



ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ РЕГУЛИРОВАНИЮ И МЕТРОЛОГИИ

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
«ГОСУДАРСТВЕННЫЙ РЕГИОНАЛЬНЫЙ ЦЕНТР СТАНДАРТИЗАЦИИ,
МЕТРОЛОГИИ И ИСПЫТАНИЙ В Г. МОСКВЕ И МОСКОВСКОЙ ОБЛАСТИ»
(ФБУ «РОСТЕСТ-МОСКВА»)**

СОГЛАСОВАНО

Заместитель генерального директора



А.Д. Меньшиков

«20» февраля 2024 г.

Государственная система обеспечения единства измерений

АНАЛИЗАТОРЫ СПЕКТРА РЕАЛЬНОГО ВРЕМЕНИ АСРВ

Методика поверки

РТ-МП-5136-441-2023

г. Москва
2024 г.

1 Общие положения

1.1 Настоящая методика распространяется на анализаторы спектра реального времени АСРВ (далее по тексту - анализаторы) и устанавливает порядок и объем их первичной до ввода в эксплуатацию или после ремонта и периодической поверок. В процессе поверки подтверждаются требования к метрологическим характеристикам, указанным в описании типа на анализаторы спектра реального времени АСРВ.

1.2 При проведении поверки должна быть обеспечена прослеживаемость поверяемых анализаторов спектра реального времени АСРВ к государственным первичным эталонам единиц величин:

– к ГЭТ 1-2022 Государственный первичный эталон единиц времени, частоты и национальной шкалы времени в соответствии с государственной поверочной схемой, утвержденной приказом Росстандарта от 26.09.2022 № 2360 «Об утверждении государственной поверочной схемы для средств измерений времени и частоты»;

– к ГЭТ 26-2010 Государственный первичный эталон единицы мощности электромагнитных колебаний в волноводных и коаксиальных трактах в диапазоне частот от 0,03 до 37,50 ГГц в соответствии с государственной поверочной схемой, утвержденной приказом Росстандарта от 30.12.2019 № 3461 «Об утверждении государственной поверочной схемы для средств измерений мощности электромагнитных колебаний в диапазоне частот от 9 кГц до 37,5 ГГц»;

– к ГЭТ 167-2021 Государственный первичный эталон единицы мощности электромагнитных колебаний в диапазоне частот от 37,5 до 118,1 ГГц в соответствии с государственной поверочной схемой, утвержденной приказом Росстандарта от 09.11.2022 № 2813 «Об утверждении государственной поверочной схемы для средств измерений мощности электромагнитных колебаний в диапазоне частот от 37,50 до 118,1 ГГц»;

– к ГЭТ 193-2011 «Государственный первичный эталон единицы ослабления электромагнитных колебаний в диапазоне частот от 0 до 178 ГГц» в соответствии с государственной поверочной схемой, утвержденной приказом от 30 декабря 2019 г № 3383 «Об утверждении Государственной поверочной схемы для средств измерений ослабления напряжения постоянного тока и электромагнитных колебаний в диапазоне частот от 20 Гц до 178,4 ГГц».

1.3 Для обеспечения реализации методики поверки при определении метрологических характеристик по пунктам 10.1 – 10.4 применяется метод прямых измерений.

2 Перечень операций поверки средства измерений

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

Таблица 1 – Операции поверки

Наименование операции	Обязательность выполнения операций поверки при		Номер пункта методики поверки
	первичной поверке	периодической поверке	
1	2	3	4
Внешний осмотр средства измерений	Да	Да	7
Контроль условий поверки (при подготовке к поверке и опробовании средства измерений)	Да	Да	8.1
Опробование (при подготовке к поверке и опробовании средства измерений)	Да	Да	8.3

Продолжение таблицы 1

1	2	3	4
Проверка программного обеспечения средства измерений	Да	Да	9
Определение метрологических характеристик средства измерений			10
Определение абсолютной погрешности измерений частоты входного сигнала с помощью маркеров	Да	Да	10.1
Определение усредненного уровня собственных шумов	Да	Да	10.2
Определение погрешности измерений уровня мощности входного сигнала	Да	Да	10.3
Определение относительного уровня фазовых шумов	Да	Да	10.4
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 18 до 28;
- относительная влажность воздуха, %.....от 30 до 80.

4 Требование к специалистам, осуществляющим поверку

4.1 К проведению поверки анализаторов спектра реального времени АСРВ 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 реального времени АСРВ 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)	Средства измерений температуры окружающей среды в диапазоне измерений от +18 °С до +28 °С с абсолютной погрешностью $\pm 0,5$ °С; Средства измерений относительной влажности воздуха в диапазоне измерений от 30 % до 80 % с абсолютной погрешностью $\pm 3,0$ %	Термогигрометр UNITESS THB 1B, рег. № 70481-18

