



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

«21» июля 2025 г.

Государственная система обеспечения единства измерений

АНАЛИЗАТОРЫ СПЕКТРА VESNA ASVA

Методика поверки

РТ-МП-986-441-2025

г. Москва
2025 г.

1 Общие положения

Настоящая методика применяется для поверки анализаторов спектра VESNA ASVA (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 26,5 ГГц в соответствии с государственной поверочной схемой, утвержденной приказом Росстандарта от 30 декабря 2019 года № 3461, подтверждающей прослеживаемость к государственному первичному эталону ГЭТ 26-2010.

При определении метрологических характеристик поверяемого средства измерений по пунктам 10.1 – 10.12 используется метод прямых измерений.

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

2 Перечень операций поверки средства измерений

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

Таблица 1 – Операции поверки

Наименование операции	Обязательность выполнения операций поверки при		Номер пункта методики поверки
	первичной поверке	периодической поверке	
1	2	3	4
Внешний осмотр средства измерений	Да	Да	7
Контроль условий поверки (при подготовке к поверке и опробовании средства измерений)	Да	Да	8.1
Опробование (при подготовке к поверке и опробовании средства измерений)	Да	Да	8.2
Проверка программного обеспечения средства измерений	Да	Да	9
Определение метрологических характеристик средства измерений			10
Определение относительной погрешности частоты внутреннего опорного генератора	Да	Да	10.1
Определение абсолютной погрешности измерений частоты	Да	Нет	10.2
Определение абсолютной погрешности измерений уровня мощности из-за переключения фильтров ПЧ (RBW) относительно полосы 30 кГц	Да	Да	10.3
Определение абсолютной погрешности измерений уровня мощности из-за переключения ослабления СВЧ аттенюатора от 2 до 50 дБ относительно 10 дБ	Да	Да	10.4

Продолжение таблицы 1

1	2	3	4
Определение абсолютной погрешности измерений уровня мощности входного сигнала при отношении сигнал/шум не менее 20 дБ	Да	Да	10.5
Определение уровня мощности фазовых шумов в полосе пропускания 1 Гц на несущей частоте 1 ГГц	Да	Да	10.6
Определение среднего уровня мощности собственных шумов	Да	Да	10.7
Определение относительного уровня интермодуляционных искажений 3-го порядка	Да	Нет	10.8
Определение относительного уровня гармонических искажений 2-го порядка	Да	Нет	10.9
Определение КСВН входа	Да	Да	10.10
Определение уровня подавления паразитных каналов приема	Да	Нет	10.11
Определение уровня остаточных сигналов комбинационных частот	Да	Нет	10.12
Подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям	Да	Да	11

3 Требования к условиям проведения поверки

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

- температура окружающей среды, °С..... от 15 до 25;
- относительная влажность воздуха, % от 30 до 80.

4 Требование к специалистам, осуществляющим поверку

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

5 Метрологические и технические требования к средствам поверки

5.1 При проведении поверки анализаторов спектра VESNA ASVA применяют средства поверки, указанные в таблице 2, и вспомогательное оборудование, указанное в таблице 3.

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)	Средство измерений температуры окружающей среды в диапазоне от плюс 20 °С 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, регистрационный номер в ФИФ ОЕИ 70481-18
10.1 Определение относительной погрешности частоты внутреннего опорного генератора	Эталоны единицы частоты и средства измерений, соответствующие требованиям к рабочим эталонам не ниже 3 разряда по Приказу Росстандарта № 2360 от 26.09.2022, частота 10 МГц	Стандарт частоты рубидиевый GPS-12RG, регистрационный номер в ФИФ ОЕИ 70172-18
	Средство измерения частоты синусоидального сигнала 10 МГц	Частотомер универсальный CNT-90, регистрационный номер в ФИФ ОЕИ 41567-09
10.2 Определение абсолютной погрешности измерения частоты	Эталоны единицы частоты и средства измерений, соответствующие требованиям к рабочим эталонам не ниже 3 разряда по Приказу Росстандарта № 2360 от 26.09.2022, частота 10 МГц	Стандарт частоты рубидиевый GPS-12RG, регистрационный номер в ФИФ ОЕИ 70172-18
	Средство воспроизведения синусоидального сигнала в диапазоне частот от 10 МГц до 26,5 ГГц; с уровнем мощности выходного сигнала минус 20 дБ (1 мВт)	Генератор сигналов SMA100B с опцией B131, регистрационный номер в ФИФ ОЕИ 68980-20
10.3 Определение абсолютной погрешности измерений уровня мощности из-за переключения фильтров ПЧ (RBW) относительно полосы 30 кГц	Средство воспроизведения синусоидального сигнала в диапазоне частот от 10 МГц до 26,5 ГГц; с уровнем мощности выходного сигнала от минус 30 до 0 дБ (1 мВт)	Генератор сигналов SMA100B с опцией B131, регистрационный номер в ФИФ ОЕИ 68980-20

Продолжение таблицы 2

1	2	3
10.4 Определение абсолютной погрешности измерений уровня мощности из-за переключения ослабления СВЧ аттенюатора от 2 до 50 дБ относительно 10 дБ	Средство воспроизведения синусоидального сигнала в диапазоне частот от 10 МГц до 26,5 ГГц; с уровнем мощности выходного сигнала от минус 30 до 0 дБ (1 мВт)	Генератор сигналов SMA100B с опцией B131, регистрационный номер в ФИФ ОЕИ 68980-20
10.5 Определение абсолютной погрешности измерений уровня мощности входного сигнала при отношении сигнал/шум не менее 20 дБ	Эталоны единицы мощности электромагнитных колебаний и средства измерений, соответствующие требованиям к рабочим эталонам не ниже 2 разряда в диапазоне частот от 30 МГц до 26,5 ГГц и не ниже 3 разряда в диапазоне частот от 100 кГц до 30 МГц по Приказу Росстандарта от 30.12.2019 № 3461 в диапазоне значений мощности от минус 30 до 20 дБ (1 мВт)	Ваттметры поглощаемой мощности СВЧ NRP33T, регистрационный номер в ФИФ ОЕИ 69958-17
	Средства измерений модуля коэффициента передачи многополюсников в диапазоне частот от 10 МГц до 26,5 ГГц, в динамическом диапазоне не менее 12 дБ, с пределами допускаемой абсолютной погрешности измерений модуля коэффициента передачи $\pm 0,1$ дБ на частоте 50 МГц, $\pm 0,2$ дБ от 0,01 до 26,5 ГГц	Анализаторы электрических цепей векторный ZVA50, регистрационный номер в ФИФ ОЕИ 48355-11
	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, регистрационный номер в ФИФ ОЕИ 68980-20
	Эталоны единицы ослабления электромагнитных колебаний, соответствующие требованиям к рабочим эталонам 1 разряда по Приказу Росстандарта № 3383 от 30.12.2019 для воспроизведения ослабления от 0 до 70 дБ на частотах 1, 10 и 20 ГГц	Аттенюатор ступенчатый R&S RSC с модулем Z405 регистрационный номер в ФИФ ОЕИ 48368-11
10.6 Определение уровня мощности фазовых шумов в полосе пропускания 1 Гц на несущей частоте 1 ГГц	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 -112 дБ / -116 дБ / -118 дБ / -139 дБ относительно несущей в полосе 1 Гц	Генератор сигналов SMA100B с опциями B131, B711, регистрационный номер в ФИФ ОЕИ 68980-20

Окончание таблицы 2

1	2	3
10.8 Определение относительного уровня интермодуляционных искажений 3-го порядка	Средства воспроизведения синусоидального сигнала в диапазоне частот от 50 МГц до 26,5 ГГц, уровнем мощности от минус 10 до 10 дБ (1 мВт).	Генераторы сигналов SMA100B с опцией B131, регистрационный номер в ФИФ ОЕИ 68980-20; Генераторы сигналов векторные SMM100A с опцией B1044, регистрационный номер в ФИФ ОЕИ 82791-21
10.9 Определение относительного уровня гармонических искажений 2-го порядка	Средства воспроизведения синусоидального сигнала в диапазоне частот от 0,01 до 13,25 ГГц, уровнем мощности минус 20 дБ (1 мВт), уровнем гармонических составляющих относительно несущей не более минус 55 дБ	Генераторы сигналов SMA100B с опцией B131, регистрационный номер в ФИФ ОЕИ 68980-20
10.10 Определение КСВН входа	Средство измерений КСВН в диапазоне от 1 до 5 с абсолютной погрешностью КСВН не более $\pm 0,05$ в диапазоне частот от 10 МГц до 26 ГГц	Анализаторы электрических цепей векторный ZVA50, регистрационный номер в ФИФ ОЕИ 48355-11
10.11 Определение уровня подавления паразитных каналов приема	Средства воспроизведения синусоидального сигнала в диапазоне частот от 50 МГц до 13,25 ГГц, уровнем мощности минус 10 дБ (1 мВт)	Генераторы сигналов SMA100B с опцией B131, регистрационный номер в ФИФ ОЕИ 68980-20
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.		

