 ГГц	Выкл.	Вкл.	-10
42,5 МГц	Вкл.	Вкл.	-40
70 МГц	Вкл.	Вкл.	-40
300 МГц	Вкл.	Вкл.	-40
2 ГГц	Вкл.	Вкл.	-40
4 ГГц	Вкл.	Вкл.	-40
5 ГГц	Вкл.	Вкл.	-40
8 ГГц	Вкл.	Вкл.	-40
10 ГГц	Вкл.	Вкл.	-40
12,2 ГГц	Вкл.	Вкл.	-40
17 ГГц	Вкл.	Вкл.	-40
25,5 ГГц	Вкл.	Вкл.	-40
42,5 МГц	Вкл.	Выкл.	-40
70 МГц	Вкл.	Выкл.	-40
300 МГц	Вкл.	Выкл.	-40
2 ГГц	Вкл.	Выкл.	-40
4 ГГц	Вкл.	Выкл.	-40
5 ГГц	Вкл.	Выкл.	-40
8 ГГц	Вкл.	Выкл.	-40
10 ГГц	Вкл.	Выкл.	-40
12,2 ГГц	Вкл.	Выкл.	-40
17 ГГц	Вкл.	Выкл.	-40
25,5 ГГц	Вкл.	Выкл.	-40

10.5 Определение уровня интермодуляционных искажений 2-го порядка

Определение относительного уровня интермодуляционных искажений 2-го порядка проводят методом прямых измерений, путем подачи на вход анализатора двух гармонических сигналов с частотами f_1 и f_2 и измерения уровня помех $L_{им2}$, возникших на частоте f_1+f_2 .

10.5.1 Выполнить соединение средств измерений в соответствии со схемой, приведённой на рис. 3.

10.5.2 Для проведения измерений в частотном диапазоне от 100 кГц до 30 МГц

выполнить следующие установки на анализаторе:

- АС КВ
- Сброс настроек
- Старт АС
- Внешняя ОЧ: вкл.
- Полоса анализа: **100 кГц**
- Ослабление внутреннего аттенюатора Атт: 0 дБ
- Центральная частота: **F** (из таблицы 7)
- Шкала Мах: **Lvx** (из таблицы 7)
- Тип активной трассы: Ср.лог. О
- Усреднение: не менее 10

10.5.3 Для проведения измерений в частотном диапазоне от 30 МГц до 26 ГГц выполнить следующие установки на анализаторе:

- Возврат АС
- Сброс настроек
- Старт АС
- Внешняя ОЧ: вкл.
- Полоса анализа: **100 кГц**
- Ослабление внутреннего аттенюатора Атт: 0 дБ
- Центральная частота: **F** (из таблицы 7)
- МШУ: (из таблицы 7)
- Преселектор: (из таблицы 7)
- Шкала Мах: **Lvx** (из таблицы 7)
- Тип активной трассы: Ср.лог. О
- Усреднение: не менее 10

Установить уровень выходного сигнала первого генератора **Lvx** (из таблицы 6), частоту $f_1 = F - 10 \text{ кГц}$

Установить уровень выходного сигнала второго генератора **Lvx** (из таблицы 6), частоту $f_2 = F + 10 \text{ кГц}$

Включить мощность первого генератора. Органами регулировки генератора установить уровень на входе анализатора **Lvx** (из таблицы 7). Выключить мощность первого генератора, включить мощность второго генератора и установить его уровень аналогичным образом.

Включить выходную мощность первого генератора.

Установить на анализаторе удвоенную центральную частоту **F**.

При помощи маркеров анализатора провести измерения и зафиксировать уровень интермодуляционных искажений **Лим2** на частоте $f_1 + f_2$.

Таблица 7

F	МШУ	Преселектор	Lvx
1	2	3	4
10,5 МГц	-	-	-10
100 МГц	Выкл.	Выкл.	-10
1 ГГц	Выкл.	Выкл.	-10
2 ГГц	Выкл.	Выкл.	-10
4 ГГц	Выкл.	Выкл.	-10
6,2 ГГц	Выкл.	Выкл.	-10
9,1 ГГц	Выкл.	Выкл.	-10

Продолжение таблицы 7

1	2	3	4
100 МГц	Выкл.	Вкл.	-10
1 ГГц	Выкл.	Вкл.	-10
2 ГГц	Выкл.	Вкл.	-10
4 ГГц	Выкл.	Вкл.	-10
6,2 ГГц	Выкл.	Вкл.	-10
9,1 ГГц	Выкл.	Вкл.	-10
100 МГц	Вкл.	Выкл.	-40
1 ГГц	Вкл.	Выкл.	-40
2 ГГц	Вкл.	Выкл.	-40
4 ГГц	Вкл.	Выкл.	-40
6,2 ГГц	Вкл.	Выкл.	-40
9,1 ГГц	Вкл.	Выкл.	-40

10.6 Определение погрешности измерения глубины амплитудной модуляции (АМ)

Определение погрешности измерения глубины АМ проводят методом прямых измерений с помощью калибратора SMBV-AM-FM.

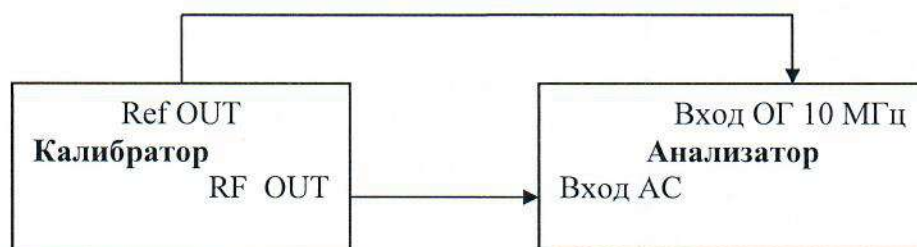


Рисунок 4

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

Установить выходной уровень сигнала калибратора минус 10 дБ (1 мВт), частоту выходного сигнала 1 ГГц.