Продолжение таблицы 2

1	2	3
п. 10.1 Определение абсолютной погрешности измерений частоты входного сигнала с помощью маркеров	Средство воспроизведения синусоидального сигнала в диапазоне частот от 9 кГц до 40 ГГц; уровнем мощности выходного сигнала от минус 30 до 10 дБ (1 мВт)	Генератор сигналов SMA100B с опцией B140, рег. № 68980-20
	Эталоны единицы частоты и средства измерений, соответствующие требованиям к эталонам не ниже 3 разряда по приказу Росстандарта № 2360 от 26.09.2022, сигнал частотой 10 МГц	Стандарт частоты рубидиевый GPS-12RG, рег. № 70172-18
п. 10.3 Определение погрешности измерений уровня мощности входного сигнала	Эталон единицы мощности электромагнитных колебаний и средства измерений, соответствующее 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 9 кГц до 40 ГГц	Ваттметр поглощаемой мощности СВЧ NRP40T, рег. № 69958-17
	Эталон единицы ослабления напряжения постоянного тока и электромагнитных колебаний и средства измерений, соответствующее требованиям к эталонам не ниже 2 разряда по приказу Росстандарта от 30.12.2019 № 3383, в диапазоне значений ослабления от 0 до 80 дБ, в диапазоне частот от 9 кГц до 3 ГГц	Аттенюатор ступенчатый R&S RSC с модулем 03, рег. № 48368-11
	Средство воспроизведения синусоидального сигнала в диапазоне частот от 9 кГц до 40 ГГц; уровнем мощности выходного сигнала от минус 30 до 23 дБ (1 мВт)	Генератор сигналов SMA100B с опциями B140, B35, K36 рег. № 68980-20
п.10.4 Определение относительного уровня фазовых шумов	Средство воспроизведения синусоидального сигнала в диапазоне частот от 9 кГц до 40 ГГц; уровнем мощности выходного сигнала от минус 0 до 10 дБ (1 мВт); уровнем фазовых шумов на частоте 1 ГГц, не более: - минус 121 дБ при отстройке от несущей частоты 1 кГц; - минус 130 дБ при отстройке от несущей частоты 10 кГц; - минус 131 дБ при отстройке от несущей частоты 100 кГц; - минус 144 дБ при отстройке от несущей частоты 1 МГц; - минус 145 дБ при отстройке от несущей частоты 10 МГц.	Генератор сигналов SMA100B с опциями B140, B709 рег. № 68980-20

Продолжение таблицы 2

Примечание – Допускается использовать при поверке другие утвержденные и аттестованные эталоны единиц величин, поверенные средства измерений утвержденного типа, 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
8.3, 10.2	Нагрузка согласованная 50 Ом	Диапазон частот от 9 кГц до 40 ГГц	Нагрузка согласованная НС4-50-05
10.1, 10.3, 10.4	Резистивный делитель мощности	Диапазон частот от 9 кГц до 40 ГГц Разность коэффициентов передачи между выходами не более 0,5 дБ КСВН не более 1,3	Делитель мощности ДМ2А-40-14Р
8.2, 8.3, 9.1, 10.1 – 10.4	Персональный компьютер	Операционная система Windows 7 и выше; интерфейс USB 3.0.	-
Примечание – Допускается использовать при поверке другое вспомогательное оборудование, удовлетворяющее требованиям, указанным в таблице.			

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 приемники.

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 эксплуатационной документации;
- наличие маркировки, подтверждающей тип, и серийного номера;
- 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 3.

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 реального времени АСПВ. 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 блоку питания и к персональному компьютеру. Установить драйвер для интерфейса управления USB или настройки сети для интерфейса управления LAN согласно руководству по эксплуатации. Установить и запустить программное обеспечение СПО АСПВ для управления анализатором согласно руководству

по эксплуатации. Выдержать анализатор во включенном состоянии не менее 30 минут.

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

8.3 Опробование

8.3.1 При опробовании проверяется работоспособность анализатора.

8.3.2 Запустить управляющее программное обеспечение СПО АСРВ. Проверить, что анализатор подключился к программному обеспечению по индикатору, расположенному в строке состояния.

8.3.3 К ВЧ входу анализатора подключить согласованную нагрузку 50 Ом.

8.3.4 Установить в СПО АСРВ анализатора следующие настройки:

Режим (Mode): анализатор спектра (SWP),

Пресет (Preset),

Амплитуда (Amplitude):

- Опорный уровень (Ref Level): -40 дБ (1 мВт),
- Полоса обзора (Span): Вся ПолосОбз (Full Span);

Ширина канала (Bandwidth):

- Настройка ПП (RBWMode): Авто (Auto).

8.3.5 После выполнения развертки в полном диапазоне частот установить в СПО АСРВ анализатора:

Частота (Frequency):

- Центральная частота (Center): 1 ГГц,
- Полоса обзора (Span): 1 ГГц;

Ширина канала (Bandwidth):

- ПП (RBW): 1 МГц.

Уменьшая полосу обзора в диапазоне от 1 ГГц до 1 кГц и полосу пропускания в диапазоне от 1 МГц до 1 Гц с шагом 10, наблюдать уменьшение измеряемого уровня собственных шумов при уменьшении полосы пропускания.

8.3.6 Результаты опробования считать удовлетворительными, если после загрузки управляющего программного обеспечения анализатора не возникают сообщения об ошибках; анализатор подключается к программному обеспечению по индикатору, расположенному в строке состояния; обеспечивается отображение спектра шумов в полном диапазоне частот анализатора в режиме анализатора спектра, обеспечивается установка полос обзора в диапазоне от 1 кГц до полного диапазона частот, обеспечивается установка полос пропускания от 1 Гц до 1 МГц, при уменьшении полосы пропускания в 10 раз показания среднего уровня собственных шумов анализатора уменьшаются примерно на 10 дБ.