Таблица 3 – Вспомогательное оборудование

Номер пункта документа по поверке	Наименование вспомогательного оборудования	Требуемые технические характеристики вспомогательного оборудования	Рекомендуемое вспомогательное оборудование
1	2	3	4
8.2, 10.7, 10.12	Нагрузка согласованная 50 Ом	Диапазон частот от 0 Гц до 40 ГГц КСВН не более 1,15;	Нагрузка согласованная НС3-40-14

Продолжение таблицы 3

1	2	3	4
10.5, 10.8	Резистивный делитель мощности	Диапазон частот от 0 Гц до 26,5 ГГц; разность коэффициентов передачи между выходами не более 0,5 дБ; КСВН не более 1,8; тип разъема 3,5 мм, «розетка»	Делитель мощности ДМС2А-26-13Р
10.6	Аттенюаторы фиксированные (2 шт.)	Диапазон частот 0 Гц до 32 ГГц; номинальное ослабление 10 дБ; КСВН не более 1,17; неравномерность ослабления не более 0,5 дБ; тип разъема 3,5 мм, «розетка» - 3,5 мм, «вилка»	Аттенюатор коаксиальный Д2М-32-10-13Р-13
10.9	Фильтры нижних частот	Полосы пропускания от 50 МГц до 18 ГГц; ослабление вне полосы пропускания не менее 15 дБ	Фильтры нижних частот BLP-70+, BLP-150+, BLP-250+, BLP-550+, BLP-800+, VLF-1500+, VLF-3000+, ZLFW-K103+, ZXLF-K173+

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 средство измерений.

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

допуска по электробезопасности и прошедшие инструктаж по технике безопасности на рабочем месте.

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

7 Внешний осмотр средства измерений

При проведении внешнего осмотра установить соответствие поверяемого анализатора следующим требованиям:

- внешний вид анализатора должен соответствовать фотографиям, приведенным в описании типа на данный анализатор, при этом допускается незначительное изменение дизайна анализатора, не влияющее на однозначное определение типа анализатора по внешнему виду;

- наличие маркировки, подтверждающей тип, модификацию, серийный номер анализатора, перечень установленных в анализаторе опций при их наличии;

- наличие пломб от несанкционированного доступа, установленных в местах согласно описанию типа на данный анализатор.

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

- разъемы анализатора должны быть чистыми;

- комплектность анализатора должна соответствовать указанной в руководстве по эксплуатации.

Результаты выполнения операции считать положительными, если выполняются вышеуказанные требования.

Установленный факт отсутствия пломб от несанкционированного доступа при периодической поверке не является критерием неисправности средства измерений и носит информативный характер для производителя средства измерений.

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

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

8 Подготовка к поверке и опробование средства измерений

8.1 Подготовка к поверке

Порядок установки анализатора на рабочее место, включения, управления и дополнительная информация приведены в руководстве по эксплуатации: «Анализаторы спектра VESNA ASVA». Руководство по эксплуатации».

Убедиться в выполнении условий проведения поверки.

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

Выдержать поверяемый анализатор во включенном состоянии не менее 30 минут.

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

8.2 Опробование

Включить анализатор. Для модификации VESNA ASVA26K выполнить подключение к персональному компьютеру (далее – ПК) с помощью кабеля USB. Установить драйвер и программное обеспечение Swept SA для управления анализатором согласно руководству по эксплуатации. Запустить управляющее программное обеспечение.

Установить на анализаторе параметры по умолчанию, тип сканирования Full Span и проверить наличие трассы от 10 МГц до 26,5 ГГц. Установить Zero Span и убедиться в соответствующем изменении трассы.

Зафиксировать результаты опробования в таблице Б.3 приложения Б.

Результаты опробования считать удовлетворительными, если:

- после включения и в процессе загрузки анализатора не возникают сообщения об ошибках, дисплей анализатора работоспособен;
- обеспечивается индикация собственных шумов трассы в установленном диапазоне частот.

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

9 Проверка программного обеспечения средства измерений

Идентификационное наименование и номер версии программного обеспечения поверяемого анализатора отображаются в правом верхнем углу основного меню программного обеспечения.

Идентификационное наименование и номер версии ПО, в правом верхнем углу основного меню программного обеспечения, должны соответствовать указанному в описании типа на данное средство измерений.

Зафиксировать результаты проверки в таблице Б.4 приложения Б.

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

10 Определение метрологических характеристик средства измерений

10.1 Определение относительной погрешности частоты внутреннего опорного генератора

Определение относительной погрешности воспроизведения частоты опорного кварцевого генератора проводят методом сравнения с мерой при помощи частотомера универсального CNT-90, используя в качестве меры стандарт частоты рубидиевый GPS-12RG по схеме соединений на рисунке 1.

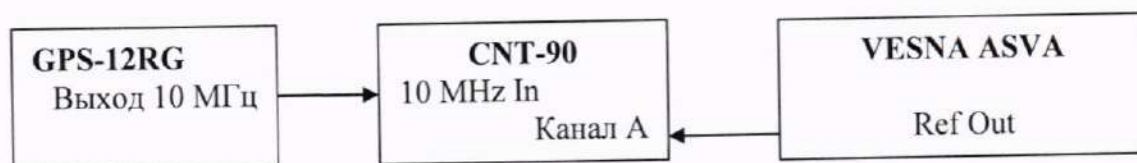


Рисунок 1 – Структурная схема соединения СИ для определения относительной погрешности частоты внутреннего опорного генератора

Включить работу от внешнего источника опорной частоты на частотомере. Зафиксировать действительное значение воспроизведения частоты опорного генератора, измеренное частотомером $f_{ог}$.

10.2 Определение абсолютной погрешности измерений частоты

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

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

Выполнить следующие установки на генераторе сигналов SMA100B:

- [**PRESET**]
- [**FREQ** : 10 MHz]
- [**LEVEL**: -20 dBm]
- [**SETUP**: Reference Oscillator: External]

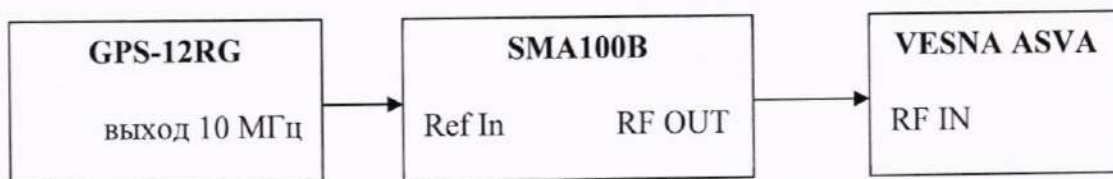


Рисунок 2 – Структурная схема соединения СИ для определения абсолютной погрешности измерений частоты

Выполнить следующие установки на анализаторе:

- [**Mode preset**]
- [**AMPLTD**: Attenuation: Auto]
- [**FREQ**: Center Freq 10 МГц]
- [**Span**: 10 Гц]
- [**RBW**: 1 Гц]
- [**Marker**: More: Marker Count On]

Активировать выходной сигнал на генераторе сигналов SMA100B.

Нажать на анализаторе клавишу **Peak Search** и дождаться прохождения двух разверток на экране анализатора. Зафиксировать показания маркера, как f_{ASVA} , Гц.

Повторить измерения на частотах $f_{уст}$ 0,100; 1,00; 10,0; 26,49 ГГц, устанавливая на анализаторе Span (полосу обзора) и RBW в соответствии с таблицей 4 пункта 11.

Зафиксировать результаты измерений в таблице Б.6 приложения Б, как f_{ASVA} , Гц.

10.3 Определение абсолютной погрешности измерений уровня мощности из-за переключения фильтров ПЧ (RBW) относительно полосы 30 кГц

Определение абсолютной погрешности измерений уровня мощности из-за переключения полосы анализа RBW относительно полосы 30 кГц пропускания фильтров ПЧ (RBW) проводят методом прямых измерений с помощью генератора сигналов SMA100B.

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

Выполнить следующие установки на генераторе сигналов SMA100B:

- [**PRESET**]
- [**FREQ** : 100 MHz]
- [**LEVEL**: -20 dBm]

Выполнить следующие установки на анализаторе:

- [**Freq**: Center Freq: 100 МГц]
- [**RBW**: 30 kHz]
- [**Span**: Zero Span]

Активировать выходной сигнал на генераторе сигналов SMA100B.

Выполнить следующие установки на анализаторе:

- [**Marker**: Delta]

Устанавливая значения полос пропускания фильтров ПЧ (RBW) 6, 5, 4, 3 МГц и далее от 3 МГц до 1 Гц и необходимое значение полосы обзора Span (полосу обзора Span рекомендуется устанавливать в 10 раз больше полосы ПЧ RBW) с помощью органов управления анализатора, зафиксировать максимальное изменение уровня измеряемого сигнала ΔP_{RBW} по показаниям маркера в таблице Б.7 приложения Б.

Повторить определение диапазона установки полос пропускания фильтров ПЧ (RBW) в режиме анализа спектра реального времени. Выполнить следующие установки на анализаторе:

- [**Mode:** IQ Analyzer]
- [**Freq :** Center Freq: 100 МГц]
- [**Span :** 25 МГц]
- [**RBW :** 3 МГц]

Активировать выходной сигнал на генераторе сигналов SMA100B.