Выполнить следующие установки на анализаторе:

- Сброс настроек
- Старт АС
- Внешняя ОЧ: вкл.
- Полоса анализа: 50 кГц
- ППЧФ: 1 Гц
- Преселектор: выкл.
- Ослабление внутреннего аттенюатора Атт: 10 дБ
- Центральная частота: 1 ГГц
- Шкала Max: -20 дБм
- Демодуляция: тип – АМ

Устанавливать на калибраторе значения коэффициента АМ (**АМ_{кал}**) и модулирующей частоты в соответствии с таблицей 8:

Зафиксировать результаты измерений коэффициента АМ (**АМ_{изм}**) в поле Глубина АМ.

Таблица 8

Коэффициент АМ (АМ _{кал}), %	Модулирующая частота, кГц
5; 10; 50; 90; 100	1
90	0,4; 6; 10

10.7 Определение погрешности измерения девиации частоты

Определение погрешности измерения девиации частоты проводят методом прямых измерений с помощью калибратора SMBV-AM-FM.

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

Установить выходной уровень сигнала калибратора минус 10 дБ (1 мВт), частоту выходного сигнала 1 ГГц.

Выполнить следующие установки на анализаторе:

- Сброс настроек
- Старт АС
- Внешняя ОЧ: вкл.
- Полоса анализа: 100 кГц
- ППЧФ: 1 Гц
- Преселектор: выкл.
- Ослабление внутреннего аттенюатора Атт: 10 дБ
- Центральная частота: 1 ГГц
- Шкала Мах: -20 дБм
- Демодуляция: тип – ЧМ ШП

Включить выход калибратора. Устанавливать значения девиации частоты ($\Delta f_{\text{кал}}$) и модулирующей частоты в соответствии с таблицей 9.

Зафиксировать результаты измерений девиации частоты ($\Delta f_{\text{физм}}$) в поле Девиация ЧМ.

Таблица 9

Девиация частоты ($\Delta f_{\text{кал}}$), кГц	Модулирующая частота, кГц
0,1; 1; 10; 30	1
10	0,03; 6; 10; 15

10.8 Определение уровня подавления зеркальных помех

Определение уровня подавления зеркальных помех проводят методом прямых измерений с помощью генератора сигналов SMA100B.

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

Установить выходной уровень сигнала генератора сигналов минус 20 дБ (1 мВт), частоту выходного сигнала F_{SMA} из таблицы 4.

Выполнить следующие установки на анализаторе:

- Сброс настроек
- Старт АС
- Внешняя ОЧ: вкл.
- Полоса анализа: 100 кГц
- ППЧФ: 100 Гц
- Преселектор: выкл.
- Ослабление внутреннего аттенюатора Атт: 0 дБ

- Центральная частота: **Физм**
- Шкала Max: -20 дБм

При помощи маркера анализатора провести измерения и зафиксировать уровень зеркальных помех **Лизм** на частотах, указанных в таблице 10.

Таблица 10 – Устанавливаемые частоты на генераторе и анализаторе

Частота, установленная на генераторе F_{SMA} , МГц	Частота, установленная на анализаторе Физм , МГц
Физм +2· $F_{ПЧ}$ *	0,1; 1; 200; 1000; 5000; 10000; 12000
* Примечание – $F_{ПЧ}$ – значение промежуточной частоты: 1,8 МГц в диапазоне частот от 100 кГц до 30 МГц; 140 МГц в диапазоне от 30 МГц до 26 ГГц	

10.9 Определение среднего уровня собственных шумов

10.9.1 Определение среднего уровня собственных шумов (СУСП) анализатора проводят методом прямых измерений, путём измерения уровня с усреднением показаний отсчетных устройств анализатора при отсутствии входного сигнала.

К входу анализатора подключить согласованную нагрузку 50 Ом.

Выполнить следующие установки на анализаторе:

- Режим измерений: АС КВ / Возврат АС в соответствии с частотным диапазоном
- Сброс настроек
- Старт АС
- Внешняя ОЧ: выкл.
- Полоса анализа: 10 кГц
- Ослабление внутреннего аттенюатора Атт: 0 дБ
- Центральная частота: **Физм**
- Шкала Max: -80 дБм
- Тип активной трассы: Ср.лог. О
- Усреднение: не менее 20
- Маркеры : Тип : Лин.; Частота: **Физм**

Устанавливать следующие значения центральной частоты **Физм** анализатора: 1 МГц; 10 МГц; 20 МГц; 30 МГц; 30,1 МГц; 500 МГц; 800 МГц; далее от 999 МГц до 25,999 ГГц с шагом 1 ГГц.

Зафиксировать результат измерения среднего значения уровня собственных шумов в полосе пропускания 10 Гц по показаниям Мощн. (дБм) в таблице маркеров анализатора **Рш(10 Гц)**.

10.9.2 В диапазоне частот от 30 МГц до 26 ГГц измерения проводить при положениях МШУ/Преселектор: Выкл./Выкл.; Выкл./Вкл.; Вкл./Вкл.; Вкл./Выкл.

10.10 Определение абсолютной погрешности воспроизведения уровня выходного сигнала в режиме тестирующего генератора

10.10.1 Определение абсолютной погрешности воспроизведения уровня выходного сигнала в режиме тестирующего генератора проводят методом прямых измерений с помощью ваттметра поглощаемой мощности СВЧ NRP50T и приемника измерительного R&S FSMR50 по схеме, представленной на рисунке 5.

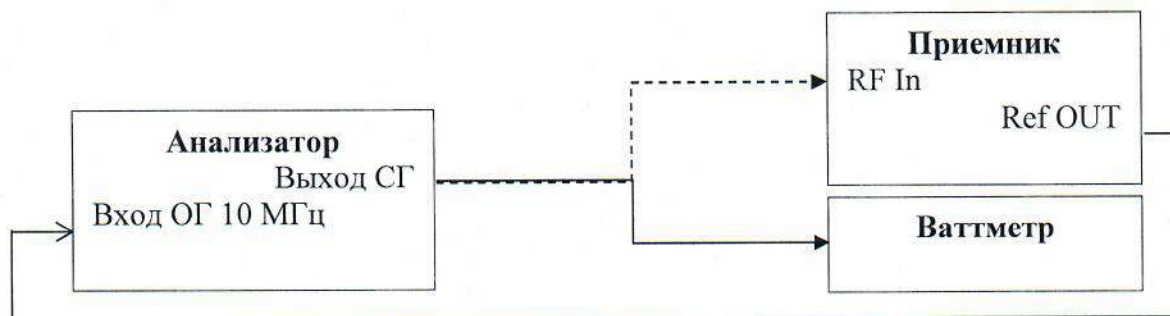


Рисунок 5

10.10.2 Подключить ваттметр к выходу тестирующего генератора.