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

9 Проверка программного обеспечения

9.1 Анализатор работает под управлением внешнего персонального компьютера с установленным программным обеспечением. Для проверки номера версии программного обеспечения:

- запустить управляющее программное обеспечение СПО АСРВ;
- проверить, что анализатор подключился к программному обеспечению по индикатору, расположенному в строке состояния;

– в строке состояния проверить номер версии программного обеспечения.

Номер версии программного обеспечения должен соответствовать, указанному в описании типа на данное средство измерений.

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

10 Определение метрологических характеристик средства измерений

10.1 Определение абсолютной погрешности измерений частоты входного сигнала с помощью маркеров

10.1.1 Определение абсолютной погрешности измерений частоты входного сигнала с помощью маркеров провести методом прямых измерений с помощью генератора сигналов SMA100B и стандарта частоты рубидиевого GPS-12RG, который используется в качестве опорного генератора.

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

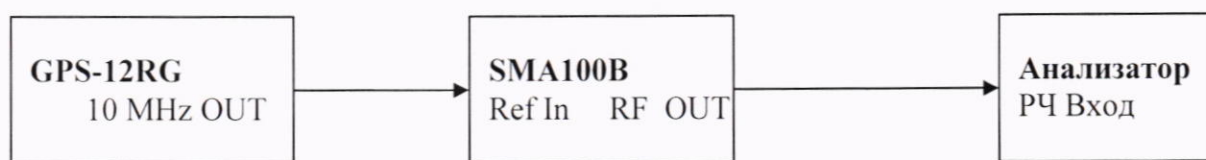


Рисунок 1

Установить в СПО АСПВ анализатора следующие настройки:

Режим (Mode): анализатор спектра (SWP),

Пресет (Preset),

Амплитуда (Amplitude):

- Опорный уровень (Ref Level): 0 дБ (1 мВт);

Частота (Frequency):

- Центральная частота (Center): $F_{ном} = 1$ ГГц,

- Полоса обзора (Span): 2 кГц;

Ширина канала (Bandwidth):

- ПП (RBW): 10 Гц.

Установить выходной уровень сигнала генератора сигналов минус 10 дБ (1 мВт), частоту выходного сигнала $F_{ном} = 1$ ГГц.

Установить маркер анализатора на максимум сигнала, для чего нажать в меню СПО АСПВ: PK.

По показанию маркера измерить значение частоты сигнала с выхода генератора сигналов, зафиксировать результаты измерений Физм.

10.1.3 Повторить измерения установив на генераторе и анализаторе частоту $F_{ном} = 10$ кГц, на анализаторе полосу обзора Frequency SPAN = 1 кГц, полосу пропускания RBW = 10 Гц.

10.1.4 Повторить измерения установив на генераторе и анализаторе частоту $F_{ном}$, равную верхнему пределу диапазона частот анализатора, на анализаторе полосу обзора Frequency SPAN = 1 МГц, полосу пропускания RBW = 10 кГц.

10.1.5 Для полученных в пунктах 10.1.2 – 10.1.4 результатов измерений Физм,

рассчитать по формуле (1) абсолютную погрешность измерений частоты с помощью маркеров ΔF

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

10.2 Определение усредненного уровня собственных шумов

10.2.1 Определение усредненного уровня собственных шумов (СУСШ) анализатора провести методом прямых измерений, путём измерения уровня с усреднением показаний отсчетных устройств анализатора при отсутствии входного сигнала.

К входу анализатора РЧ Вход подключить согласованную нагрузку 50 Ом.

Измерения провести на частотах $F_{\text{физм}}$, указанных в таблице 4. В случае наличия собственных дискретных спектральных составляющих анализатора на частоте измерения $F_{\text{физм}}$, произвести отстройку частоты маркера на частоты с их отсутствием.

10.2.2 Установить в СПО АСРВ анализатора следующие настройки:

Режим (Mode): анализатор спектра (SWP),

Пресет (Preset),

Амплитуда (Amplitude):

- Опорный уровень (Ref Level): -70 дБ (1 мВт),

- Предусилитель (PreAmplifier): Авто Вкл (Auto On);

Ширина канала (Bandwidth):

- Детектор (Detector): СКЗ (RMS),

- ПодавлПобочСпектр (SpurRejection): Расширенный (Enhanced);

Данные трассы (TraceData):

- Детектор трассы (TraceDetector): Детектир СКЗ (RMS);

< :

- Трасса (Trace): имя (name) - Трасса 1 (Trace-1): тип трассы (Type) – усреднение (Average): аргументы (avg) – 100;

М :

- M1R: Открыть (on) : тип маркера – плотность шума (Noise Density).

10.2.3 Для измерения СУСШ анализатора в диапазоне частот установить в СПО АСРВ анализатора следующие настройки:

Частота (Frequency):

- Конечная частота (Stop): 100 кГц,

- Начальная частота (Start): 9 кГц;

Ширина канала (Bandwidth):

- Настройка ПП (RBWMode): Авто (Auto).