Выполнить следующие установки на анализаторе:

- [**Marker:** Delta]

Устанавливая значения полос пропускания фильтров ПЧ (RBW) от 3 МГц до 1 Гц и необходимое значение полосы обзора Span (полосу обзора Span рекомендуется устанавливать в 10 раз больше полосы ПЧ RBW) с помощью органов управления анализатора, зафиксировать максимальное изменение уровня измеряемого сигнала ΔP_{RBW} по показаниям маркера в таблице Б.7 приложения Б.

10.4 Определение абсолютной погрешности измерений уровня мощности из-за переключения ослабления СВЧ аттенюатора от 2 до 50 дБ относительно 10 дБ

Определение абсолютной погрешности измерений уровня мощности из-за переключения ослабления СВЧ аттенюатора от 2 до 50 дБ относительно 10 дБ проводят методом прямых измерений с помощью генератора сигналов SMA100B.

Для определения абсолютной погрешности измерений уровня мощности из-за переключения ослабления СВЧ аттенюатора от 2 до 50 дБ относительно 10 дБ выполнить соединение СИ в соответствии со схемой, приведенной на рисунке 2.

Выполнить следующие установки на генераторе сигналов SMA100B:

- [**PRESET**]
- [**FREQ :** 50 MHz]
- [**LEVEL:** -20 dBm]

Выполнить следующие установки на анализаторе:

- [**Mode preset**]
- [**APMTD:** Ref Level: -20 дБм]
- [**APMTD:** Attenuation: Man 10 дБ]
- [**Freq:** Center Freq: 50 МГц]
- [**Span:** 100 Гц]
- [**RBW:** 10 Гц]
- [**Marker:** Delta]

С помощью органов управления анализатора увеличивать значение ослабления аттенюатора СВЧ с шагом 2 дБ, при этом зафиксировать максимальное изменение уровня измеряемого сигнала в таблице Б.8 приложения Б, как ΔP_A по показаниям маркера.

Повторить измерения при частотах 100 кГц, 3 ГГц, 7,5 ГГц, 26,5 ГГц.

10.5 Определение абсолютной погрешности измерений уровня мощности входного сигнала при отношении сигнал/шум не менее 20 дБ

Определение абсолютной погрешности измерений уровня мощности входного сигнала при отношении сигнал/шум не менее 20 дБ, проводят методом прямых измерений с помощью ваттметра поглощаемой мощности СВЧ NRP33T, аттенуатора ступенчатого R&S RSC с модулем Z405, генератора сигналов SMA100B.

10.5.1 Измерения для установленного на анализаторе опорного уровня минус 20 дБ (1 мВт) провести на следующих фиксированных частотах F: 100 кГц; 1 МГц; 10 МГц; 100 МГц; 500 МГц; от 1 ГГц до 8 ГГц с интервалом 500 МГц, свыше 8 до 26 ГГц с интервалом 1 ГГц, 26,5 ГГц.

Подготовить к работе ваттметр поглощаемой мощности СВЧ NRP33T в соответствии с его руководством по эксплуатации. В качестве устройства управления и отображения информации, при проведении измерений, необходимо использовать персональный компьютер, с установленным ПО «PowerViewer».

Перед проведением измерений, определить неравномерность коэффициента передачи резистивного делителя мощности (далее - ДМ) между плечами. Для этого откалибровать анализатор электрических цепей векторный ZVA50. Подключить ДМ к плоскостям калибровки ZVA50 по схеме, приведенной на рисунке 3.

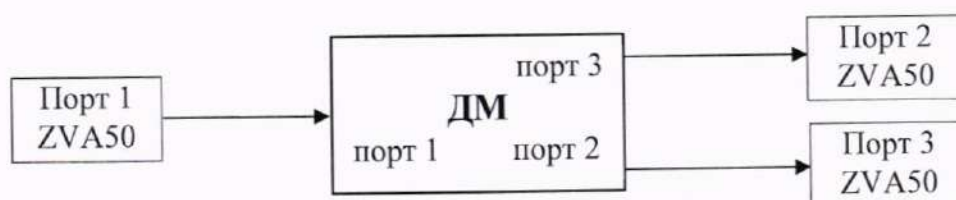


Рисунок 3 – Структурная схема соединения СИ для определения коэффициента передачи резистивного делителя мощности

Измерить на анализаторе цепей коэффициенты передачи S21 и S31 в диапазоне частот. Используя функцию MATH, вычислить трассу (S21/S31). Проверить, что неравномерность ДМ не превышает $\pm 0,5$ дБ. В случае превышения использовать другой ДМ или сохранить полученную трассу в формате файла .s2p на внешний носитель информации и с помощью ПО «PowerViewer» загрузить данный файл в NRP33T, активировав режим «S-parameter correction».

Выполнить соединение средств измерений в соответствии со схемой, приведенной на рисунке 4, соединив выход генератора сигналов SMA100B напрямую с портом 1 ДМ.

Выполнить следующие установки на генераторе сигналов SMA100B:

- [PRESET]
- [FREQ: 10 MHz]
- [LEVEL: -14 dBm]

Выполнить следующие установки на анализаторе:

- [Mode preset]
- [APMTD: Ref Level: -20 дБм]
- [APMTD: Attenuation: Man 10 дБ]
- [Freq: Center Freq: 10 МГц]
- [Span: 300 кГц]
- [RBW: 30 кГц]

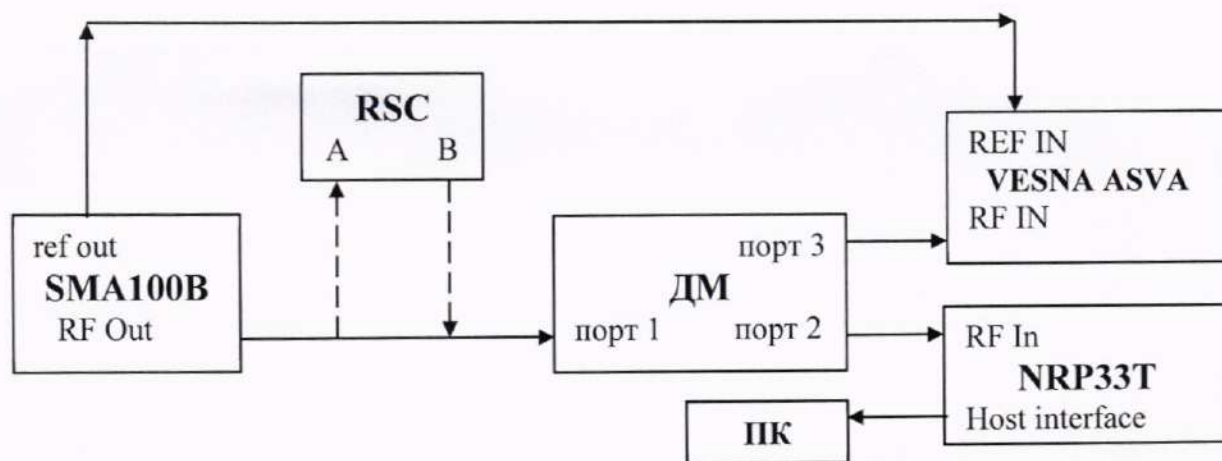


Рисунок 4 – Структурная схема соединения СИ для определения абсолютной погрешности измерений уровня мощности входного сигнала при отношении сигнал/шум не менее 20 дБ

Активировать выходной сигнал на генераторе сигналов SMA100B, и плавно изменяя выходной уровень генератора, установить его таким, чтобы мощность, измеряемая ваттметром, была равна минус $(20 \pm 0,1)$ дБ (1 мВт).

На анализаторе, нажать клавишу **Peak Search** и дождаться окончания процедуры измерений. Зафиксировать показания анализатора P_{ASVA} , дБ (1 мВт) по маркеру.

Зафиксировать показания ваттметра в таблице Б.9 приложения Б, как P_{NRP} , дБ (1 мВт).

Повторить измерения для остальных частот F указанных выше.

Зафиксировать результаты измерений в таблице Б.9 приложения Б, как P_{ASVA} и P_{NRP} , дБ (1 мВт).

Выполнить следующие установки на генераторе сигналов SMA100B:

- [FREQ: 10 MHz]
- [LEVEL: -14 dBm]

Выполнить следующие установки на анализаторе:

- [APMTD: Ref Level: 10 дБм]
- [APMTD: Attenuation: Man 10 дБ]
- [Freq: Center Freq: 10 МГц]

Активировать выходной сигнал на генераторе сигналов SMA100B, и плавно изменяя выходной уровень генератора, установить его таким, чтобы мощность, измеряемая ваттметром, была равна $(10 \pm 0,1)$ дБ (1 мВт).

Нажать на анализаторе клавишу **Peak Search** и дождаться окончания процедуры измерений. Зафиксировать показания анализатора P_{ASVA} , дБ (1 мВт) по маркеру.

Зафиксировать показания ваттметра P_{NRP} , дБ (1 мВт).

Повторить измерения на частотах 1,0; 10,0; 26,5 ГГц.

Зафиксировать результаты измерений P_{ASVA} и P_{NRP} , дБ (1 мВт).

Все результаты измерений зафиксировать в таблице Б.9 приложения Б.