Выполнить следующие установки генератора в панели «Генератор сигналов»:

- Частота: **F_{сг}** (из таблицы 11)
- Мощность: **P_{сг}** (из таблицы 11)
- Вкл.

Устанавливая значения частоты **F_{сг}** и мощности **P_{сг}** из таблицы 11, зафиксировать результат воспроизведения уровня по показаниям ваттметра **L_{power}**.

Таблица 11

F_{сг}	P_{сг}, дБ (1 мВт)
100 кГц	-20
290 кГц	-20
310 кГц	-10
1 МГц	-10
100 МГц	-10
1 ГГц	-10
5 ГГц	-10
5,79 ГГц	-10
5,81 ГГц	-10
10 ГГц	-10
20 ГГц	-10
23,9 ГГц	-10
24,1 ГГц	-20
26 ГГц	-20

10.10.3 Соединить выход тестирующего генератора с приемником измерительным.

Определить отношения мощностей **ΔP** при выходном уровне тестирующего генератора минус 60 дБ (1 мВт) на частотах 100 кГц; 1 ГГц, 26 ГГц, взяв за опорный уровень из предыдущей операции.

10.11 Определение уровня гармоник и субгармоник выходного сигнала в режиме тестирующего генератора

10.11.1 Определение уровня гармоник и субгармоник выходного сигнала в режиме тестирующего генератора проводят методом прямых измерений с помощью приемника измерительного R&S FSMR50.

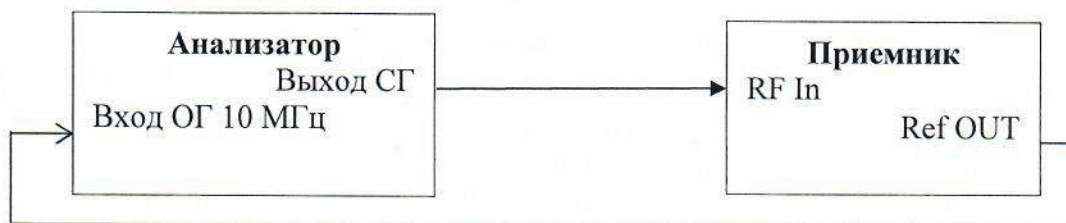


Рисунок 6

10.11.2 Выполнить соединение по схеме, представленной на рисунке 6.

Настроить приемник на проведение измерений.

Выполнить следующие установки генератора в панели «Генератор сигналов»:

- Частота: **F_{сг}**
- Мощность: -20 дБм
- Вкл.

10.11.3 Устанавливая следующие значения частоты **F_{сг}**: 12 ГГц; 16 ГГц; 20 ГГц; 26 ГГц, фиксировать на приемнике значения уровня несущей **P0** на частоте **F_{нес} = F_{ген}** и уровня субгармоник **P1** на частотах **F_{сг} = 1/2F_{ген}, 3/2F_{ген}**.

10.11.4 Устанавливая следующие значения частоты **F_{сг}**: 100 кГц; 300 кГц; 500 кГц; 900 кГц; 1,1 МГц; 69 МГц; 71 МГц; 100 МГц; 124 МГц; 126 МГц; 224 МГц; 226 МГц; 400 МГц; 450 МГц; 700 МГц; 800 МГц; 1,2 ГГц; 2 ГГц; 3 ГГц; 5 ГГц; 7 ГГц; 10 ГГц; 14 ГГц; 15 ГГц; 18 ГГц; 20 ГГц; 25 ГГц, фиксировать на приемнике значения уровня несущей **P0** на частоте **F_{нес} = F_{ген}** и уровня гармоник **P2** на частоте **F_г = 2F_{ген}**.

10.12 Определение уровня фазовых шумов относительно несущей выходного сигнала в режиме тестирующего генератора

10.12.1 Определение уровня фазовых шумов относительно несущей выходного сигнала в режиме тестирующего генератора проводят методом прямых измерений с помощью анализатора фазовых шумов FSWP50.

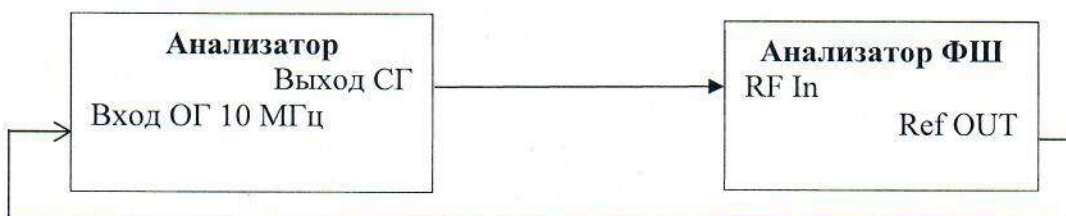


Рисунок 7

10.12.2 Выполнить соединение по схеме, представленной на рисунке 7.

Настроить анализатор фазовых шумов на проведение измерений при отстройках от 100 Гц до 10 МГц.

Выполнить следующие установки генератора в панели «Генератор сигналов»:

- Частота: **1 ГГц**
- Мощность: -10 дБм
- Вкл.

10.12.3 Зафиксировать значения уровня фазовых шумов относительно несущей 1 ГГц в полосе пропускания 1 Гц при отстройках согласно таблицы 12.

Таблица 12

Отстройка	Уровень фазовых шумов, относительно несущей 1 ГГц в полосе пропускания 1 Гц, дБ, не более
1 кГц	-113
10 кГц	-116
100 кГц	-115
1 МГц	-129

10.13 Определение КСВН радиочастотных разъемов

КСВН радиочастотных входов анализатора и выхода тестирующего генератора измерить с помощью анализатора электрических цепей векторного ZVA50. На анализаторе цепей установить уровень выходной мощности минус 20 дБ (1 мВт) и откалибровать его по срезу кабеля в соответствии с руководством по эксплуатации. Кабель подключить к радиочастотному входу анализатора.