Установить маркер на максимум шумовой дорожки (**PK**), игнорируя отдельные выбросы, если они наблюдаются.

Установить центральную частоту по маркеру: **М** : в центр (to Center).

Частота (Frequency):

- Полоса обзора (Span): 1 кГц;

Ширина канала (Bandwidth):

- ПП (RBW): 10 Гц.

Дождаться усреднения трассы. Зафиксировать результат измерений усредненного значения уровня собственных шумов нормализованного к полосе пропускания 1 Гц по показаниям маркера анализатора $F_{\text{физм}}$.

Повторить измерения для каждого диапазона частот в соответствии с таблицей 4.

Таблица 4

Модификация анализатора	Диапазон частот	Усредненный уровень собственных шумов, нормализованный к полосе пропускания 1 Гц на входе 50 Ом при полосе пропускания 10 Гц, среднеквадратическом детекторе, дБ (1 мВт), не более
1	2	3
АСРВ-4, АСРВ-4С	от 9 до 100 кГц включ.	-112
	св. 0,1 до 100 МГц включ.	-131
	св. 0,1 до 3 ГГц включ.	-154
	св. 3 до 4,5 ГГц включ.	-155
	св. 4,5 до 6,3 ГГц (опция УЧ)	-155
АСРВ-6, АСРВ-6С	от 9 до 100 кГц включ.	-115
	св. 0,1 до 100 МГц включ.	-133
	св. 0,1 до 3 ГГц включ.	-156
	св. 3 до 6,3 ГГц	-157
АСРВ-8, АСРВ-8С	от 9 до 100 кГц включ.	-133
	св. 0,1 до 100 МГц включ.	-154
	св. 0,1 до 3 ГГц включ.	-156
	св. 3 до 6,3 ГГц включ.	-156
	св. 6,3 до 7,5 ГГц включ.	-154
	св. 7,5 до 8,5 ГГц	-154
АСРВ-9, АСРВ-9С	от 9 кГц до 1 МГц включ.	-111
	св. 1 до 100 МГц включ.	-145
	св. 0,1 до 3 ГГц включ.	-160
	св. 3 до 6 ГГц включ.	-160
	св. 6 до 9,5 ГГц	-154
АСРВ-20, АСРВ-20С	от 9 до 100 кГц включ.	-148
	св. 0,1 до 100 МГц включ.	-156
	св. 0,1 до 3 ГГц включ.	-160
	св. 3 до 9 ГГц включ.	-153
	св. 9 до 20 ГГц	-154
АСРВ-20, АСРВ-20С с опцией УФШ	от 9 до 100 кГц включ.	-154
	св. 0,1 до 100 МГц включ.	-156
	св. 0,1 до 3 ГГц включ.	-160
	св. 3 до 9 ГГц включ.	-154
	св. 9 до 20 ГГц	-154
АСРВ-22, АСРВ-22С	от 9 до 100 кГц включ.	-148
	св. 0,1 до 100 МГц включ.	-156
	св. 0,1 до 3 ГГц включ.	-160
	св. 3 до 9 ГГц включ.	-153
	св. 9 до 22 ГГц	-154
АСРВ-22, АСРВ-22С с опцией УФШ	от 9 до 100 кГц включ.	-154
	св. 0,1 до 100 МГц включ.	-156
	св. 0,1 до 3 ГГц включ.	-160
	св. 3 до 9 ГГц включ.	-154
	св. 9 до 22 ГГц	-154

Продолжение таблицы 4

1	2	3
АСРВ-40, АСРВ-40С	от 9 до 100 кГц включ.	-135
	св. 0,1 до 88 МГц включ.	-145
	св. 88 МГц до 9 ГГц включ.	-135
	св. 9 до 19 ГГц включ.	-141
	св. 19 до 30 ГГц включ.	-139
	св. 30 до 40 ГГц	-137

10.3 Определение погрешности измерений уровня мощности входного сигнала

10.3.1 Определение погрешности измерений уровня мощности входного сигнала в диапазоне от минус 20 до 10 дБ (1 мВт) провести методом прямых измерений с помощью генератора сигналов SMA100B и ваттметра поглощаемой мощности СВЧ NRP40T.

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



Рисунок 2

10.3.1.1 Установить в СПО АСРВ анализатора следующие настройки:

Режим (Mode): анализатор спектра (SWP),

Пресет (Preset),

Амплитуда (Amplitude):

- Опорный уровень (Ref Level): -10 дБ (1 мВт),
- Предусилитель (PreAmplifier): Авто Вкл (Auto On);

Частота (Frequency):

- Центральная частота (Center): 30 МГц,
- Полоса обзора (Span): 10 кГц;

Ширина канала (Bandwidth):

- ПП (RBW): 1 кГц.

Установить выходной уровень сигнала генератора сигналов $P_{ген} = \text{минус } 20 \text{ дБ (1 мВт)}$, частоту выходного сигнала 30 МГц.

10.3.1.2 Установить маркер анализатора на максимум сигнала, для чего нажать в меню СПО АСРВ: РК.