10.5.2 Повторить измерения по пункту 10.5.1 с включенным предусилителем, выполнив следующие установки на анализаторе:

- [APMTD: Internal Preamp: Full Range]

Все результаты измерений зафиксировать в таблице Б.10 приложения Б.

Выполнить соединение средств измерений в соответствии со схемой, приведенной на рисунке 4 соединив выход генератора сигналов SMA100B с портом А аттенюатора ступенчатого R&S RSC, а порт В аттенюатора с портом 1 ДМ.

Выполнить следующие установки на генераторе сигналов SMA100B:

- [PRESET]
- [FREQ: 1 GHz]
- [LEVEL: -20 dBm]

Выполнить следующие установки на анализаторе:

- [APMTD: Attenuation: Man 10 дБ]
- [Freq: Center Freq: 1 ГГц]
- [Span: 300 кГц]
- [RBW: 30 кГц]

Установить на аттенюаторе ступенчатом R&S RSC значение ослабления равным 0 дБ, частоту 1 ГГц.

Активировать выходной сигнал на генераторе сигналов SMA100B, и плавно изменяя выходной уровень генератора, установить его таким, чтобы мощность, измеряемая ваттметром, была равна минус $(20 \pm 0,1)$ дБ (1 мВт).

Зафиксировать показания ваттметра как $P_{NRP(-20)}$, дБ (1 мВт).

Установить на аттенюаторе ступенчатом R&S RSC значение ослабления 10 дБ.

Нажать на анализаторе клавишу **Peak Search**. Зафиксировать показания анализатора P_{ASVA} , дБ (1 мВт) по маркеру.

Повторить измерения, последовательно устанавливая на аттенюаторе ступенчатом R&S RSC значение ослабления 20; 30; 40; 50 дБ.

Зафиксировать результаты измерений P_{ASVA} , дБ (1 мВт).

Повторить измерения на частотах 10 и 20 ГГц.

Зафиксировать результаты измерений P_{ASVA} и $P_{NRP(-20)}$, дБ (1 мВт).

Все результаты измерений зафиксировать в таблице Б.10 приложения Б.

10.6 Определение уровня мощности фазовых шумов в полосе пропускания 1 Гц на несущей частоте 1 ГГц

Определение уровня мощности фазовых шумов в полосе пропускания 1 Гц на несущей частоте 1 ГГц проводят методом прямых измерений с помощью генератора сигналов SMA100B.

Выполнить соединение СИ в соответствии со схемой, приведенной на рисунке 5, переведя генератор сигналов SMA100B в режим работы от внутреннего опорного генератора.

Выполнить следующие установки на генераторе сигналов SMA100B:

- [PRESET]
- [FREQ: 1 GHz]
- [LEVEL: +10 dBm]

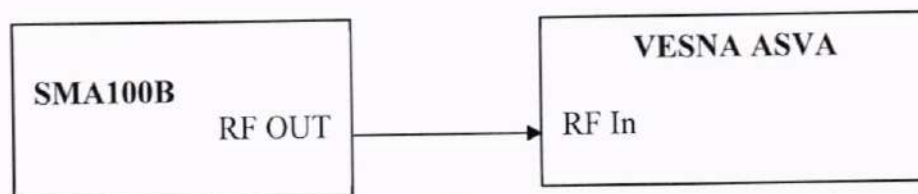


Рисунок 5 – Структурная схема соединения СИ для определения уровня фазовых шумов

Выполнить следующие установки на анализаторе:

- [Mode : Phase noise]
- [Meas : Log plot]
- [Frequency: Auto tune]
- Остальные настройки по умолчанию.

Активировать выходной сигнал на генераторе сигналов SMA100B.

Дождаться окончания процедуры измерений с усреднением 5. Зафиксировать результаты измерений уровня мощности фазовых шумов в полосе пропускания 1 Гц в отображаемой таблице на экране анализатора как $P_{\text{ФШ}}$, дБ относительно мощности несущей, для следующих отстроек от центральной частоты: 1 кГц; 10 кГц; 100 кГц; 1 МГц.

В случае необходимости проведения повторных измерений, в меню анализатора спектра активировать окно «**Новое измерение**».

Зафиксировать результаты измерений в таблице Б.11 приложения Б, как $P_{\text{ФШ}}$, дБ относительно мощности несущей.

10.7 Определение среднего уровня мощности собственных шумов

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

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

Выполнить следующие установки на анализаторе:

- [**Mode preset**]
- [**APMTD: Ref Level:** -70 дБм]
- [**APMTD: Attenuation:** Man 0 дБ]
- [**Freq: Start Freq:** 100 кГц]
- [**Freq: Stop Freq:** 1 МГц]
- [**RBW:** Auto]
- [**Trace/Detector:** Trace Average]
- [**Marker Function:** Marker Noise]

Дождаться окончания процедуры измерений, нажать **Peak Search** и зафиксировать результаты измерений среднего уровня мощности собственных шумов в полосе пропускания 1 Гц $N_{\text{СУСШ}}$, дБ (1 мВт).

Повторить измерения в остальных диапазонах частот, указанных в таблице 6 раздела 11.

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

Зафиксировать результаты измерений в таблице Б.12 приложения Б, как $N_{\text{СУСШ}}$, дБ (1 мВт).

Повторить измерения во всех полосах частот, указанных в таблице 6 пункта 11, при включенном предусилителе.

Зафиксировать результаты измерений в таблице Б.12 приложения Б, как $N_{\text{СУСШ}}$, дБ (1 мВт).

10.8 Определение относительного уровня интермодуляционных искажений 3-го порядка

Определение относительного уровня интермодуляционных искажений 3-го порядка, выраженного в виде точки пересечения 3-го порядка (TOI), в диапазоне частот, проводят методом прямых измерений, путем подачи на вход поверяемого анализатора двух гармонических сигналов с частотами f_1 и f_2 . У анализатора есть функция измерений уровня помех, возникших на частотах $2f_1-f_2$ и $2f_2-f_1$ относительно уровня основных сигналов на частотах f_1 и f_2 . Результаты данных измерений выражаются в виде точки пересечения 3-го порядка (TOI).

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

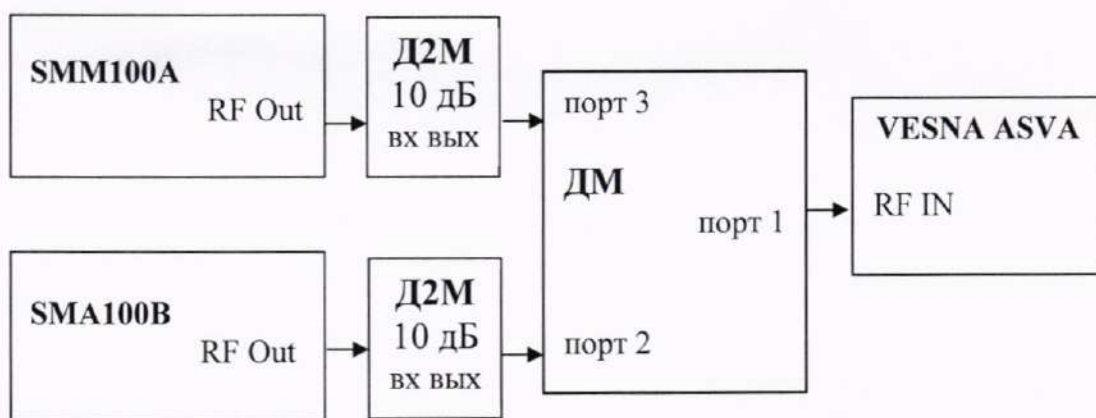


Рисунок 6 – Структурная схема соединения СИ для определения относительного уровня интермодуляционных искажений 3-го порядка

Выполнить следующие установки на анализаторе:

- [**Mode preset**]
- [**APMTD**: Ref Level: -10 дБм]
- [**APMTD**: Attenuation: Man 0 дБ]
- [**APMTD**: Internal Preamp: Off]
- [**Freq**: Central Freq: 101 МГц]
- [**Span**: 4 МГц]
- [**RBW**: 100 Гц]
- [**Meas** : TOI]

Установить выходной уровень сигнала первого генератора сигналов векторного SMM100A минус 20 дБ (1 мВт), частоту $f_1 = 101 \text{ МГц} - 100 \text{ кГц}$

Установить выходной уровень сигнала генератора сигналов SMA100B минус 20 дБ (1 мВт), частоту $f_2 = 101 \text{ МГц} + 100 \text{ кГц}$

Включить мощность генератора сигналов векторного SMM100A. Органами регулировки генератора установить уровень сигнала на входе анализатора минус 20 дБ (1 мВт) по показанию маркера. Выключить мощность генератора сигналов векторного SMM100A, включить мощность генератора сигналов SMA100B и его уровень установить аналогичным образом.

Включить выходную мощность генератора сигналов векторного SMM100A.

При помощи соответствующей функции поверяемого анализатора определить относительный уровень интермодуляционных искажений 3-го порядка, выраженный в виде точки пересечения 3-го порядка (TOI).

Зафиксировать результаты измерений относительного уровня интермодуляционных искажений 3-го порядка, выраженного в виде точки пересечения 3-го порядка (TOI), отображаемые в таблице на экране анализатора в столбце «TOI» как P_{TOI} , дБ (1 мВт) в таблице Б.13 приложения Б.