10.13.1 Поочередно подключить срез кабеля к обоим входам анализатора. Установить входной аттенюатор анализатора 0 дБ. Провести измерения КСВН в диапазонах частот от 20 МГц до 26 ГГц, указанных в таблице 13, устанавливая соответствующие значения центральной частоты **Физм** на анализаторе. Зафиксировать результаты измерений.

Таблица 13 – Диапазоны частот измерения КСВН радиочастотных входов

Диапазон частот, установленный на анализаторе	Диапазон частот измерений КСВН	КСВН входа при ослаблении аттенюатора 0 дБ, не более
от 20 до 30 МГц	от 20 до 30 МГц	1,5
от 30 МГц до 6 ГГц	от 30 МГц до 6 ГГц	1,5
от 6 до 10 ГГц	от 6 до 10 ГГц	1,7
от 10 до 16 ГГц	от 10 до 16 ГГц	2,0
от 16 до 26 ГГц	от 16 до 26 ГГц	2,5

10.13.1 Подключить срез кабеля выходу тестирующего генератора. Провести измерения КСВН в диапазонах частот от 50 МГц до 26 ГГц, указанных в таблице 14. Зафиксировать результаты измерений.

Таблица 14 – Диапазоны частот измерения КСВН радиочастотного выхода

Диапазон частот измерений КСВН	КСВН, не более
от 50 МГц до 6 ГГц	1,3
от 6 до 12 ГГц	1,8
от 12 до 26 ГГц	2,0

11 Подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям

11.1 Для полученных в пункте 10.1 результатов измерений $F_{\text{изм}}$, рассчитать по формуле (1) относительную погрешность измерений частоты с помощью маркеров

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

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

Рассчитанное значение относительной погрешности измерений частоты маркеров δF не должно выходить за пределы $\pm(3 \cdot 10^{-7} + T \cdot 1 \cdot 10^{-6})$, где T – количество полных лет, прошедших после выпуска прибора или последней заводской калибровки.

11.2 Для полученных в пунктах 10.2.2, 10.2.4, 10.2.5 результатов измерений рассчитать по формуле (2) погрешность измерений уровня мощности входного сигнала

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

где ΔP – погрешность измерений уровня, дБ;
 $P_{\text{изм}}$ – измеренная мощность, дБ (1 мВт);
 L_{Power} – показания ваттметра, дБ (1 мВт).

Рассчитанные значения погрешности измерений уровня мощности входного сигнала не должны выходить за пределы ± 1 дБ.

11.3 Для полученных в пункте 10.3 результатов измерений, рассчитать по формуле (3) действительные значения относительного уровня фазовых шумов анализатора

$$P_{\text{фш}} = \Delta \text{ мощность} - 10 \cdot \lg(\text{ПП}), \quad (3)$$

где $P_{\text{фш}}$ – уровень фазовых шумов относительно несущей в полосе пропускания 1 Гц, дБ;
 $\Delta \text{ мощность}$ – уровень фазовых шумов относительно несущей в установленной полосе пропускания дБ;
ПП – установленная на анализаторе полоса пропускания, Гц.

Рассчитанные значения уровня фазовых шумов, относительно несущей 10 ГГц в полосе пропускания 1 Гц, не должны превышать значений, указанных в таблице 5.

11.4 Для полученных в пункте 10.4 результатов измерений, рассчитать по формуле (4) уровень интермодуляционных искажений 3-го порядка

$$\text{ИП}_3 = (3 \cdot L_{\text{вх}} - L_{\text{имз}})/2, \quad (4)$$

где ИП_3 – уровень интермодуляционных искажений 3-го порядка, выраженный в виде точки пересечения 3-го порядка, дБ (1 мВт);
 $L_{\text{вх}}$ – уровень на входе анализатора, дБ (1 мВт);
 $L_{\text{имз}}$ – наибольшее значение уровня помехи на частотах $(2f_1 - f_2)$ и $(2f_2 - f_1)$, дБ (1 мВт).

Рассчитанные значения уровня интермодуляционных искажений 3-го порядка не должны превышать значений, указанных в таблице 15.

Таблица 15

Уровень интермодуляционных искажений третьего порядка (ИП ₃) в диапазоне частот от 0,1 до 30 МГц, дБ (1 мВт), не менее	27
Уровень интермодуляционных искажений третьего порядка (ИП ₃) (Атт. = 0 дБ, МШУ – выкл, Преселектор – выкл.) в диапазонах частот, дБ (1 мВт), не менее	
– от 0,03 до 0,2 ГГц включ	16
– св 0,2 до 3 ГГц включ	30
– св 3 до 5,8 ГГц включ	30
– св 5,8 до 12 ГГц включ	20
– св 12 до 18 ГГц включ	30
– св 18 до 26 ГГц	33
Уровень интермодуляционных искажений третьего порядка (ИП ₃) (Атт. = 0 дБ, МШУ – вкл, Преселектор – выкл.) в диапазонах частот, дБ (1 мВт), не менее	
– от 0,03 до 0,2 ГГц включ	-6
– св 0,2 до 3 ГГц включ	5
– св 3 до 5,8 ГГц включ	-5
– св 5,8 до 12 ГГц включ	2
– св 12 до 18 ГГц включ	7
– св 18 до 26 ГГц	1
Уровень интермодуляционных искажений третьего порядка (ИП ₃) (Атт. = 0 дБ, МШУ – вкл, Преселектор – вкл.) в диапазонах частот, дБ (1 мВт), не менее	
– от 0,03 до 0,2 ГГц включ	-3
– св 0,2 до 3 ГГц включ	10
– св 3 до 5,8 ГГц включ	10
– св 5,8 до 12 ГГц включ	1
– св 12 до 18 ГГц включ	7
– св 18 до 26 ГГц	1
Уровень интермодуляционных искажений третьего порядка (ИП ₃) (Атт. = 0 дБ, МШУ – выкл, Преселектор – вкл.) в диапазонах частот, дБ (1 мВт), не менее	
– от 0,03 до 0,2 ГГц включ	20
– св 0,2 до 3 ГГц включ	30
– св 3 до 5,8 ГГц включ	35
– св 5,8 до 12 ГГц включ	27
– св 12 до 18 ГГц включ	30
– св 18 до 26 ГГц	35

11.5 Для полученных в пункте 10.5 результатов измерений рассчитать по формуле (5) уровень интермодуляционных искажений 2-го порядка

$$\text{ИП}_2 = 2 \cdot L_{\text{вх}} - L_{\text{им}2}, \quad (5)$$

где ИП_2 – уровень интермодуляционных искажений 2-го порядка, дБ (1 мВт)
 $L_{\text{вх}}$ = минус 10 (минус 40) – уровень на входе анализатора, дБ (1 мВт);
 $L_{\text{им}2}$ – уровень помехи на частоте $(f_1 + f_2)$, дБ (1 мВт).