Отрегулировать выходной уровень сигнала генератора таким образом, чтобы показания ваттметра $P_{ном} = P_{ген}$.

По показанию маркера анализатора измерить значение уровня мощности входного сигнала, зафиксировать результаты измерений $P_{изм}$.

10.3.1.3 Провести измерения по п. 10.3.1.2 устанавливая на анализаторе полосу пропускания RBW от 1 Гц до 1 МГц с шагом 1-2-5 и полосу обзора Frequency SPAN = $10 \cdot RBW$ (при RBW = (1 – 100) Гц полосу обзора (Frequency SPAN) установить 1 кГц).

10.3.1.4 Установить в СПО АСРВ анализатора следующие настройки:

Частота (Frequency):

- Полоса обзора (Span): 10 кГц;

Ширина канала (Bandwidth):

- ПП (RBW): 100 Гц.

Провести измерения по п. 10.3.1.2 устанавливая в зависимости от модификации анализатора на генераторе и анализаторе значения частоты Физм в соответствии с таблицей 5.

Для модификаций АСРВ-40, АСРВ-40С перейти к выполнению п. 10.3.2.

10.3.1.5 Установить выходной уровень сигнала генератора сигналов $P_{ген} = 10$ дБ (1 мВт) (для модификаций АСРВ-9, АСРВ-9С: 7 дБ (1 мВт)).

Установить в СПО АСРВ анализатора следующие настройки:

Амплитуда (Amplitude):

- Опорный уровень (Ref Level): 10 дБ (1 мВт) (для модификаций АСРВ-9, АСРВ-9С: 7 дБ (1 мВт)),

- Предусилитель (PreAmplifier): Принуд. Выкл (Forced Off).

Провести измерения по п. 10.3.1.2, устанавливая в зависимости от модификации анализатора на генераторе и анализаторе значения частоты Физм в соответствии с таблицей 5.

10.3.1.6 Для полученных в пунктах 10.3.1.2 – 10.3.1.5 результатов измерений Ризм, рассчитать по формуле (2) погрешность измерений уровня мощности входного сигнала ΔP при уровнях входной мощности минус 20 дБ (1 мВт) и 10 дБ (1 мВт) (7 дБ (1 мВт) для модификаций АСРВ-9, АСРВ-9С):

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

Таблица 5

Модификация анализатора	Частоты измерений, Физм	Пределы допускаемой погрешности измерений уровня мощности входного сигнала (при отношении сигнал/шум не менее 23 дБ), дБ:
1	2	3
АСРВ-4, АСРВ-4С	14 кГц; 50 кГц; 99 кГц; 10 МГц; 29 МГц (только с включенным предусилителем)	$\pm 2,0$
	30 МГц; 50 МГц; 99 МГц	$\pm 1,5$
	101 МГц; 1,5 ГГц; 2,99 ГГц	
	3,01 ГГц; 3,75 ГГц; 4,49 ГГц	
	4,51 ГГц; 5,25 ГГц; 6 ГГц (опция УЧ)	
АСРВ-6, АСРВ-6С	14 кГц; 50 кГц; 99 кГц; 10 МГц; 29 МГц (только с включенным предусилителем)	$\pm 2,0$
	30 МГц; 50 МГц; 99 МГц	$\pm 1,5$
	101 МГц; 1,5 ГГц; 2,99 ГГц	
	3,01 ГГц; 4,5 ГГц; 6,3 ГГц	
АСРВ-8, АСРВ-8С	14 кГц; 50 кГц; 99 кГц; 10 МГц; 29 МГц (только с включенным предусилителем)	$\pm 2,0$
	30 МГц; 50 МГц; 99 МГц	$\pm 1,5$
	101 МГц; 1,5 ГГц; 2,99 ГГц	
	3,01 ГГц; 4,5 ГГц; 6,29 ГГц	
	6,31 ГГц; 6,9 ГГц; 7,49 ГГц	
	7,51 ГГц; 8 ГГц; 8,5 ГГц	

