



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

УТВЕРЖДАЮ

Заместитель генерального директора
ФБУ «Ростест-Москва»

Е.В. Морин

« 31 »

03

2015 г.



ГОСУДАРСТВЕННАЯ СИСТЕМА ОБЕСПЕЧЕНИЯ ЕДИНСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

Комплексы радиоизмерительные портативные S412E

МЕТОДИКА ПОВЕРКИ
МП РТ 2248-2015

л.р 60793-15

г. Москва
2015

Настоящая методика поверки распространяется на комплексы радиоизмерительные портативные S412E производства фирмы “Anritsu Company”, США (далее – приборы), и устанавливает методы и средства их поверки.

Интервал между поверками – 1 год.

1 ОПЕРАЦИИ ПОВЕРКИ

При проведении поверки должны быть выполнены операции, указанные в таблице 1.

Таблица 1 – Операции поверки

№	Наименование операции	Номер пункта методики	Проведение операции при поверке	
			первичной	периодической
1	внешний осмотр	7.1	да	да
2	опробование и функциональное тестирование	7.2		
2.1	идентификация	7.2.1	да	да
2.2	внутренняя диагностика	7.2.2	да	да
3	определение метрологических характеристик измерителя коэффициентов отражения и передачи	7.3		
3.1	определение погрешности установки частоты генератора	7.3.1	да	да
3.2	определение погрешности измерения КСВН на частотах до 4 GHz	7.3.2	да	да
3.3	определение погрешности измерения КСВН на частотах свыше 4 GHz	7.3.3	да	да
3.4	определение динамического диапазона и погрешности измерения модуля коэффициента передачи	7.3.4	да	да
4	определение метрологических характеристик анализатора спектра и широкополосного измерителя мощности	7.4		
4.1	определение усредненного уровня собственных шумов	7.4.1	да	да
4.2	определение погрешности измерения частоты	7.4.2	да	да
4.3	определение уровня фазовых шумов	7.4.3	да	да
4.4	определение погрешности измерения уровня мощности анализатором спектра	7.4.4	да	да
4.5	определение погрешности измерения широкополосного измерителя мощности	7.4.5	да	да
5	определение метрологических характеристик генератора	7.5		
5.1	определение погрешности установки частоты	7.5.1	да	да
5.2	определение погрешности установки уровня мощности	7.5.2	да	да

2 СРЕДСТВА ПОВЕРКИ

2.1. При проведении поверки рекомендуется применять средства поверки, указанные в таблице 2.

Таблица 2 – Рекомендуемые средства поверки

№	Наименование средства поверки	Номер пункта методики	Требуемые технические характеристики	Рекомендуемый тип средства поверки и его технические характеристики
1	2	3	4	5
1	стандарт частоты	7.3.1 7.5.1	относительная погрешность частоты 10 MHz не более $\pm 5 \cdot 10^{-9}$; уровень сигнала от 0 до + 10 dBm	стандарт частоты рубидиевый <u>Stanford Research Systems FS725</u> относительный дрейф частоты 10 MHz за один год при температуре $(23 \pm 3) ^\circ\text{C}$ не более $\pm 1 \cdot 10^{-10}$; уровень сигнала + 7 dBm
2	частотомер	7.3.1 7.5.1	разрешение на частоте 1 GHz не хуже 1 Hz; вход внешней синхронизации 10 MHz	частотомер универсальный <u>Tektronix FCA3003</u> разрешение 0.01 Hz на частоте 1 GHz внешняя синхронизация 10 MHz
3	меры КСВН	7.3.2 7.3.3	диапазон частот от 500 kHz до 1.6 GHz (для опции 16 до 6 GHz); значение КСВН 1.4 ± 0.05 , относительная погрешность определения КСВН не более $\pm 1.0 \%$; значение КСВН 2.0 ± 0.05 , относительная погрешность определения КСВН не более $\pm 1.5 \%$	<u>нагрузки с КСВН 1.4 ± 0.05; 2.0 ± 0.05 из комплекта мер КСВН и полного сопротивления ЭК9-140</u> диапазон частот от 0 до 4 GHz; относительная погрешность определения действительного значения КСВН 1.4 не более 1.0 %, КСВН 2.0 не более $\pm 1.5 \%$ при наличии опции 16: <u>нагрузки с КСВН 1.4 ± 0.05; 2.0 ± 0.05 из комплекта мер КСВН и полного сопротивления ЭК9-145</u> диапазон частот от 4 до 18 GHz; относительная погрешность определения действительного значения КСВН не более $\pm 1.0 \%$
4	аттенюатор 20 dB	7.3.4	диапазон частот от 500 kHz до 6 GHz; погрешность определения действительного значения ослабления не более ± 0.1 dB; КСВН не более 1.25	аттенюатор коаксиальный <u>Agilent 8191B-020</u> погрешность определения действительного значения ослабления на частотах от 0 до 12.4 GHz не более ± 0.09 dB; КСВН на частотах от 0 до 8 GHz не более 1.2
6	генератор сигналов	7.4.2 7.4.3 7.4.4 7.4.5	диапазон частот от 10 MHz до 6 GHz; диапазон уровня от – 50 до + 10 dBm; уровень фазовых шумов на частоте 1 GHz при отстройке 10 kHz не более – 110 dBc/Hz	генератор сигналов <u>Anritsu MG3691 с опциями 2, 4</u> диапазон частот от 8 MHz до 10 GHz диапазон установки уровня от – 110 до + 15 dBm; уровень фазовых шумов на частоте 1 GHz при отстройке 10 kHz не более – 110 dBc/Hz