Рассчитанные значения уровня интермодуляционных искажений 2-го порядка не должны превышать значений, указанных в таблице 16.

Таблица 16

Уровень интермодуляционных искажений второго порядка (ПР 2), дБ (1 мВт), не менее	65
Уровень интермодуляционных искажений второго порядка (ПР 2) (Атт. = 0 дБ, МШУ – выкл, Преселектор – выкл.), дБ (1 мВт), не менее	
– от 0,03 до 3 ГГц включ.	55
– св 3 до 5,8 ГГц включ.	50
– св 5,8 до 12 ГГц включ.	60
– св 12 до 18 ГГц включ.	30
– св 18 до 26 ГГц	30
Уровень интермодуляционных искажений второго порядка (ПР 2) (Атт. = 0 дБ, МШУ – вкл, Преселектор – выкл.), дБ (1 мВт), не менее	
– от 0,03 до 3 ГГц включ.	15
– св 3 до 5,8 ГГц включ.	20
– св 5,8 до 12 ГГц включ.	11
– св 12 до 18 ГГц включ.	0
– св 18 до 26 ГГц	1
Уровень интермодуляционных искажений второго порядка (ПР 2) (Атт. = 0 дБ, МШУ – выкл, Преселектор – вкл.), дБ (1 мВт), не менее	
– от 0,03 до 3 ГГц включ.	70
– св 3 до 5,8 ГГц включ.	75
– св 5,8 до 12 ГГц включ.	85
– св 12 до 18 ГГц включ.	90
– св 18 до 26 ГГц	95

11.6 Для полученных в пункте 10.6 результатов измерений рассчитать по формуле (6) абсолютную погрешность измерения глубины модуляции

$$\Delta AM = AM_{\text{кал}} - AM_{\text{изм}}, \quad (6)$$

где ΔAM – абсолютная погрешность измерения глубины модуляции, %;
 $AM_{\text{кал}}$ – установленный коэффициент АМ на калибраторе, %;
 $AM_{\text{изм}}$ – измеренное значение коэффициента АМ, %.

Рассчитанные значения погрешности измерения глубины амплитудной модуляции не должны превышать $\pm 5\%$.

11.7 Для полученных в пункте 10.7 результатов измерений рассчитать по формуле (7) абсолютную погрешность измерения девиации частоты

$$\Delta FM = \Delta f_{\text{кал}} - \Delta f_{\text{изм}}, \quad (7)$$

где ΔFM – абсолютная погрешность измерения девиации частоты, кГц;
 $\Delta f_{\text{кал}}$ – установленная девиация частоты на калибраторе, кГц;
 $\Delta f_{\text{изм}}$ – измеренное значение девиации частоты, кГц.

Рассчитанные значения погрешности измерения девиации частоты не должны превышать $\pm 0,1$ кГц.

11.8 Для полученных в пункте 10.8 результатов измерений рассчитать по формуле (8) уровень подавления зеркальных помех

$$L_{\text{п}} = L_{\text{вх}} - L_{\text{изм}}, \quad (8)$$

где $L_{\text{п}}$ – уровень подавления зеркальных помех, дБ
 $L_{\text{вх}}$ – уровень на входе анализатора, дБ (1 мВт);
 $L_{\text{изм}}$ – уровень помехи, дБ (1 мВт).

Рассчитанные значения уровня подавления зеркальных помех должны быть не менее значений, указанных в таблице 17.

Таблица 17

Уровень подавления зеркальных помех, дБ, не менее	
– от 0,1 до 30 МГц	90
– от 0,2 до 12 ГГц	76

11.9 Для полученных в пункте 10.9 результатов измерений рассчитать по формуле (9) действительные значения среднего уровня собственных шумов анализатора в полосе пропускания 1 Гц

$$P_{\text{ш}} = P_{\text{ш}}(10 \text{ Гц}) - 10 \cdot \lg(\text{ПП}), \quad (9)$$

где $P_{\text{ш}}$ – средний уровень собственных шумов анализатора в полосе пропускания 1 Гц, дБ (1 мВт/Гц);
 $P_{\text{ш}}(10 \text{ Гц})$ – значения маркера, дБ (1 мВт);
ПП – установленная на анализаторе полоса пропускания, Гц.

Для всех указанных частот рассчитанные значения среднего уровня собственных шумов, приведенные к полосе пропускания 1 Гц, не должны превышать значений, указанных в таблице 18.

Таблица 18

Спектральная плотность мощности собственных шумов в полосе пропускания 1 Гц в диапазоне частот от 1 до 30 МГц (Атт. = 0 дБ), дБ (1 мВт), не более	-160
Спектральная плотность мощности собственных шумов в полосе пропускания 1 Гц в диапазонах частот (Атт. = 0 дБ, МШУ – выкл, Преселектор – выкл.), дБ (1 мВт)/Гц, не более	
– от 0,03 до 3 ГГц включ.	-140
– св 3 до 5,8 ГГц включ.	-139
– св 5,8 до 14,5 ГГц включ.	-138
– св 14,5 до 18 ГГц включ.	-136
– св 18 до 24 ГГц включ.	-129
– св 24 до 26 ГГц	-124