Продолжение таблицы 5

1	2	3
АСРВ-9, АСРВ-9С	14 кГц; 500 кГц; 990 кГц; 10 МГц; 29 МГц (только с включенным предусилителем)	$\pm 2,0$
	30 МГц; 50 МГц; 99 МГц	
	101 МГц; 1,5 ГГц; 2,99 ГГц	
	3,01 ГГц; 4,5 ГГц; 5,99 ГГц	
	6,01 ГГц; 7,7 ГГц; 9,5 ГГц	
АСРВ-20, АСРВ-20С	14 кГц; 50 кГц; 99 кГц; 10 МГц; 29 МГц (только с включенным предусилителем)	$\pm 2,0$
	30 МГц; 50 МГц; 99 МГц	
	101 МГц; 1,5 ГГц; 2,99 ГГц	
	3,01 ГГц; 6 ГГц; 8,99 ГГц	
	9,01 ГГц; 12 ГГц; 14,5 ГГц; 17 ГГц; 20 ГГц	
АСРВ-20, АСРВ-20С с опцией УФШ и выключенным предусилителем	30 МГц; 50 МГц; 99 МГц	$\pm 1,0$
	101 МГц; 1,5 ГГц; 2,99 ГГц	
	3,01 ГГц; 6 ГГц; 8,99 ГГц	
	9,01 ГГц; 12 ГГц; 14,5 ГГц; 17 ГГц; 20 ГГц	
АСРВ-20, АСРВ-20С с опцией УФШ и включенным предусилителем	14 кГц; 50 кГц; 99 кГц; 10 МГц; 29 МГц	$\pm 2,0$
	30 МГц; 50 МГц; 99 МГц	
	101 МГц; 1,5 ГГц; 2,99 ГГц	
	3,01 ГГц; 6 ГГц; 8,99 ГГц	
	9,01 ГГц; 12 ГГц; 14,5 ГГц; 17 ГГц; 20 ГГц	
АСРВ-22, АСРВ-22С	14 кГц; 50 кГц; 99 кГц; 10 МГц; 29 МГц (только с включенным предусилителем)	$\pm 2,0$
	30 МГц; 50 МГц; 99 МГц	
	101 МГц; 1,5 ГГц; 2,99 ГГц	
	3,01 ГГц; 6 ГГц; 8,99 ГГц	
	9,01 ГГц; 12 ГГц; 15,5 ГГц; 18 ГГц; 22 ГГц	
АСРВ-22, АСРВ-22С с опцией УФШ и выключенным предусилителем	30 МГц; 50 МГц; 99 МГц	$\pm 1,0$
	101 МГц; 1,5 ГГц; 2,99 ГГц	
	3,01 ГГц; 6 ГГц; 8,99 ГГц	
	9,01 ГГц; 12 ГГц; 15,5 ГГц; 18 ГГц; 22 ГГц	
АСРВ-22, АСРВ-22С с опцией УФШ и включенным предусилителем	14 кГц; 50 кГц; 99 кГц; 10 МГц; 29 МГц	$\pm 2,0$
	30 МГц; 50 МГц; 99 МГц	
	101 МГц; 1,5 ГГц; 2,99 ГГц	
	3,01 ГГц; 6 ГГц; 8,99 ГГц	
	9,01 ГГц; 12 ГГц; 15,5 ГГц; 18 ГГц; 22 ГГц	
АСРВ-40, АСРВ-40С	14 кГц; 50 кГц; 99 кГц; 10 МГц; 29 МГц	$\pm 2,0$
	30 МГц; 44 МГц; 87 МГц	
	89 МГц; 2,99 ГГц; 6 ГГц; 8,99 ГГц	
	9,01 ГГц; 11 ГГц; 14 ГГц; 17 ГГц; 18,99 ГГц	$\pm 3,0$
	19,1 ГГц; 22 ГГц; 24,5 ГГц; 27 ГГц; 29,9 ГГц	
	30,1 ГГц; 32 ГГц; 35 ГГц; 38 ГГц; 40 ГГц	

10.3.2 Определение погрешности измерений уровня мощности входного сигнала в диапазоне от минус 100 до минус 20 дБ (1 мВт) проводят методом прямых измерений с помощью генератора сигналов SMA100B и аттенюатора ступенчатого R&S RSC.

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

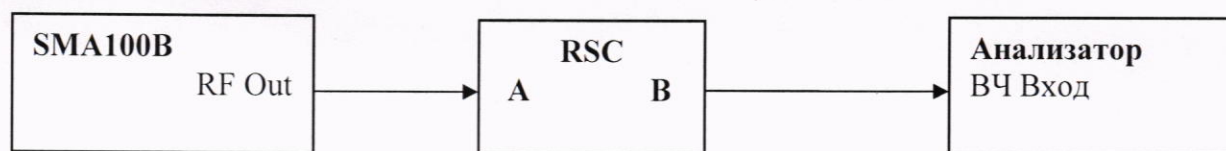


Рисунок 3

Установить в СПО АСПВ анализатора следующие настройки:

Режим (Mode): анализатор спектра (SWP),

Пресет (Preset),

Амплитуда (Amplitude):

- Опорный уровень (Ref Level): -10 дБ (1 мВт),
- Предусилитель (PreAmplifier): Авто Вкл (Auto On);

Частота (Frequency):

- Центральная частота (Center): 2,99 ГГц,
- Полоса обзора (Span): 10 кГц;

Ширина канала (Bandwidth):

- Полоса пропускания (RBW): 100 Гц,
- ПодавлПобочСпектр (SpurRejection): Расширенный (Enhanced).

Установить выходной уровень сигнала генератора сигналов минус 20 дБ (1 мВт), частоту выходного сигнала 2,99 ГГц.

Установить ослабление аттенюатора RSC $A_n = 0$ дБ.

Установить маркер анализатора на максимум сигнала, для чего нажать в меню СПО АСПВ: **РК**.

Отрегулировать выходной уровень сигнала генератора таким образом, чтобы показания анализатора Ризм соответствовали результатам измерений Ризм по п. 10.3.1 при уровне входного сигнала минус 20 дБ (1 мВт) на частоте 2,99 ГГц.

Устанавливать на аттенюаторе RSC ослабление в диапазоне A_n от 10 до 80 дБ с шагом 10 дБ и фиксировать результат измерения уровня по показанию маркера анализатора Ризм. Результаты измерений занести в таблицу 6.