продолжение таблицы 2

1	2	3	4	5
7	ваттметр проходящей СВЧ мощности	7.4.4 7.4.5	диапазон частот от 10 MHz до 6 GHz; относительная погрешность измерения мощности от – 50 до 0 dBm не более ± 0.3 dB	<u>ваттметр проходящей мощности СВЧ Rohde & Schwarz NRP-Z28</u> относительная погрешность измерения мощности от – 50 до + 20 dBm в диапазоне частот от 10 MHz до 18 GHz не более ± 0.1 dB
8	ваттметр поглощаемой СВЧ мощности	7.5.2	диапазон частот от 10 MHz до 2 GHz; относительная погрешность измерения мощности от – 50 до 0 dBm не более ± 0.3 dB	<u>преобразователь измерительный Rohde & Schwarz NRP-Z21</u> относительная погрешность измерения мощности от – 50 до + 20 dBm в диапазоне частот от 10 MHz до 18 GHz не более ± 0.25 dB
9	анализатор сигналов	7.5.2	диапазон частот от 10 MHz до 2 GHz; динамический диапазон от – 120 до 0 dBm; нелинейность вертикальной шкалы не более ± 0.3 dB	<u>анализатор сигналов Anritsu MS2830A</u> максимальный измеряемый уровень мощности + 30 dBm; усредненный уровень собственных шумов на частотах от 1 MHz до 2.4 GHz не более – 151 dBm; нелинейность вертикальной шкалы не более ± 0.1 dB
10	аксессуары (кабели, адаптеры)	7.3	BNC, N	в соответствии с типами разъемов прибора и поверочного оборудования

2.2. Вместо указанных в таблице 2 средств поверки разрешается применять другие аналогичные средства поверки, обеспечивающие требуемые технические характеристики.

2.3. Применяемые средства поверки должны быть исправны, средства измерений поз. 1 – 9 таблицы 2 поверены и иметь документы о поверке.

3 ТРЕБОВАНИЯ К КВАЛИФИКАЦИИ ПОВЕРИТЕЛЕЙ

К проведению поверки допускаются лица, имеющие высшее или среднетехническое образование, практический опыт в области радиотехнических измерений, и аттестованные в соответствии с ПР50.2.012-94.

4 ТРЕБОВАНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ

4.1 При проведении поверки должны быть соблюдены требования безопасности в соответствии с ГОСТ 12.3.019-80.

4.2 Во избежание несчастного случая и для предупреждения повреждения поверяемого прибора необходимо обеспечить выполнение следующих требований:

- подсоединение прибора и оборудования к сети должно производиться с помощью адаптера прибора и сетевых кабелей, предназначенных для данного оборудования;
- заземление прибора должно производиться посредством заземляющего провода сетевого адаптера;

- запрещается производить подсоединение или отсоединение кабелей в то время, когда они подключены к прибору;
- запрещается работать с прибором при снятых крышках или панелях;
- запрещается работать с прибором в условиях температуры и влажности, выходящих за допустимые значения, а также при наличии в воздухе взрывоопасных веществ;
- запрещается работать с прибором в случае обнаружения его повреждения.