Повторить измерения, устанавливая на анализаторе следующие значения центральной частоты: 1; 10; 26,5 ГГц. На генераторах устанавливать соответствующие частоты с отстройкой на $\pm 100 \text{ кГц}$.

Зафиксировать результаты измерений в таблице Б.13 приложения Б, как N_{TOI} , дБ (1 мВт).

Повторить измерения на всех частотах частот, при включенном предусилителе.

Зафиксировать результаты измерений в таблице Б.13 приложения Б, как N_{TOI} , дБ (1 мВт).

10.9 Определение относительного уровня гармонических искажений 2-го порядка

Определение относительного уровня гармонических искажений 2-го порядка, выраженного в виде точки пересечения 2-го порядка (SHI), в диапазоне частот проводят методом прямых измерений с помощью генератора сигналов SMA100B.

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

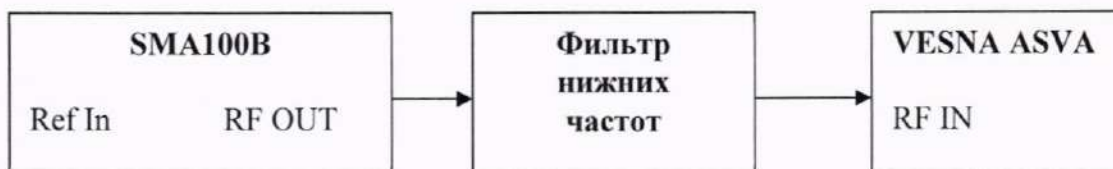


Рисунок 7 – Структурная схема соединения СИ для определения относительного уровня гармонических искажений 2-го порядка

Выполнить следующие установки на генераторе:

- [PRESET]
- [FREQ: 101 MHz]
- [LEVEL: -20 dBm]

Выполнить следующие установки на анализаторе:

- [Mode preset]
- [APMTD: Ref Level: -10 дБм]
- [APMTD: Attenuation: Man 0 дБ]
- [APMTD: Internal Preamp: Off]
- [Freq: Central Freq: 101 МГц]
- [Span: 100 кГц]
- [RBW: 1 кГц]

Активировать выходной сигнал на генераторе сигналов SMA100B.

Провести измерения уровня гармонических искажений 2-го порядка относительно несущей частоты, выполнив следующие установки на анализаторе:

- [Meas : Harmonic]

Зафиксировать результаты измерений относительного уровня гармонических искажений 2-го порядка в таблице Б.14 приложения Б, как $D_{\text{гарм}}$, дБ относительно несущей.

Повторить измерения на частотах: 1001; 2999; 3999; 9999; 13249 МГц.

Зафиксировать результаты измерений в таблице Б.14 приложения Б, как $D_{\text{гарм}}$, дБ относительно несущей.

10.10 Определение КСВН входа в диапазоне частот

Определение КСВН входа анализатора в диапазоне частот проводят методом прямых измерений с помощью анализатора электрических цепей векторного ZVA50.

Анализатор электрических цепей векторный ZVA50 откалибровать по срезу кабеля в соответствии с его руководством по эксплуатации. Кабель подключить к входу анализатора.

Выполнить следующие установки на анализаторе:

- [Mode preset]
- [APMTD: Attenuation: Man 10 дБ]

Провести измерения КСВН входа анализатора в диапазон частот от 10 МГц до максимальной частоты модификации анализатора и зафиксировать максимальное значение в таблице Б.15 приложения Б.

10.11 Определение уровня подавления паразитных каналов приема при уровне сигнала на смесителе минус 10 дБ (1 мВт)

Определение уровня подавления паразитных каналов приема при уровне сигнала на смесителе минус 10 дБ (1 мВт) относительно мощности несущей частоты, в диапазоне частот проводят методом прямых измерений с помощью генератора сигналов SMA100B.

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

Выполнить следующие установки на анализаторе:

- [**Mode preset**]
- [**APMTD: Ref Level:** -10 дБм]
- [**APMTD: Attenuation:** Man 0 дБ]
- [**APMTD: Internal Preamp:** Off]
- [**Freq: Start Freq:** 100 кГц]
- [**Freq: Stop Freq:** 8 ГГц]
- [**RBW:** 30 кГц]
- [**Trace/Detector:** Trace Average]

Установить выходной уровень сигнала генератора сигналов SMA100B минус 10 дБ (1 мВт), частоту выходного сигнала F_{SMA} 10,01 МГц и активировать выходной сигнал.

На анализаторе дождаться окончания процедуры измерений с 3 усреднениями и измерить с помощью маркера уровни паразитных каналов (уровень максимального отклика, из отображаемых на экране ЖКИ анализатора в текущей полосе обзора, кроме откликов гармонических составляющих сигнала с текущей частотой)

Зафиксировать показания маркера как $P_{ПКП}$, дБ относительно мощности несущей частоты.

Повторить измерения для частот 1,01; 3,3; 5,01; 7,99 ГГц. Зафиксировать показания маркера в таблице Б.16 приложения Б, как $P_{ПКП}$, дБ относительно мощности несущей частоты.

Повторить измерения, для следующего диапазона частот анализатора. На анализаторе необходимо выполнить следующие установки:

- [**Freq: Start Freq:** 8 ГГц]
- [**Freq: Stop Freq:** 18 ГГц]

Установить выходной уровень сигнала генератора сигналов SMA100B минус 10 дБ (1 мВт), частоту выходного сигнала F_{SMA} 8,01 ГГц и активировать выходной сигнал.

На анализаторе дождаться окончания процедуры измерений с 3 усреднениями и измерить с помощью маркера уровни паразитных каналов (уровень максимального отклика, из отображаемых на экране ЖКИ анализатора в текущей полосе обзора, кроме откликов гармонических составляющих сигнала с текущей частотой)

Зафиксировать показания маркера как $P_{ПКП}$, дБ (1 мВт).

Повторить измерения для частот 8,3; 9,5; 12,5; 17,99 ГГц. Зафиксировать показания маркера в таблице Б.16 приложения Б, как $P_{ПКП}$, дБ (1 мВт).

Повторить измерения, для следующего диапазона частот анализатора. На анализаторе необходимо выполнить следующие установки:

- [**Freq: Start Freq:** 18 ГГц]
- [**Freq: Stop Freq:** 26,5 ГГц]

Установить выходной уровень сигнала генератора сигналов SMA100B минус 10 дБ (1 мВт), частоту выходного сигнала F_{SMA} 18,01 ГГц и активировать выходной сигнал.

На анализаторе дождаться окончания процедуры измерений с 3 усреднениями и

измерить с помощью маркера уровни паразитных каналов (уровень максимального отклика, из отображаемых на экране ЖКИ анализатора в текущей полосе обзора, кроме откликов гармонических составляющих сигнала с текущей частотой).

Зафиксировать показания маркера в таблице Б.16 приложения Б, как $P_{ПКП}$, дБ (1 мВт).

Повторить измерения для частот 19,99; 23,5; 26,49 ГГц. Зафиксировать показания маркера в таблице Б.16 приложения Б, как $P_{ПКП}$, дБ (1 мВт).

10.12 Определение уровня остаточных сигналов комбинационных частот, в диапазоне частот

Определение уровня остаточных сигналов комбинационных частот, в диапазоне частот проводят методом прямых измерений, путем измерений уровня остаточных сигналов комбинационных частот при отсутствии входного сигнала.

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

Выполнить следующие установки на анализаторе:

- [**Mode preset**]
- [**APMTD: Ref Level:** -40 дБм]
- [**APMTD: Attenuation:** Man 0 дБ]
- [**APMTD: Internal Preamp:** Off]
- [**Freq: Start Freq:** 100 кГц]
- [**Freq: Stop Freq:** 18 ГГц]
- [**RBW:** 10 кГц]
- [**Trace/Detector:** Trace Average]

Измерить с помощью маркера анализатора уровни остаточных сигналов комбинационных частот (уровни всех откликов, отображаемых на экране ЖКИ анализатора в текущей полосе частот).

Зафиксировать показания маркера как $N_{кч}$, дБ (1 мВт).

Выполнить следующие установки на анализаторе:

- [**Freq: Start Freq:** 18 ГГц]
- [**Freq: Stop Freq:** 26,5 ГГц]
- [**RBW:** 1 кГц]
- [**Trace/Detector:** Trace Average]

Измерить с помощью маркера анализатора уровни остаточных сигналов комбинационных частот (уровни всех откликов, отображаемых на экране ЖКИ анализатора в текущей полосе частот).

Зафиксировать показания маркера в таблице Б.17 приложения Б, как $N_{кч}$, дБ (1 мВт).

11 Подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям

11.1 Для полученных в пункте 10.1 результатов измерений $f_{ог}$ относительную погрешность частоты опорного кварцевого генератора $\delta_{ог}$ рассчитать по формуле:

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

где $f_{ог}$ – измеренное частотомером значение воспроизведения частоты опорного генератора, МГц.

Рассчитанное значение относительной погрешности частоты опорного кварцевого генератора $\delta_{ог}$ не должно выходить за пределы $\pm 1 \cdot 10^{-6}$.