Таблица 6

Ослабление аттенюатора		Показания маркера Ризм, дБ (1 мВт)	Погрешность ΔP , дБ
Номинальное значение A_n , дБ	Действительное значение A_d , дБ		
0	0		
10			
20			
30			
40			
50			
60			
70			
80			

Для полученных в пункте 10.3.2 результатов измерений Ризм, рассчитать по формуле (3) погрешность измерений уровня мощности входного сигнала ΔP в диапазоне от минус 100 до минус 20 дБ (1 мВт)

$$\Delta P = \text{Ризм} + A_d + 20, \text{ дБ} \quad (3),$$

где Ад – действительные значения ослабления аттенюатора (в соответствии с результатами поверки аттенюатора), дБ.

10.3.3 Определение погрешности измерений уровня мощности входного сигнала в диапазоне от 10 до 23 дБ (1 мВт) проводят методом прямых измерений с помощью генератора сигналов SMA100B и аттенюатора ступенчатого R&S RSC. (кроме анализаторов модификаций АСРВ-40, АСРВ-40С)

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

Установить в СПО АСРВ анализатора следующие настройки:

Режим (Mode): анализатор спектра (SWP),

Пресет (Preset),

Амплитуда (Amplitude):

- Опорный уровень (Ref Level): 23 дБ (1 мВт),

- Предусилитель (PreAmplifier): Принуд. Выкл (Forced Off);

Частота (Frequency):

- Центральная частота (Center): 2,99 ГГц,

- Полоса обзора (Span): 10 кГц;

Ширина канала (Bandwidth):

- Полоса пропускания (RBW): 100 Гц.

Установить выходной уровень сигнала генератора сигналов 23 дБ (1 мВт), частоту выходного сигнала 2,99 ГГц.

Установить ослабление аттенюатора RSC $A_n = 13$ дБ.

Установить маркер анализатора на максимум сигнала, для чего нажать в меню СПО АСРВ: **РК**.

Отрегулировать выходной уровень сигнала генератора таким образом, чтобы показания анализатора Ризм соответствовали результатам измерений Ризм по п. 10.3.1 при уровне входного сигнала 10 дБ (1 мВт) на частоте 2,99 ГГц.

Устанавливать на аттенюаторе RSC ослабление в диапазоне A_n от 13 до 0 дБ с шагом 1 дБ и фиксировать результат измерения уровня по показанию маркера анализатора Ризм. Результаты измерений занести в таблицу 7.

Таблица 7

Ослабление аттенюатора		Показания маркера Ризм, дБ (1 мВт)	Погрешность ΔP , дБ
Номинальное значение A_n , дБ	Действительное значение A_d , дБ		
13			
12			
11			
10			
9			
8			
7			
6			
5			
4			
3			
2			
1			
0	0		

Для полученных в пункте 10.3.3 результатов измерений $P_{изм}$, рассчитать по формуле (4) погрешность измерений уровня мощности входного сигнала ΔP в диапазоне от 10 до 23 дБ (1 мВт)

$$\Delta P = P_{изм} + A_d - A_{d(13)} - 10, \text{ дБ} \quad (4)$$

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

$A_{d(13)}$ – действительное значение ослабления аттенюатора при установленном ослаблении 13 дБ (в соответствии с результатами поверки аттенюатора), дБ.

10.4 Определение относительного уровня фазовых шумов

Определение относительного уровня фазовых шумов проводят методом прямых измерений с помощью генератора сигналов SMA100B.

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



Рисунок 4

10.4.1 Установить в СПО АСРВ анализатора следующие настройки:

Режим (Mode): анализатор спектра (SWP),

Пресет (Preset),

Амплитуда (Amplitude):

- Опорный уровень (Ref Level): 13 дБ (1 мВт),
- Предусилитель (PreAmplifier): Принуд. Выкл (Forced Off).

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

Включить на анализаторе режим измерений фазовых шумов:

Измер (Meas):

- Анализ Фазового Шума (Phase Noise);

Базовые (Basic):

Частота (Frequency):

- Центральная частота (Center): 1 ГГц,
- Полоса обзора (Span): 3 кГц (для отстройки 1 кГц),
3 МГц (для отстроек 10, 100 кГц, 1 МГц),
30 МГц (для отстройки 10 МГц),

Ширина канала (Bandwidth):

- ПП (RBW): 10 Гц (для отстройки 1 кГц),
1 кГц (для отстроек 10, 100 кГц, 1 МГц),
10 кГц (для отстройки 10 МГц).

Зафиксировать результат измерения относительного уровня фазовых шумов при отстройках от несущей частоты 1 ГГц, указанных в таблице 8, в зависимости от модификации анализатора.