Продолжение таблицы 18

Спектральная плотность мощности собственных шумов в полосе пропускания 1 Гц в диапазонах частот (Атт. = 0 дБ, МШУ – вкл, Преселектор – выкл.), дБ (1 мВт)/Гц, не более	
– от 0,03 до 3 ГГц включ.	-154
– св 3 до 5,8 ГГц включ.	-158
– св 5,8 до 14,5 ГГц включ.	-153
– св 14,5 до 18 ГГц включ.	-151
– св 18 до 24 ГГц включ.	-149
– св 24 до 26 ГГц	-147
Спектральная плотность мощности собственных шумов в полосе пропускания 1 Гц в диапазонах частот (Атт. = 0 дБ, МШУ – вкл, Преселектор – вкл.), дБ (1 мВт)/Гц, не более	
– от 0,03 до 3 ГГц включ.	-141
– св 3 до 5,8 ГГц включ.	-154
– св 5,8 до 14,5 ГГц включ.	-153
– св 14,5 до 18 ГГц включ.	-152
– св 18 до 24 ГГц включ.	-147
– св 24 до 26 ГГц	-144
Спектральная плотность мощности собственных шумов в полосе пропускания 1 Гц в диапазонах частот (Атт. = 0 дБ, МШУ – выкл, Преселектор – вкл.), дБ (1 мВт)/Гц, не более	
– от 0,03 до 3 ГГц включ.	-126
– св 3 до 5,8 ГГц включ.	-134
– св 5,8 до 14,5 ГГц включ.	-134
– св 14,5 до 18 ГГц включ.	-136
– св 18 до 24 ГГц включ.	-129
– св 24 до 26 ГГц	-123

11.10 Для полученных в пункте 10.10.2 результатов измерений рассчитать по формуле (10) абсолютную погрешность воспроизведения уровня выходного сигнала тестирующего генератора

$$\Delta = L_{\text{power}} - P_{\text{сг}}, \quad (10)$$

где Δ – погрешность воспроизведения уровня, дБ;
 L_{power} – значение, измеренное ваттметром, дБ (1 мВт);
 $P_{\text{сг}}$ – установленный уровень тестирующего генератора, дБ (1 мВт).

Для полученных в пункте 10.10.3 результатов измерений расчет погрешности воспроизведения уровня выходного сигнала тестирующего генератора провести по формуле (11)

$$\Delta = \Delta P + L_{\text{power}} - P_{\text{сг}}, \quad (11)$$

где Δ – погрешность воспроизведения уровня, дБ;
 ΔP – значения дельта-маркера приемника, дБ;
 L_{power} – значение, измеренное ваттметром, дБ (1 мВт);
 $P_{\text{сг}}$ – установленный уровень тестирующего генератора, дБ (1 мВт).

Рассчитанные значения погрешности воспроизведения уровня выходного сигнала не должны выходить за пределы, указанные в таблице 19.

Таблица 19

Диапазоны частот	Пределы абсолютной погрешности воспроизведения уровня выходного сигнала, дБ, не более
– от 0,1 до 5800 МГц включ.	$\pm 1,5$
– св 5,8 до 26 ГГц	$\pm 2,5$

11.11 Для полученных в пункте 10.11 результатов измерений рассчитать уровни субгармоник (по формуле (12)) и гармоник (по формуле (13)) выходного сигнала тестирующего генератора относительно уровня несущей

$$\Delta P1 = P1 - P0, \quad (12)$$

где $\Delta P1$ – уровень субгармоник относительно несущей, дБ;
 $P1$ – уровень субгармоник, дБ (1 мВт);
 $P0$ – уровень несущей, дБ (1 мВт).

$$\Delta P2 = P2 - P0, \quad (13)$$

где $\Delta P2$ – уровень гармоник относительно несущей, дБ;
 $P2$ – уровень гармоник, дБ (1 мВт).

Рассчитанные значения уровни субгармоник и гармоник выходного сигнала тестирующего генератора относительно несущей не должны выходить за пределы, указанные в таблице 20.

Таблица 20

Уровень субгармоник относительно несущей F_0 на частотах $1/2F_0$, $3/2F_0$, $4/2F_0$, дБ, не более – от 12 до 26 ГГц	-10
Уровень выходных гармоник относительно несущей, дБ, не более	
– от 0,1 до 0,3 МГц включ.	-22
– св 0,3 до 1 МГц включ.	-40
– св 1 до 70 МГц включ.	-45
– св 70 до 125 МГц включ.	-63
– св 125 до 225 МГц включ.	-60
– св 225 до 415 МГц включ.	-55
– св 415 до 750 МГц включ.	-57
– св 750 до 1260 МГц включ.	-57
– св 1260 до 2120 МГц включ.	-40
– св 2120 до 3550 МГц включ.	-55
– св 3550 до 5800 МГц включ.	-52
– св 5800 до 14500 МГц включ.	-16
– св 14500 до 18000 МГц включ.	-15
– св 18000 до 26000 МГц	-30

11.12 Полученные по пункту 10.12 результаты измерений фазовых шумов относительно несущей выходного сигнала в режиме тестирующего генератора не должны превышать значений, указанных в таблице 12.

11.13 Полученные по пункту 10.13 значения КСВН радиочастотных входов анализатора и выхода тестирующего генератора не должны превышать значений, указанных в таблицах 13, 14.

11.14 Критериями принятия специалистом, проводившим поверку, решения по подтверждению соответствия средства измерений метрологическим требованиям, установленным при утверждении типа, является обязательное выполнение всех процедур, перечисленных в разделах 8.2; 9; 10 и соответствие действительных значений метрологических характеристик анализаторов спектра БАРС-МСА-26С требованиям, указанным в пунктах 11.1 – 11.13 настоящей методики.

11.15 При получении отрицательных результатов по любой из процедур, перечисленных в разделах 8.2; 9; 10 или несоответствии действительных значений метрологических характеристик анализаторов спектра БАРС-МСА-26С требованиям, указанным в пунктах 11.1 – 11.13 принимается решение о несоответствии средства измерений метрологическим требованиям, установленным при утверждении типа.

12 Оформление результатов поверки

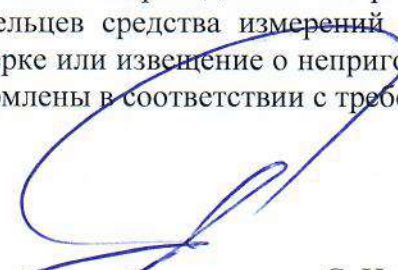
12.1 Результаты проверки внешнего осмотра, опробования, идентификации ПО, условий поверки и окончательные результаты измерений (расчетов), полученные в процессе поверки, заносят в протокол поверки произвольной формы.