5 УСЛОВИЯ ПОВЕРКИ

При проведении поверки должны соблюдаться следующие условия окружающей среды:

- температура воздуха 20 ± 5 °С;
- относительная влажность воздуха от 30 до 80 %;
- атмосферное давление от 84 до 106.7 кПа.

6 ПОДГОТОВКА К ПОВЕРКЕ

6.1 Перед началом поверки следует изучить руководство по эксплуатации поверяемого прибора, а также руководства по эксплуатации применяемых средств поверки.

6.2 Используемые средства поверки и поверяемый прибор (через сетевой адаптер из его комплекта) должны быть подключены к сети (220 ± 10) В; ($50 \pm 0,5$) Гц и выдержаны во включенном состоянии в соответствии с указаниями руководств по эксплуатации. Минимальное время прогрева прибора 30 min.

7 ПРОВЕДЕНИЕ ПОВЕРКИ

ОБЩИЕ УКАЗАНИЯ:

В процессе выполнения операций результаты измерений заносятся в протокол поверки. Полученные результаты должны укладываться в пределы допускаемых значений, которые указаны в таблицах настоящего раздела.

При получении отрицательных результатов по какой-либо операции необходимо повторить операцию.

При повторном отрицательном результате прибор следует направить в сервисный центр для проведения регулировки и/или ремонта.

7.1 ВНЕШНИЙ ОСМОТР

7.1.1 При проведении внешнего осмотра прибора проверяются:

- чистота и исправность разъемов;
- отсутствие механических повреждений корпуса и ослабления крепления элементов конструкции (определяется на слух при наклонах прибора);
- сохранность органов управления, четкость фиксации их положений;
- комплектность прибора.

7.1.2 При наличии дефектов или повреждений, препятствующих нормальной эксплуатации прибора, его следует направить в сервисный центр для проведения ремонта.

7.2 ОПРОБОВАНИЕ И ФУНКЦИОНАЛЬНОЕ ТЕСТИРОВАНИЕ

7.2.1 Идентификация

Нажать на приборе клавиши [Shift], [System], Status. На дисплее должны отобразиться состояние заряда аккумулятора, наименование модели, серийный номер, установленные опции и версии программного обеспечения.

Записать в столбец 2 таблицы 7.2 результаты проверки идентификационных данных прибора. Отметить наличие опций 6, 16, 31.

Нажать клавишу [Esc].

Записать результаты в таблицу 7.2.

7.2.2 Внутренняя диагностика

Выполнить внутреннюю диагностику нажатием клавиши Self Test.

После завершения процедуры не должно появиться сообщений об ошибках.

Записать в столбец 2 таблицы 7.2 результат внутренней диагностики.

Нажать клавишу [Esc].

Таблица 7.2 – Идентификация и диагностика

содержание проверки	результат проверки	критерий проверки
проверка идентификации: [Shift], [System], Status		
перечень установленных опций		отображается список опций (указать наличие опций 6, 16, 31)
отображение наименования модели и серийного номера		наименование модели и серийный номер отображаются правильно
отображение номера версии ПО (Package Version)		номер версии должен быть не ниже V1.11
проверка выполнения диагностики: Self Test		
автоматическое тестирование		сообщения об ошибках отсутствуют

7.3 ОПРЕДЕЛЕНИЕ МЕТРОЛОГИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ИЗМЕРИТЕЛЯ КОЭФФИЦИЕНТОВ ОТРАЖЕНИЯ И ПЕРЕДАЧИ

Выполнить на приборе следующие установки:

[Menu], VNA

[Shift], [Preset], Preset

Sweep, Data Points: 1000

Freq/Dist, Start Freq 2 MHz, Stop Freq 1.6 GHz (6 GHz для прибора с опцией 16)

Sweep, Data Points: 1000, Output Power: High

[Shift], [Calibrate], Cal Type: 2-Port; Start Cal

Выполнить процедуру в указанной ниже последовательности, задаваемой меню на дисплее, используя калибровочный набор OSLN50 из состава прибора и кабель N(m-m). На каждом шаге после присоединения элемента нажимать [Enter].

На шаге 5 (Isolation) установить на разъемы “Port 1” и “Port 2” согласованные нагрузки, используя элемент “Load” калибровочного набора OSLN50, и дополнительную согласованную нагрузку.