11.2 Для полученных в пункте 10.2 результатов измерений f_{ASVA} , Гц, рассчитать абсолютную погрешность измерения частоты Δf_{ASVA} , Гц, по формуле:

$$\Delta f_{ASVA} = f_{ASVA} - f_{уст}, \quad (2)$$

где f_{ASVA} – измеряемые анализатором значения частоты входного сигнала, Гц;
 $f_{уст}$ – значения частоты сигнала генератора, Гц.

Результаты поверки по данной операции считаются удовлетворительными если, рассчитанные значения абсолютной погрешности измерений частоты маркером не выходят за пределы, указанные в таблице 4.

Таблица 4 – Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений частоты ΔF

Частота входного сигнала $f_{уст}$, Гц	Установки на анализаторе		ΔF , Гц
	Span	RBW	
10 000 000	10 Гц	1 Гц	± 12
100 000 000	10 Гц	1 Гц	± 102
1 000 000 000	1 кГц	100 Гц	± 1002
10 000 000 000	10 кГц	1 кГц	± 1005
26 500 000 000	100 кГц	10 кГц	± 27002

11.3 Результаты поверки по пункту 10.3 считаются удовлетворительными, если максимальное изменение уровня измеряемого сигнала ΔP_{RBW} не выходят за пределы:

- $\pm 0,2$ дБ из-за переключения фильтров ПЧ (RBW) от 1 Гц до 3 МГц;
- $\pm 1,0$ дБ из-за переключения фильтров ПЧ (RBW) 4, 5, 6, 8 МГц.

11.4 Результаты поверки по пункту 10.4 считаются удовлетворительными, если максимальное изменение уровня измеряемого сигнала ΔP_A не выходят за пределы:

- $\pm 0,3$ на частоте 50 МГц;
- $\pm 0,6$ на частотах от 100 кГц до 3,0 ГГц включительно;
- $\pm 1,0$ на частотах от 3,0 до 7,5 ГГц включительно;
- $\pm 1,5$ на частотах от 7,5 до 26,5 ГГц.

11.5 Для полученных в пункте 10.5 результатов измерений P_{ASVA} , дБ (1 мВт), рассчитать абсолютную погрешность измерений уровня мощности входного сигнала при отношении сигнал/шум не менее 20 дБ ΔP , дБ, по формуле:

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

где P_{NRP} – показания ваттметра поглощаемой мощности СВЧ NRP33T.

Для полученных в пункте 10.5 результатов измерений P_{ASVA} , дБ (1 мВт), с использованием аттенюатора ступенчатого R&S RSC рассчитать абсолютную погрешность измерений уровня мощности входного сигнала при отношении сигнал/шум не менее 20 дБ ΔP , дБ, по формуле:

$$\Delta P = P_{ASVA} - P_{NRP(-20)} + A, \quad (4)$$

где $P_{NRP(-20)}$ – показания ваттметра поглощаемой мощности СВЧ NRP33T, для установленного опорного уровня минус 20 дБ (1 мВт);

A – действительные значения установленного ослабления на аттенуаторе ступенчатом R&S RSC, дБ (выбираются из протокола поверки).

Результаты поверки по данной операции считаются удовлетворительными, если рассчитанные по формулам 2 и 3 значения абсолютной погрешности измерений уровня мощности входного сигнала при отношении сигнал/шум не менее 20 дБ и ослаблении аттенуатора СВЧ 10 дБ, не выходят за пределы, дБ:

а) предусилитель выключен:

- $\pm 0,9$ на частотах от 100 кГц до 10 МГц включительно;
- $\pm 1,2$ на частотах свыше 10 МГц до 3,0 ГГц включительно;
- $\pm 1,7$ на частотах свыше 3,0 до 13,6 ГГц включительно;
- $\pm 1,9$ на частотах свыше 13,6 до 19,3 ГГц включительно;
- $\pm 2,6$ на частотах свыше 19,3 до 24,2 ГГц включительно;
- $\pm 2,9$ на частотах свыше 24,2 до 26,5 ГГц.

б) предусилитель включен:

- $\pm 1,0$ на частотах от 100 кГц до 10 МГц включительно;
- $\pm 1,8$ на частотах свыше 10 МГц до 19,3 ГГц включительно;
- $\pm 2,4$ на частотах свыше 19,3 до 24,2 ГГц включительно;
- $\pm 3,2$ на частотах свыше 24,2 до 26,5 ГГц.

11.6 Результаты поверки по операции пункта 10.6 считаются удовлетворительными, если измеренные значения уровня мощности фазовых шумов в полосе пропускания 1 Гц на несущей частоте 1 ГГц $P_{\text{фш}}$, дБ относительно мощности несущей, не превышают значений, указанных в таблице 5.

Таблица 5 – Допустимые значения уровня мощности фазовых шумов в полосе пропускания 1 Гц на несущей частоте 1 ГГц, дБ относительно мощности несущей, не более

Частота несущей F	Частота отстройки ΔF			
	1 кГц	10 кГц	100 кГц	1 МГц
1 ГГц	-102	-106	-108	-129

11.7 Результаты поверки по операции пункта 10.7 считаются удовлетворительными, если измеренные значения среднего уровня мощности собственных шумов в полосе пропускания 1 Гц в диапазоне частот $N_{\text{сусш}}$, дБ (1 мВт), не превышают значений, указанных в таблице 6.

Таблица 6 – Допустимые значения среднего уровня мощности собственных шумов в полосе пропускания 1 Гц в диапазоне частот, дБ (1 мВт)

Диапазон частот	Допустимые значения среднего уровня мощности собственных шумов в полосе пропускания 1 Гц, дБ (1 мВт), не более	
	Предусилитель выключен	Предусилитель включен
1	2	3
от 100 кГц до 1 МГц включ.	-125	–
от 1 до 20 МГц включ.	-130	-154
от 20 МГц до 1,5 ГГц включ.	-145	-160
от 1,5 до 4,5 ГГц включ.	-144	-160
от 4,5 до 7,6 ГГц включ.	-139	-156
от 7,6 до 9,5 ГГц включ.	-141	-158
от 9,5 до 13 ГГц включ.	-136	-156

Продолжение таблицы 6

1	2	3
от 13 до 14,5 ГГц включ.	-139	-156
от 14,5 до 19,3 ГГц включ.	-132	-153
от 19,3 до 23 ГГц включ.	-133	-152
от 23 до 24 ГГц включ.	-132	-150
от 24 до 26,5 ГГц	-126	-144

11.8 Результаты поверки по операции пункта 10.8 считаются удовлетворительными, если измеренные значения относительного уровня интермодуляционных искажений 3-го порядка в диапазоне частот, выраженного в виде точки пересечения 3-го порядка (ТОИ), $P_{ТОИ}$ не менее значений:

- 8 дБ (1 мВт) при выключенном предусилителе;
- минус 8 дБ (1 мВт) при включенном предусилителе.

11.9 Для полученных в пункте 10.9 результатов измерений относительного уровня гармонических искажений 2-го порядка $D_{\text{гарм}}$, дБ относительно несущей, рассчитать относительный уровень гармонических искажений 2-го порядка, выраженный в виде точки пересечения 2-го порядка SHI, по формуле:

$$SHI = P_{\text{СМ}} + |D_{\text{гарм}}|, \quad (5)$$

где $P_{\text{СМ}}$ – уровень входного сигнала смесителя равный минус 20 дБ (1 мВт)

Результаты поверки по операции пункта 4.4.19 считаются удовлетворительными, если измеренные значения относительного уровня гармонических искажений 2-го порядка в диапазоне частот выраженного в виде точки пересечения 2-го порядка (SHI) не менее значений, указанных в таблице 7.

Таблица 7 – Допустимые значения относительного уровня гармонических искажений 2-го порядка в диапазоне частот, выраженного в виде точки пересечения 2-го порядка (SHI)

Диапазон частот	Допустимые значения (SHI), дБ (1 мВт), не менее
от 10 МГц до 3,75 ГГц включ.	30
св. 3,75 до 13,25 ГГц	50

11.10 Результаты поверки по операции пункта 10.10 считаются удовлетворительными, если измеренные значения КСВН входа анализатора в диапазоне частот не превышают 2,4.

11.11 Результаты поверки по операции пункта 10.11 считаются удовлетворительными, если измеренные значения уровня подавления паразитных каналов приема $P_{\text{ПКП}}$, дБ (1 мВт), при уровне сигнала на смесителе минус 10 дБ (1 мВт) не превышают минус 74 дБ (1 мВт).

11.12 Результаты поверки по операции пункта 10.12 считаются удовлетворительными, если измеренные значения уровня остаточных сигналов комбинационных частот в диапазоне частот $N_{\text{кч}}$, дБ (1 мВт), не превышают значения минус 80 дБ (1 мВт).

11.11 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 спектра VESNA ASVA требованиям, указанным в пунктах 11.1 – 11.12 настоящей методики;

- обеспечение прослеживаемости поверяемых анализаторов спектра VESNA ASVA к государственным первичным эталонам единиц величин:

а) к ГЭТ 1-2022 «Государственный первичный эталон единиц времени, частоты и национальной шкалы времени»;

б) к ГЭТ 26-2010 «Государственный первичный эталон единицы мощности электромагнитных колебаний в волноводных и коаксиальных трактах в диапазоне частот от 0,03 до 37,5 ГГц».