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

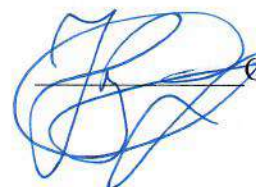
12.3 Свидетельство о поверке или извещение о непригодности к применению средства измерений выдается по заявлению владельцев средства измерений или лиц, представивших его в поверку. Свидетельство о поверке или извещение о непригодности к применению средства измерений должны быть оформлены в соответствии с требованиями действующих правовых нормативных документов.

Начальник лаборатории № 441
ФБУ «НИЦ ПМ – Ростест»

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



С. Н. Голышак



С. С. Кучеренко

Приложение А
(обязательное)

Таблица А.1 - Основные метрологические характеристики анализаторов спектра БАРС-МСА-26С

Наименование характеристики	Значение	
	«Вход СА 50 Ω 100 кГц – 30 МГц»	«Вход СА 50 Ω 30 МГц – 26 ГГц»
1	2	3
В режиме радиоприемника		
Диапазон рабочих частот, МГц	от 0,1 до 30	от 30 до 26000
Пределы допускаемой относительной погрешности частоты опорного генератора в рабочем диапазоне температур при выпуске из производства или после заводской подстройки	$\pm 3 \cdot 10^{-7}$	
Пределы допускаемого дрейфа частоты опорного генератора за 1 год	$\pm 1 \cdot 10^{-6}$	
Вход сигнала внешней синхронизации SMA(f), 50 Ом		
частота сигнала, МГц	10	
уровень сигнала, дБ (1 мВт)	± 10	
Шаг перестройки частоты, Гц	1	
Диапазон установки полосы обзора	от 1 кГц до полного диапазона частот	
Максимальный уровень входного сигнала, дБ (1 мВт)	5	20
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений уровня входного сигнала, дБ	± 1	
Диапазон и шаг перестройки входного аттенюатора (Атт.), дБ	от 0 до 35 с шагом 5	от 0 до 30 с шагом 2
Уровень фазовых шумов, относительно несущей 10 ГГц в полосе пропускания 1 Гц, дБ, не более		
– при отстройке на 100 Гц	-75	
– при отстройке на 1 кГц	-95	
– при отстройке на 10 кГц	-105	
– при отстройке на 100 кГц	-106	
– при отстройке на 1 МГц	-120	
– при отстройке на 10 МГц	-130	
КСВН входа при ослаблении аттенюатора 0 дБ, не более		
– от 20 до 30 МГц	1,5	1,5
– от 0,03 до 6 ГГц включ.		1,7
– св. 6 до 10 ГГц включ.		2,0
– св. 10 до 16 ГГц включ.		2,5
– св. 16 до 26 ГГц		
Спектральная плотность мощности собственных шумов в полосе пропускания 1 Гц в диапазоне частот от 1 до 30 МГц (Атт. = 0 дБ), дБ (1 мВт), не более	-160	-

Продолжение таблицы А.1

1	2	3
Спектральная плотность мощности собственных шумов в полосе пропускания 1 Гц в диапазонах частот (Атт. = 0 дБ, МШУ – выкл, Преселектор – выкл.), дБ (1 мВт)/Гц, не более		
– от 0,03 до 3 ГГц включ.		-140
– св 3 до 5,8 ГГц включ.		-139
– св 5,8 до 14,5 ГГц включ.		-138
– св 14,5 до 18 ГГц включ.	-	-136
– св 18 до 24 ГГц включ.		-129
– св 24 до 26 ГГц		-124
Спектральная плотность мощности собственных шумов в полосе пропускания 1 Гц в диапазонах частот (Атт. = 0 дБ, МШУ – вкл, Преселектор – выкл.), дБ (1 мВт)/Гц, не более		
– от 0,03 до 3 ГГц включ.		-154
– св 3 до 5,8 ГГц включ.		-158
– св 5,8 до 14,5 ГГц включ.		-153
– св 14,5 до 18 ГГц включ.	-	-151
– св 18 до 24 ГГц включ.		-149
– св 24 до 26 ГГц		-147
Спектральная плотность мощности собственных шумов в полосе пропускания 1 Гц в диапазонах частот (Атт. = 0 дБ, МШУ – вкл, Преселектор – вкл.), дБ (1 мВт)/Гц, не более		
– от 0,03 до 3 ГГц включ.		-141
– св 3 до 5,8 ГГц включ.		-154
– св 5,8 до 14,5 ГГц включ.		-153
– св 14,5 до 18 ГГц включ.	-	-152
– св 18 до 24 ГГц включ.		-147
– св 24 до 26 ГГц		-144
Спектральная плотность мощности собственных шумов в полосе пропускания 1 Гц в диапазонах частот (Атт. = 0 дБ, МШУ – выкл, Преселектор – вкл.), дБ (1 мВт)/Гц, не более		
– от 0,03 до 3 ГГц включ.		-126
– св 3 до 5,8 ГГц включ.		-134
– св 5,8 до 14,5 ГГц включ.		-134
– св 14,5 до 18 ГГц включ.	-	-136
– св 18 до 24 ГГц включ.		-129
– св 24 до 26 ГГц		-123
Уровень подавления зеркальных помех, дБ, не менее		
– от 0,1 до 30 МГц	90	
– от 0,2 до 12 ГГц		76