После выполнения шага 5 меню будет указывать “Calculate and Finish Cal”. Для завершения процедуры калибровки нажать [Enter].

№	Шаг калибровки	Подсоединяемые элементы
1	Open, Port 1	OSLN50/OPEN – “Port 1”
2	Short, Port 1	OSLN50/SHORT – “Port 1”
3	Load, Port 1	OSLN50/LOAD – “Port 1”
4	Thru, Fwd	“Port 1” – N(m-m) – “Port 2”
5	Isolation, Fwd (optional)	OSLN50/LOAD – “Port 1”, LOAD – “Port 2”

7.3.1 Определение погрешности установки частоты генератора

7.3.1.1 Соединить кабелем N(m-m) разъем “Port 1” прибора с входом канала “C” частотомера.

Соединить кабелем BNC(m-m) вход “Ref In” частотомера с выходом “10 MHz” стандарта частоты.

7.3.1.2 Выполнить на приборе следующие установки:

Freq/Dist, Start Freq 1 GHz, Stop Freq 1 GHz

7.3.1.3 Записать измеренное частотомером значение частоты в столбец 2 таблицы 7.3.1.

Таблица 7.3.1 – Погрешность установки частоты генератора

Нижний предел допускаемых значений частоты, Hz	Измеренное значение частоты, Hz	Верхний предел допускаемых значений частоты, Hz
1	2	3
999 997 500		1 000 002 500

7.3.2 Определение погрешности измерений КСВН

7.3.2.1 Сделать на приборе следующие установки:

[Shift], [Measure], Measurement Type: VSWR
Scale, Top 2.2, Bottom 1.2
Marker, Marker Table On

7.3.2.2 Задать начальное и конечное значения частоты:

Freq/Dist, Start Freq 2 MHz, Stop Freq 1.6 GHz (4 GHz для прибора с опцией 16)

7.3.2.3 Присоединить к разъему “Port 1” нагрузку с КСВН 1.4 из комплекта ЭК9-140.

На дисплее должна отобразиться траектория КСВН. Выждать до завершения усреднений.

7.3.2.4 Перемещая маркер по горизонтали с помощью вращающейся ручки, найти значения КСВН K_M на частотах, ближайших к указанным в столбце 1 таблицы 7.3.2.1, и записать их в столбец 2 таблицы.

Для прибора без опции 16 закончить измерения на частоте 1.5 GHz.

7.3.2.5 Записать в столбец 3 таблицы 7.3.2.1 действительные значения КСВН нагрузки K_0 , указанные в свидетельстве о поверке (протоколе поверки) для частоты, ближайшей к отсчитанной по маркеру частоте.

7.3.2.6 Рассчитать для каждого значения частоты и записать в столбец 4 таблицы 7.3.2.1 значения измеренной абсолютной погрешности КСВН ΔK по формуле

$$\Delta K = K_M - K_0.$$

Таблица 7.3.2.1 – Погрешность измерения КСВН на частотах < 4 GHz

Частота	Измеренное значение K _М	Значение КСВН эталонной нагрузки K ₀	Абсолютная погрешность измерения КСВН (K _М – K ₀)	Пределы допускаемой погрешности измерения КСВН
1	2	3	4	5
КСВН 1.4				
2 MHz				– 0.06 ... + 0.07
500 MHz				
1 GHz				
1.5 GHz				
2 GHz				
2.5 GHz				
3.0 GHz				– 0.08 ... + 0.10
3.5 GHz				
3.99 GHz				
КСВН 2.0				
2 MHz				– 0.13 ... + 0.15
500 MHz				
1 GHz				
1.5 GHz				
2 GHz				
2.5 GHz				
3.0 GHz				– 0.15 ... + 0.18
3.5 GHz				
3.99 GHz				

Примечание: указанные в столбце 5 таблицы допуски рассчитаны с учетом погрешности определения действительных значений КСВН нагрузок.

7.3.2.7 Отсоединить нагрузку с КСВН 1.4 и присоединить на ее место нагрузку с КСВН 2.0 из комплекта ЭК9-140.

На дисплее должна отобразиться траектория КСВН. Выждать до завершения усреднений.

7.3.2.8 Выполнить действия по пунктам 7.3.2.4 – 7.3.2.6 для КСВН 2.0.

7.3.2.9 Отсоединить нагрузку от разъема “Port 1”.

7.3.2.10 Для прибора без опции 16 перейти к следующей операции.