11.12 При получении отрицательных результатов по любой из процедур, перечисленных в разделах 8.2; 9; 10 или несоответствии действительных значений метрологических характеристик анализаторов спектра VESNA ASVA требованиям, указанным в пунктах 11.1 – 11.12 принимается решение о несоответствии средства измерений метрологическим требованиям, установленным при утверждении типа.

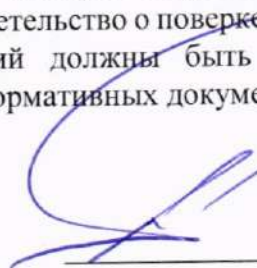
12 Оформление результатов поверки

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

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

Начальник лаборатории № 441
ФБУ «НИЦ ПМ – Ростест»



С. Н. Голышак

Начальник сектора
лаборатории № 441 ФБУ «НИЦ ПМ – Ростест»



А. С. Каледин

Приложение А
(обязательное)

Таблица А.1 – Метрологические характеристики анализаторов спектра VESNA ASVA определяемые при проведении поверки

Наименование характеристики		Значение
Пределы допускаемой относительной погрешности частоты внутреннего опорного генератора $\delta f_{ог}$		$\pm 1 \cdot 10^{-6}$
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений частоты $f_{изм}$ маркером в диапазоне частот от 0,01 до 26,5 ГГц, Гц		$\pm(f_{изм} \cdot \delta f_{ог} + 0,05 \cdot RBW + 2)$
Уровень мощности фазовых шумов в полосе пропускания 1 Гц на несущей частоте 1 ГГц при отстройках, дБ относительно мощности несущей, не более	1 кГц	-102
	10 кГц	-106
	100 кГц	-108
	1 МГц	-129
Средний уровень мощности собственных шумов в полосе пропускания 1 Гц в диапазонах частот, дБ (1 мВт) ¹⁾ , не более		приведены в таблице А2
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений уровня мощности входного сигнала при отношении сигнал/шум не менее 20 дБ, ослаблении СВЧ аттенюатора 10 дБ, дБ		приведены в таблице А3
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений уровня мощности из-за переключения ослабления СВЧ аттенюатора от 2 до 50 дБ относительно 10 дБ, дБ	50 МГц	$\pm 0,3$
	от 100 кГц до 3,0 ГГц включ.	$\pm 0,6$
	св. 3,0 до 7,5 ГГц включ.	$\pm 1,0$
	св. 7,5 до 26,5 ГГц	$\pm 1,5$
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений уровня мощности из-за переключения полосы пропускания (RBW) относительно 30 кГц, дБ от 1 Гц до 3 МГц 4, 5, 6, 8 МГц		$\pm 0,2$
		$\pm 1,0$
Относительный уровень интермодуляционных искажений 3-го порядка $D_{имз}$, выраженный в виде точки пересечения 3-го порядка (ТОИ) ²⁾ , в диапазоне частот от 10 МГц до 26,5 ГГц и ослаблении СВЧ аттенюатора 0 дБ, дБ (1 мВт), не менее: предусилитель включен предусилитель выключен		-8 8
Относительный уровень гармонических искажений 2-го порядка $D_{гарм}$, выраженный в виде точки пересечения 2-го порядка (SHI) ³⁾ , в диапазоне частот, при ослаблении СВЧ аттенюатора 0 дБ, дБ (1 мВт), не менее от 10 МГц до 3,75 ГГц включ. св. 3,75 до 13,25 ГГц		30 50
Уровень подавления паразитных каналов приема при уровне сигнала на смесителе минус 10 дБ (1 мВт), дБ (1 мВт), не более		-74
Уровень остаточных сигналов комбинационных частот, дБ (1 мВт), не более		-80
КСВН входа при ослаблении СВЧ аттенюатора 10 дБ, не более		2,4
¹⁾ дБ относительно 1 мВт; ²⁾ $ТОИ = (2 \cdot L_{смес} + D_{имз})/2$, где $L_{смес}$ – уровень входного сигнала смесителя, дБ (1 мВт); ³⁾ $SHI = L_{смес} + D_{гарм}$, где $L_{смес}$ – уровень входного сигнала смесителя, дБ (1 мВт).		

Таблица А.2 – Средний уровень мощности собственных шумов в полосе пропускания 1 Гц в диапазонах частот, дБ (мВт)

Диапазоны частот	Предусилитель выключен	Предусилитель включен
1	2	3
от 100 кГц до 1 МГц включ.	-125	–
св. 1 до 20 МГц включ.	-130	-154
св. 20 МГц до 1,5 ГГц включ.	-145	-160
св. 1,5 до 4,5 ГГц включ.	-144	-160
св. 4,5 до 7,6 ГГц включ.	-139	-156
св. 7,6 до 9,5 ГГц включ.	-141	-158
св. 9,5 до 13 ГГц включ.	-136	-156
св. 13 до 14,5 ГГц включ.	-139	-156
св. 14,5 до 19,3 ГГц включ.	-132	-153
св. 19,3 до 23 ГГц включ.	-133	-152
св. 23 до 24 ГГц включ.	-132	-150
св. 24 до 26,5 ГГц	-126	-144

Таблица А.3 – Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений уровня мощности входного сигнала при отношении сигнал/шум не менее 20 дБ и ослаблении СВЧ аттенюатора 10 дБ, дБ

Диапазоны частот	Предусилитель выключен	Предусилитель включен
от 100 кГц до 10 МГц включ.	$\pm 0,9$	$\pm 1,0$
св. 10 МГц до 3 ГГц включ.	$\pm 1,2$	$\pm 1,8$
св. 3 до 13,6 ГГц включ.	$\pm 1,7$	$\pm 1,8$
св. 13,6 до 19,3 ГГц включ.	$\pm 1,9$	$\pm 1,8$
св. 19,3 до 24,2 ГГц включ.	$\pm 2,6$	$\pm 2,4$
св. 24,2 до 26,5 ГГц	$\pm 2,9$	$\pm 3,2$

Приложение Б
(рекомендуемое)

Форма протокола поверки анализаторов спектра VESNA ASVA в части определения
метрологических характеристик

Таблица Б.1 – Условия проведения поверки

Наименование контролируемого параметра	Значение контролируемого параметра
Температура окружающей среды, °С	
Относительная влажность, %	

Таблица Б.2 – Внешний осмотр

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

Таблица Б.3 – Опробование

Вид проверки	Заклучение
После включения и загрузки программного обеспечения анализатора не должны возникать сообщения об ошибках	
Дисплей анализатора должен быть работоспособен	
С помощью органов управления обеспечивается установка диапазона рабочих частот, полосы пропускания, опорного уровня и измерение с помощью маркера частоты и амплитуды входного сигнала	

Таблица Б.4 – Проверка программного обеспечения средства измерений

Вид проверки	Заклучение
Идентификационное наименование ПО анализатора, отображаемое в верхнем правом углу должно быть: Vesna Spectrum Analyzer - Swept SA	
Номер версии ПО, в верхнем правом углу должно быть не ниже А.27.56	

Таблица Б.5 – Определение относительной погрешности частоты внутреннего опорного генератора

Номинальное значение частоты $f_{ог}$, МГц	Рассчитанное значение $\delta f_{ог}$	Допустимые значения $\delta f_{ог}$	Вывод о соответствии
10		$\pm 1 \cdot 10^{-6}$	

Таблица Б.6 – Определение абсолютной погрешности измерений частоты (ΔF)

Частота $f_{уст}$, Гц	Измеренное значение f_{ASVA} , Гц	Рассчитанное значение ΔF , Гц	Допустимые значения ΔF , Гц	Вывод о соответствии
10 000 000			± 12	
100 000 000			± 102	
1 000 000 000			± 1002	
10 000 000 000			± 1005	
26 500 000 000			± 27002	

Таблица Б.7 – Определение абсолютной погрешности измерений уровня мощности из-за переключения фильтров ПЧ (RBW) относительно полосы 30 кГц (ΔP_{RBW})

Режим	Полоса фильтра ПЧ	Максимальное изменение уровня измеряемого сигнала ΔP_{RBW} , дБ	Допустимые значения ΔP_{RBW} , дБ	Вывод о соответствии
Анализатор спектра	от 1 Гц до 3 МГц		$\pm 0,2$	
	4, 5, 6, 8 МГц		$\pm 1,0$	
Анализатор спектра реального времени	от 0,1 Гц до 3 МГц		$\pm 0,2$	

Таблица Б.8 – Определение абсолютной погрешности измерений уровня мощности из-за переключения ослабления СВЧ аттенюатора от 2 до 50 дБ относительно 10 дБ (ΔP_A)

Центральная частота, МГц	Абсолютная погрешность измерений уровня мощности из-за переключения ослабления СВЧ аттенюатора ΔP_A , дБ	Допустимые значения ΔP_A , дБ	Вывод о соответствии
100 кГц		$\pm 0,6$	
50 МГц		$\pm 0,3$	
3 ГГц		$\pm 0,6$	
7,5 ГГц		$\pm 1,3$	
26,5 ГГц		$\pm 1,5$	

Таблица Б.9 – Определение абсолютной погрешности измерений уровня мощности входного сигнала при отношении сигнал/шум не менее 20 дБ (ΔP), предусилитель выкл.