Таблица 8

Модификация анализатора	Отстройка от несущей частоты	Уровень фазовых шумов относительно несущей в полосе пропускания 1 Гц, на несущей частоте 1 ГГц в зависимости от модификации анализатора, установленной опции и отстройки от несущей частоты, дБ, не более:
1	2	3
АСРВ-4, АСРВ-4С	1 кГц	-103
	10 кГц	-110
	100 кГц	-108
	1 МГц	-125
АСРВ-6, АСРВ-6С	1 кГц	-105
	10 кГц	-112
	100 кГц	-110
	1 МГц	-130
АСРВ-8, АСРВ-8С	1 кГц	-110
	10 кГц	-120
	100 кГц	-120
	1 МГц	-130
АСРВ-9, АСРВ-9С	1 кГц	-94
	10 кГц	-100
	100 кГц	-100
	1 МГц	-120
	10 МГц	-132
АСРВ-20, АСРВ-20С, АСРВ-22, АСРВ-22С	1 кГц	-90
	10 кГц	-98
	100 кГц	-100
	1 МГц	-120
	10 МГц	-134
АСРВ-20, АСРВ-20С, АСРВ-22, АСРВ-22С (опция УФС)	1 кГц	-95
	10 кГц	-101
	100 кГц	-100
	1 МГц	-120
	10 МГц	-134
АСРВ-40, АСРВ-40С	1 кГц	-95
	10 кГц	-100
	100 кГц	-100
	1 МГц	-120
	10 МГц	-130

10.4.2 Для модификаций анализаторов АСРВ-8, АСРВ-8С и модификаций анализаторов АСРВ-20, АСРВ-20С, АСРВ-22, АСРВ-22С с опцией УФС дополнительно провести измерения относительного уровня фазовых шумов при отстройке 1 кГц от несущей частоты 100 МГц.

Для этого установить в СПО АСРВ анализатора следующие настройки:

Режим (Mode): анализатор спектра (SWP),

Пресет (Preset),

Амплитуда (Amplitude):

- Опорный уровень (Ref Level): 13 дБ (1 мВт),

- Предусилитель (PreAmplifier): Принуд. Выкл (Forced Off).

Установить выходной уровень сигнала генератора сигналов 10 дБ (1 мВт), частоту выходного сигнала 100 МГц.

Включить на анализаторе режим измерений фазовых шумов:

Измер (Meas):

- Анализ Фазового Шума (Phase Noise);

Базовые (Basic):

Частота (Frequency):

- Центральная частота (Center): 100 МГц,

- Полоса обзора (Span): 3 кГц;

Ширина канала (Bandwidth):

- ПП (RBW): 10 Гц.

Зафиксировать результат измерения относительного уровня фазовых шумов при отстройке 1 кГц от несущей частоты.

Таблица 9

Модификация анализатора	Отстройка от несущей частоты	Уровень фазовых шумов относительно несущей в полосе пропускания 1 Гц, на несущей частоте 100 МГц в зависимости от модификации анализатора, дБ, не более:
АСРВ-8, АСРВ-8С	1 кГц	-120
АСРВ-20, АСРВ-20С, АСРВ-22, АСРВ-22С (опция УФС)	1 кГц	-120

11 Подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям

11.1 Результаты поверки по пункту 10.1 считаются удовлетворительными, если рассчитанные значения абсолютной погрешности измерений частоты входного сигнала с помощью маркеров находится в пределах $\pm (\delta_{оп} \cdot F_{ном} + 0,4 \cdot RBW + 1) \text{ Гц}$, где $\delta_{оп} = 1 \cdot 10^{-6}$ для анализатора без опции 01 или $\pm 1,5 \cdot 10^{-7}$ для анализатора с опцией 01; $F_{ном}$ – установленная на генераторе частота сигнала; RBW – установленная на анализаторе полоса пропускания.

11.2 Результаты поверки по пункту 10.2 считаются удовлетворительными, если полученные значения усредненного уровня собственных шумов не превышают значений, указанных в таблице 4.

11.3 Результаты поверки по пункту 10.3 считаются удовлетворительными, если рассчитанные значения погрешности измерений уровня мощности входного сигнала находятся в пределах, указанных в таблице 5.

11.4 Результаты поверки по пункту 10.4 считаются удовлетворительными, если полученные значения относительного уровня фазовых шумов не превышают значений, указанных в таблицах 8 и 9.

11.5 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 реального времени АСРВ требованиям, указанным в пунктах 11.1 – 11.4 настоящей методики.

11.6 При получении отрицательных результатов по любой из процедур, перечисленных в разделах 8.2; 9; 10 или несоответствии действительных значений метрологических характеристик анализаторов спектра реального времени АСРВ требованиям, указанным в пунктах 11.1 – 11.4 принимается решение о несоответствии средства измерений метрологическим требованиям, установленным при утверждении типа.

12 Оформление результатов поверки

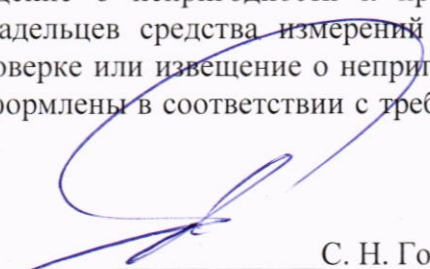
12.1 Результаты проверки внешнего осмотра, опробования, идентификации ПО, условий поверки и окончательные результаты измерений (расчетов), полученные в процессе поверки, заносят в протокол поверки произвольной формы.

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 выдаётся 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 «Ростест-Москва»

Начальник сектора
лаборатории № 441 ФБУ «Ростест-Москва»



С. Н. Голышак



А. С. Каледин