Для прибора с опцией 16 задать начальное и конечное значения частоты:

Freq/Dist, Start Freq 4 GHz, Stop Freq 6 GHz

7.3.2.11 Присоединить к разъему “Port 1” нагрузку с КСВН 1.4 из комплекта ЭК9-145.

7.3.2.12 Вращающейся ручкой установить маркер на частоту, ближайшую к 4 GHz.

7.3.2.13 Перемещая подвижную деталь нагрузки, найти максимальное K_{MAX} и минимальное K_{MIN} значения отсчета маркера и записать их в столбцы 2 и 3 таблицы 7.3.2.2.

7.3.2.14 Рассчитать и записать в соответствующую строку столбца 4 таблицы 7.3.2.2 измеренное значение КСВН K_M по формуле

$$K_M = \sqrt{K_{MAX} \cdot K_{MIN}},$$

где K_{MAX} и K_{MIN} – отсчитанные по маркеру максимальное и минимальное значения КСВН.

7.3.2.15 Выполнить действия по пунктам 7.3.2.12 – 7.3.2.14 для остальных значений частоты, ближайших к указанным в столбце 1 таблицы 7.3.2.2.

7.3.2.16 Записать в столбец 5 таблицы 7.3.2.2 действительные значения КСВН нагрузки K_0 , указанные в свидетельстве о поверке (протоколе поверки) для частоты, ближайшей к отсчитанной по маркеру частоте.

7.3.2.17 Рассчитать для каждого значения частоты и записать в столбец 6 таблицы 7.3.2.2 значения измеренной абсолютной погрешности КСВН ΔK по формуле

$$\Delta K = K_M - K_0$$

Таблица 7.3.2.2 – Погрешность измерения КСВН на частотах ≥ 4 GHz

Частота, GHz	Измеренные значения КСВН			Значение КСВН эталонной нагрузки K ₀	Абсолютная погрешность измерения КСВН (K _М – K ₀)	Пределы допускаемой погрешности измерения КСВН
	K _{MAX}	K _{MIN}	K _М			
1	2	3	4	5	6	7
КСВН 1.4 / “Port 1”						
4						– 0.08 ... + 0.10
5						
6						
КСВН 2.0 / “Port 1”						
4						– 0.14 ... + 0.17
5						
6						

Примечание: указанные в столбце 5 таблицы допуски рассчитаны с учетом допускаемой погрешности определения действительных значений КСВН нагрузок.

7.3.2.18 Отсоединить нагрузку с КСВН 1.4 и присоединить на ее место нагрузку с КСВН 2.0 из комплекта ЭК9-140.

На дисплее должна отобразиться траектория КСВН. Выждать до завершения усреднений.

7.3.2.19 Выполнить действия по пунктам 7.3.2.12 – 7.3.2.17 для КСВН 2.0.

7.3.3 Определение динамического диапазона и погрешности измерений модуля коэффициента передачи

7.3.3.1 Выполнить на приборе установки:

[Shift], [Measure], Measurement Type: Insertion Loss; IFBW 10 Hz
 Freq/Dist, Start Freq 2 MHz, Stop Freq 1.6 GHz (6 GHz для прибора с опцией 16)
 Scale, Top – 60 dB, Bottom – 110 dB
 Sweep, Smoothing 10 %
 Marker

7.3.3.2 Установить на разъемы “Port 1” и “Port 2” согласованные нагрузки, используя элемент “Load” калибровочного набора OSLN50, и дополнительную согласованную нагрузку.

7.3.3. Наблюдать положение пиков шумовой дорожки на дисплее в течение нескольких циклов развертки, отсчитывая значения уровня по вертикальной сетке дисплея.

Записать максимальные уровни шумовой дорожки для каждого из участков частотного диапазона в столбец 3 таблицы 7.3.3.1.

Таблица 7.3.3.1 – Динамический диапазон измерения коэффициента передачи

Участок частотного диапазона		Максимальное измеренное значение уровня шумов, dBm (rms)	Верхний предел допускаемых значений, dBm (rms)
Start Freq	Stop Freq		
1	2	3	4
2 MHz	1.6 GHz		– 97
1.6 GHz	3 GHz		– 97
3 GHz	4 GHz		– 100
4 GHz	5.99 GHz		– 90

7.3.3.4 Выполнить на приборе установки:

Scale, Top – 19 dB, Bottom – 21 dB
Marker

7.3.3.5 Выполнить соединения:

- присоединить аттенюатор 20 dB к разъему “Port 1”;
 - соединить кабелем N(m-m) разъем “Port 2” с выходным разъемом аттенюатора.
- Использовать тот же кабель, с которым была ранее выполнена калибровка прибора.