Уровень сигнала, дБ (1 мВт)	Частота сигнала, МГц	Измеренное значение P_{ASVA} , дБ (1 мВт)	Измеренное значение P_{NRP} , дБ (1 мВт)	Рассчитанные значения ΔP , дБ	Допустимые значения ΔP , дБ	Вывод о соответствии
1	2	3	4	5	6	7
-20	0,1				$\pm 0,9$	
-20	1				$\pm 0,9$	
-20	10				$\pm 0,9$	
-20	100				$\pm 1,2$	

Продолжение таблицы Б.9

1	2	3	4	5	6	7
-20	500				±1,2	
-20	1000				±1,2	
-20	1500				±1,2	
-20	2000				±1,2	
-20	2500				±1,2	
-20	3000				±1,2	
-20	3500				±1,7	
-20	4000				±1,7	
-20	4500				±1,7	
-20	5000				±1,7	
-20	5500				±1,7	
-20	6000				±1,7	
-20	6500				±1,7	
-20	7500				±1,7	
-20	7990				±1,7	
-20	8000				±1,7	
-20	9000				±1,7	
-20	10000				±1,7	
-20	11000				±1,7	
-20	12000				±1,7	
-20	13000				±1,7	
-20	14000				±1,9	
-20	15000				±1,9	
-20	16000				±1,9	
-20	17000				±1,9	
-20	17500				±1,9	
-20	18000				±1,9	
-20	19000				±1,9	
-20	20000				±2,6	
-20	22000				±2,6	
-20	24000				±2,6	
-20	26000				±2,9	
-20	26500				±2,9	
10	10				±0,9	
10	1000				±1,2	
10	10000				±1,7	
10	26500				±2,9	

Таблица Б. 10 – Определение абсолютной погрешности измерений уровня мощности входного сигнала при отношении сигнал/шум не менее 20 дБ (ΔP), предусилитель вкл.

Уровень сигнала, дБ (1 мВт)	Частота сигнала, МГц	Измеренное значение P_{ASVA} , дБ (1 мВт)	Измеренное значение P_{NRP} , дБ (1 мВт)	Рассчитанные значения ΔP , дБ	Допустимые значения ΔP , дБ	Вывод о соответствии
1	2	3	4	5	6	7
-20	0,1				±1,0	
-20	1				±1,0	
-20	10				±1,0	

Продолжение таблицы Б.10

1	2	3	4	5	6	7
-20	100				$\pm 1,8$	
-20	500				$\pm 1,8$	
-20	1000				$\pm 1,8$	
-20	1500				$\pm 1,8$	
-20	2000				$\pm 1,8$	
-20	2500				$\pm 1,8$	
-20	3000				$\pm 1,8$	
-20	3500				$\pm 1,8$	
-20	4000				$\pm 1,8$	
-20	4500				$\pm 1,8$	
-20	5000				$\pm 1,8$	
-20	5500				$\pm 1,8$	
-20	6000				$\pm 1,8$	
-20	6500				$\pm 1,8$	
-20	7500				$\pm 1,8$	
-20	7990				$\pm 1,8$	
-20	8000				$\pm 1,8$	
-20	9000				$\pm 1,8$	
-20	10000				$\pm 1,8$	
-20	11000				$\pm 1,8$	
-20	12000				$\pm 1,8$	
-20	13000				$\pm 1,8$	
-20	14000				$\pm 1,8$	
-20	15000				$\pm 1,8$	
-20	16000				$\pm 1,8$	
-20	17000				$\pm 1,8$	
-20	17500				$\pm 1,8$	
-20	18000				$\pm 1,8$	
-20	19000				$\pm 1,8$	
-20	20000				$\pm 2,4$	
-20	22000				$\pm 2,4$	
-20	24000				$\pm 2,4$	
-20	26000				$\pm 3,2$	
-20	26500				$\pm 3,2$	
10	10				$\pm 1,0$	
10	1000				$\pm 1,8$	
10	10000				$\pm 1,8$	
10	26500				$\pm 3,2$	
-20	1000				$\pm 1,8$	
-30	1000				$\pm 1,8$	
-40	1000				$\pm 1,8$	
-50	1000				$\pm 1,8$	
-60	1000				$\pm 1,8$	
-70	1000				$\pm 1,8$	
-20	10000				$\pm 1,8$	
-30	10000				$\pm 1,8$	
-40	10000				$\pm 1,8$	
-50	10000				$\pm 1,8$	

Окончание таблицы Б.10

1	2	3	4	5	6	7
-60	10000				$\pm 1,8$	
-70	10000				$\pm 1,8$	
-20	20000				$\pm 2,4$	
-30	20000				$\pm 2,4$	
-40	20000				$\pm 2,4$	
-50	20000				$\pm 2,4$	
-60	20000				$\pm 2,4$	
-70	20000				$\pm 2,4$	

Таблица Б.11 – Определение уровня мощности фазовых шумов в полосе пропускания 1 Гц при отстройке от несущей частоты 1 ГГц, ($P_{\text{ФШ}}$)

Частота несущей F, ГГц	Частота отстройки ΔF , кГц	Действительные значения $P_{\text{ФШ}}$, дБ относительно мощности несущей	Допустимые значения $P_{\text{ФШ}}$, дБ относительно мощности несущей, не более	Вывод о соответствии
1	1		-102	
	10		-106	
	100		-108	
	1000		-129	

Таблица Б.12 – Определение среднего уровня мощности собственных шумов в полосе пропускания 1 Гц

Диапазон частот	Измеренные значения $N_{\text{СУСШ}}$, дБ (1 мВт)	Допустимые значения $N_{\text{СУСШ}}$, дБ (1 мВт), не более	Вывод о соответствии
1	2	3	4
Предусилитель выключен			
от 100 кГц до 1 МГц включ.		-125	
св. 1 до 20 МГц включ.		-130	
св. 20 МГц до 1,5 ГГц включ.		-145	
св. 1,5 до 4,5 ГГц включ.		-144	
св. 4,5 до 7,6 ГГц включ.		-139	
св. 7,6 до 9,5 ГГц включ.		-141	
св. 9,5 до 13 ГГц включ.		-136	
св. 13 до 14,5 ГГц включ.		-139	
св. 14,5 до 19,3 ГГц включ.		-132	
св. 19,3 до 23 ГГц включ.		-133	
св. 23 до 24 ГГц включ.		-132	
св. 24 до 26,5 ГГц		-126	
Предусилитель включен			
св. 1 до 20 МГц включ.		-154	
св. 20 МГц до 1,5 ГГц включ.		-160	
св. 1,5 до 4,5 ГГц включ.		-160	
св. 4,5 до 7,6 ГГц включ.		-156	
св. 7,6 до 9,5 ГГц включ.		-158	
св. 9,5 до 13 ГГц включ.		-156	
св. 13 до 14,5 ГГц включ.		-156	
св. 14,5 до 19,3 ГГц включ.		-153	

Продолжение таблицы Б.12

1	2	3	4
св. 19,3 до 23 ГГц включ.		-152	
св. 23 до 24 ГГц включ.		-150	
св. 24 до 26,5 ГГц		-144	

Таблица Б.13 – Определение относительного уровня интермодуляционных искажений 3-го порядка

Центральная частота, ГГц	Измеренные значения P _{TOI} , дБ (1 мВт)	Допустимые значения P _{TOI} , дБ (1 мВт), не менее	Вывод о соответствии
Предусилитель выключен			
0,101		8	
1			
10			
26,5			
Предусилитель включен			
0,101		-8	
1			
10			
26.5			

Таблица Б.14 – Определение уровня гармонических искажений 2-го порядка

Частота входного сигнала, МГц	Рассчитанные значения SHI , дБ (1 мВт)	Допустимые значения SHI , дБ (1 мВт), не менее	Вывод о соответствии
101		30	
1001			
2999			
3001			
3999		50	
9999			
13249			

Таблица Б.15 – Определение значений КСВН входа в диапазоне частот

Измеренное максимальное значение КСВН	Допустимые значения КСВН, не более	Вывод о соответствии
	2,4	

Таблица Б.16 – Определение уровня подавления паразитных каналов приема при уровне сигнала на смесителе минус 10 дБ (1 мВт)

Частота входного сигнала, ГГц	Рассчитанные значения $R_{ПКП}$, дБ (1 мВт)	Допустимые значения $R_{ПКП}$, дБ (1 мВт), не более	Вывод о соответствии
1	2	3	4
0,01001		-74	
1,01			
3,30			
5,01			
7,99			
8,01			
8,30			

Продолжение таблицы Б.16

1	2	3	4
9,50		-74	
12,50			
17,99			
18,01			
19,99			
23,5			
26,49			

Таблица Б.17 – Определение уровня остаточных сигналов комбинационных частот

Диапазон частот	Измеренные значения $N_{кч}$, дБ (1 мВт)	Допустимые значения $N_{кч}$, дБ (1 мВт), не более	Вывод о соответствии
от 0,1 МГц до 18 ГГц включ.		-80	
св. 18 до 26,5 ГГц			