Продолжение таблицы А.1

1	2	3
Уровень интермодуляционных искажений второго порядка (ИР 2), дБ (1 мВт), не менее	65	-
Уровень интермодуляционных искажений второго порядка (ИР 2) (Атт. = 0 дБ, МШУ – выкл, Преселектор – выкл.), дБ (1 мВт), не менее	-	55
– от 0,03 до 3 ГГц включ.		50
– св 3 до 5,8 ГГц включ.		60
– св 5,8 до 12 ГГц включ.		30
– св 12 до 18 ГГц включ.		30
– св 18 до 26 ГГц		30
Уровень интермодуляционных искажений второго порядка (ИР 2) (Атт. = 0 дБ, МШУ – вкл, Преселектор – выкл.), дБ (1 мВт), не менее	-	15
– от 0,03 до 3 ГГц включ.		20
– св 3 до 5,8 ГГц включ.		11
– св 5,8 до 12 ГГц включ.		0
– св 12 до 18 ГГц включ.		1
– св 18 до 26 ГГц		1
Уровень интермодуляционных искажений второго порядка (ИР 2) (Атт. = 0 дБ, МШУ – выкл, Преселектор – вкл.), дБ (1 мВт), не менее	-	70
– от 0,03 до 3 ГГц включ.		75
– св 3 до 5,8 ГГц включ.		85
– св 5,8 до 12 ГГц включ.		90
– св 12 до 18 ГГц включ.		95
– св 18 до 26 ГГц		95
Уровень интермодуляционных искажений третьего порядка (ИР 3) в диапазоне частот от 0,1 до 30 МГц, дБ (1 мВт), не менее	27	-
Уровень интермодуляционных искажений третьего порядка (ИР 3) (Атт. = 0 дБ, МШУ – выкл, Преселектор – выкл.) в диапазонах частот, дБ (1 мВт), не менее	-	16
– от 0,03 до 0,2 ГГц включ		30
– св 0,2 до 3 ГГц включ		30
– св 3 до 5,8 ГГц включ		30
– св 5,8 до 12 ГГц включ		20
– св 12 до 18 ГГц включ		30
– св 18 до 26 ГГц		33

Продолжение таблицы А.1

1	2	3
Уровень интермодуляционных искажений третьего порядка (ИП 3) (Атт. = 0 дБ, МШУ – вкл, Преселектор – выкл.) в диапазонах частот, дБ (1 мВт), не менее – от 0,03 до 0,2 ГГц включ – св 0,2 до 3 ГГц включ – св 3 до 5,8 ГГц включ – св 5,8 до 12 ГГц включ – св 12 до 18 ГГц включ – св 18 до 26 ГГц	-	-6 5 -5 2 7 1
Уровень интермодуляционных искажений третьего порядка (ИП 3) (Атт. = 0 дБ, МШУ – вкл, Преселектор – вкл.) в диапазонах частот, дБ (1 мВт), не менее – от 0,03 до 0,2 ГГц включ – св 0,2 до 3 ГГц включ – св 3 до 5,8 ГГц включ – св 5,8 до 12 ГГц включ – св 12 до 18 ГГц включ – св 18 до 26 ГГц	-	-3 10 10 1 7 1
Уровень интермодуляционных искажений третьего порядка (ИП 3) (Атт. = 0 дБ, МШУ – выкл, Преселектор – вкл.) в диапазонах частот, дБ (1 мВт), не менее – от 0,03 до 0,2 ГГц включ – св 0,2 до 3 ГГц включ – св 3 до 5,8 ГГц включ – св 5,8 до 12 ГГц включ – св 12 до 18 ГГц включ – св 18 до 26 ГГц	-	20 30 35 27 30 35
Уровень паразитных составляющих при закрытом входе, дБ (1 мВт), не более – от 20 до 30 МГц – от 0,03 до 18 ГГц включ. – св 18 до 26 ГГц	-110	-110 -85
Полоса пропускания разрешающих фильтров (RBW), Гц	1; 2,5; 5; 10; 25; 50; 100; 250; 500	
Полоса пропускания разрешающих фильтров (RBW), кГц	1; 2,5; 5; 10; 25; 50; 100	
Разрешение шкалы анализатора по амплитуде, дБ	0,5; 1; 2; 5; 10; 15; 20	
Максимальное значение шкалы амплитуды, дБ (1 мВт)/дБ (1 мкВ)	20/127	
Минимальное значение шкалы амплитуды, дБ (1 мВт)/дБ (1 мкВ)	-200/-93	
Демодуляция и прослушивание сигналов		
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерения глубины амплитудной модуляции с частотой модуляции до 10 кГц, %, не более	±5	

Окончание таблицы А.1

1	2	3
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерения девиации частоты с частотой модуляции до 15 кГц, кГц, не более		$\pm 0,1$
В режиме тестирующего генератора		
Диапазон рабочих частот, МГц		от 0,1 до 26000
Шаг перестройки частоты, Гц		1
Уровень выходного сигнала, дБ (1 мВт)		
– от 0,1 до 0,3 МГц включ.		от -60 до -20
– св 0,3 МГц до 24 ГГц включ.		от -60 до -10
– св 24 до 26 ГГц		от -60 до -20
Шаг изменения уровня выходного сигнала, дБ		1
Пределы абсолютной погрешности воспроизведения уровня выходного сигнала, дБ, не более		
– от 0,1 до 5800 МГц включ.		$\pm 1,5$
– св 5,8 до 26 ГГц		$\pm 2,5$
Уровень субгармоник относительно несущей F_0 на частотах $1/2F_0$, $3/2F_0$, дБ, не более		
– от 12 до 26 ГГц		-10
Уровень выходных гармоник относительно несущей, дБ, не более		
– от 0,1 до 0,3 МГц включ.		-22
– св 0,3 до 1 МГц включ.		-40
– св 1 до 70 МГц включ.		-45
– св 70 до 125 МГц включ.		-63
– св 125 до 225 МГц включ.		-60
– св 225 до 415 МГц включ.		-55
– св 415 до 750 МГц включ.		-57
– св 750 до 1260 МГц включ.		-57
– св 1260 до 2120 МГц включ.		-40
– св 2120 до 3550 МГц включ.		-55
– св 3550 до 5800 МГц включ.		-52
– св 5800 до 14500 МГц включ.		-16
– св 14500 до 18000 МГц включ.		-15
– св 18000 до 26000 МГц		-30
Уровень фазовых шумов, относительно несущей 1 ГГц в полосе пропускания 1 Гц, дБ, не более		
– при отстройке 1 кГц		-113
– при отстройке 10 кГц		-116
– при отстройке 100 кГц		-115
– при отстройке 1 МГц		-129
КСВН, не более		
– от 0,05 до 6 ГГц включ.		1,3
– св 6 до 12 ГГц включ.		1,8
– св 12 до 26 ГГц		2,0