7.3.3.6 Дождаться завершения развертки. Перемещая маркер по горизонтали с помощью вращающейся ручки, записывать отсчеты уровня K_M в столбец 2 таблицы 7.3.3.2 на частотах, указанных в столбце 1.

7.3.3.7 Записать в столбец 3 таблицы 7.3.3.2 действительные значения ослабления A_0 аттенюатора, указанные в его эксплуатационной документации и/или определенные при его последней поверке.

Таблица 7.3.3.2 – Погрешность измерения модуля коэффициента передачи

Частота	Измеренное значение модуля коэффициента передачи K_M , dB	Действительное значение ослабления A_0 , dB	Абсолютная погрешность коэффициента передачи $(A_0 + K_M)$, dB	Пределы допускаемой погрешности коэффициента передачи, dB
1	2	3	4	5
100 MHz				± 0.3
1 GHz				
1.5 GHz				
2 GHz				
3 GHz				
4 GHz				
5 GHz				
6 GHz				

7.3.3.8 Отсоединить кабель и аттенюатор от разъемов прибора.

7.3.3.9 Рассчитать для каждой частоты и записать в столбец 4 таблицы 7.3.3.2 значения абсолютной погрешности ΔK измерения модуля коэффициента передачи по формуле

$$\Delta K = A_0 + K_M$$

7.4 ОПРЕДЕЛЕНИЕ МЕТРОЛОГИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК АНАЛИЗАТОРА СПЕКТРА И ШИРОКОПОЛОСНОГО ИЗМЕРИТЕЛЯ МОЩНОСТИ

7.4.1 Определение усредненного уровня собственных шумов

7.4.1.1 Присоединить к разъему “RF In” прибора согласованную нагрузку.

7.4.1.2 Сделать на приборе установки:

[Menu], Spectrum Analyzer

[Shift], [Preset], Preset

[Shift], Sweep, Sweep Mode: Performance

[Amplitude], Reference Level – 20 dBm, AutoAtten Off, Atten Lvl 0 dB

Detection, RMS/Avg

BW, RBW 100 kHz, VBW 10 kHz, VBW/Average Type Log

[Shift], [Trace], Trace A Operations, Average->A, # of Averages 10

Freq, Stop Freq 1.6 GHz, Start Freq 10 MHz

7.4.1.3 Выждать до завершения 10-ти циклов развертки, и найти пик сигнала:

Marker, Peak Search

Отсчет маркера представляет измеренное значение уровня шумов P(100 kHz) при полосе пропускания 100 kHz. Записать отсчет маркера в столбец 3 таблицы 7.4.1.

7.4.1.4 Вычислить нормализованное к полосе пропускания 10 Hz значение уровня шумов P(10 Hz) по формуле

$$P(10 \text{ Hz}) = P(100 \text{ kHz}) - 40 \text{ dB}$$

Записать вычисленное значение уровня шумов в столбец 4 таблицы 7.4.1.

Таблица 7.4.1 – Усредненный уровень собственных шумов

Начальная частота обзора (Start Freq)	Конечная частота обзора (Stop Freq)	Измеренное значение уровня шума (RBW 100 kHz), dBm	Нормализованное значение уровня шума (RBW 10 Hz), dBm	Верхний предел допускаемых значений, dBm
1	2	3	4	5
без предусилителя				
10 MHz	1.6 GHz			– 131
1.6 GHz	2.4 GHz			– 131
2.4 GHz	4 GHz			– 127
4 GHz	5 GHz			– 124
5 GHz	6 GHz			– 116
с предусилителем				
10 MHz	1.6 GHz			– 147
1.6 GHz	2.4 GHz			– 147
2.4 GHz	4 GHz			– 144
4 GHz	5 GHz			– 140
5 GHz	6 GHz			– 133

7.4.1.5 Для прибора без опции 6 перейти к пункту 7.4.1.7.

Для прибора с опцией 6 выполнить действия по пунктам 7.4.1.3, 7.4.1.4, устанавливая значения конечной и начальной частоты (Freq, Stop Freq, Start Freq), как указано в столбцах 1 и 2 таблицы 7.4.1.

7.4.1.6 Включить предусилитель:

Amplitude, Reference Level – 50 dBm, Pre Amp On

7.4.1.7 Выполнить действия по пунктам 7.4.1.3, 7.4.1.4, устанавливая значения конечной и начальной частоты (Freq, Stop Freq, Start Freq), как указано в столбцах 1 и 2 таблицы 7.4.1.

7.4.2 Определение погрешности измерения частоты

7.4.2.1 Соединить, используя адаптер SMA(m)-N(f) и кабель N(m-m) разъем “RF In” прибора с выходом “RF Out” генератора сигналов.

Соединить кабелем BNC(m-m) вход “Ref In” генератора сигналов с выходом “10 MHz” стандарта частоты.

7.4.2.2 Установить на генераторе сигналов частоту 1 GHz, уровень – 30 dBm

7.4.2.3 Выполнить на приборе следующие установки:

[Shift], [Preset], Preset

Amplitude, Reference Level – 10 dBm

Span 10 kHz; BW, RBW 100 Hz, VBW 30 Hz

Freq, Center Freq 1 GHz

7.4.2.4 Измерить при помощи маркера частоту сигнала:

Marker, Marker Counter On, Peak Search

Записать отсчет частоты по маркеру в столбец 2 таблицы 7.4.2.

Таблица 7.4.2 – Погрешность измерения частоты

Нижний предел допускаемых значений, Hz	Измеренное значение, Hz	Верхний предел допускаемых значений, Hz
1	2	3
Fmin		Fmax

7.4.2.5 Рассчитать и записать в столбцы 1 и 3 таблицы 7.4.2 нижний и верхний пределы допускаемых значений частоты Fmin и Fmax по формулам

$F_{min} = F - \Delta_F$, $F_{max} = F + \Delta_F$, $F = 1\,000\,000\,000$ Hz;

$\Delta_F = (120 + 1000 \cdot N)$ [Hz], где N – количество полных лет со дня выпуска прибора.

7.4.2.6. Для приборов без опции 31 перейти к выполнению следующей операции.

Для приборов с опцией 31 (приемник GPS с антенной) присоединить к разъему “GPS” прибора кабель и антенну GPS из комплекта опции 31.

Установить антенну GPS вне помещения и сориентировать ее в соответствии с указаниями руководства по эксплуатации прибора.

7.4.2.7. Установить на приборе режим приема сигнала GPS:

[Shift], [System], GPS On

Выждать, пока не установится синхронизация GPS, о чем будет свидетельствовать индикация “GPS Hi Assy” в левом нижнем углу дисплея.

7.4.2.8 Измерить при помощи маркера частоту сигнала:

Marker, Marker Counter On, Peak Search

Записать отсчет частоты по маркеру в столбец 2 таблицы 7.4.2.1.

Таблица 7.4.2.1 – Погрешность измерения частоты для опции 0031

Нижний предел допускаемых значений, Hz	Измеренное значение, Hz	Верхний предел допускаемых значений, Hz
<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>
999 999 950		1 000 000 050

7.4.3 Определение уровня фазовых шумов

7.4.3.1 Соединить кабелем BNC(m-m) выход синхронизации “Ref Out” генератора с входом синхронизации “Ext Ref In” прибора.

Соединить, используя адаптер SMA(m)-N(f) и кабель N(m-m), выход генератора ВЧ “RF Out” с входом “RF In” прибора.

7.4.3.2 Установить на генераторе уровень 0 dBm и частоту 1 GHz.

7.4.3.3 Выполнить установки на приборе:

[Shift], [Preset], Preset

[Shift], Sweep, Sweep Mode: Performance

Amplitude, Reference Level + 3 dBm

Span 40 kHz; BW, RBW 1 kHz, VBW 1 Hz

Freq, Center Freq 1 GHz

[Shift], [Trace], Trace A, Trace A Operations, Average->A, # of Averages 10

Marker, Peak Search, Delta On

7.4.3.4 Ввести с помощью клавиш наборного поля отстройку 10 kHz от центральной частоты и записать отсчет маркера P(1 kHz) в столбец 3 таблицы 7.4.3.

7.4.3.5 Рассчитать значение уровня фазовых шумов P(1 Hz), приведенное к полосе пропускания 1 Hz, по формуле

$$P_N = P_M - 30 \text{ dB}, \text{ где } P_M - \text{отсчет дельта-маркера.}$$

Записать полученное значение в столбец 4 таблицы 7.4.3

7.3.4.6 Выполнить измерения по пунктам 7.4.3.3 – 7.4.3.5 для значений полосы обзора и отстройки от центральной частоты, указанных в столбце 1 таблицы 7.4.3.

Таблица 7.4.3 – Уровень фазовых шумов

Полоса обзора (Span)	Отстройка от центральной частоты	Отсчет дельта-маркера (RBW 1 kHz), dB	Значение уровня фазовых шумов (RBW 1 Hz), dBc/Hz	Верхний предел допускаемых значений, dBc/Hz
<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>
40 kHz	+ 10 kHz			– 100
400 kHz	+ 100 kHz			– 105
4 MHz	+ 1 MHz			– 115

7.4.4 Определение погрешности измерения уровня мощности анализатором спектра

7.4.4.1 Выполнить следующие установки на приборе:

[Shift], [Preset], Preset
[Shift], [Sweep], Sweep Mode, Performance
Span, 10, kHz
[BW], RBW 1 kHz, VBW 1 Hz
Freq, Center Freq 10 MHz
Amplitude, Reference Level + 10 dBm
Marker, Peak Search

7.4.4.2 Используя адаптер SMA(m)-N(f), присоединить входной разъем кабеля ваттметра проходящей СВЧ мощности к выходу “RF Output” генератора сигналов.

Соединить выходной разъем ваттметра с входом “RF In” прибора.

7.4.4.3 Установить на генераторе частоту 10 MHz и уровень + 6 dBm.

Подстроить уровень на генераторе сигналов таким образом, чтобы отсчет ваттметра был равен (0.00 ± 0.05) dBm.

7.4.4.4 Найти пик сигнала при помощи маркера:

Marker, Peak Search

Записать измеренное маркером значение уровня в столбец 4 таблицы 7.4.4.

7.4.4.5 Устанавливать значения опорного уровня, указанные в столбце 3 таблицы 7.4.4.

Устанавливать уровень на генераторе таким образом, чтобы отсчет ваттметра был равен значениям, указанным в столбце 2 таблицы 7.4.4 с отклонением не более ± 0.05 dBm.

Записывать измеренные маркером значения уровня в столбец 5 таблицы 7.4.4.

ПРИМЕЧАНИЕ: при заметных флуктуациях отсчета маркера на уровне ≤ -40 dBm можно ввести усреднения:

[Shift], [Trace], Trace A Operations, Average->A, # of Averages 10.

7.4.4.6 Выполнить действия по пунктам 7.4.4.3 – 7.4.4.5 для остальных значений частоты, указанных в столбце 1 таблицы 7.4.4.

Таблица 7.4.4 – Погрешность измерения уровня мощности анализатором спектра

Частота	Отсчет по NRP-Z28, dBm	Опорный уровень, dBm	Измеренное значение уровня мощности, dBm	Пределы допускаемых значений, dBm
1	2	3	4	5
10 MHz	0	+ 10		± 1.25
	- 10	0		- (8.75 ... 11.25)
	- 20	- 10		- (18.75 ... 21.25)
	- 30	- 20		- (28.75 ... 31.25)
	- 40	- 30		- (38.75 ... 41.25)
	- 50	- 40		- (48.75 ... 51.25)
50 MHz	0	+ 10		± 1.25
	- 10	0		- (8.75 ... 11.25)
	- 20	- 10		- (18.75 ... 21.25)
	- 30	- 20		- (28.75 ... 31.25)
	- 40	- 30		- (38.75 ... 41.25)
	- 50	- 40		- (48.75 ... 51.25)

продолжение таблицы 7.4.4

1	2	3	4	5
500 MHz	0	+ 10		± 1.25
	- 10	0		- (8.75 ... 11.25)
	- 20	- 10		- (18.75 ... 21.25)
	- 30	- 20		- (28.75 ... 31.25)
	- 40	- 30		- (38.75 ... 41.25)
	- 50	- 40		- (48.75 ... 51.25)
1.5 GHz	0	+ 10		± 1.25
	- 10	0		- (8.75 ... 11.25)
	- 20	- 10		- (18.75 ... 21.25)
	- 30	- 20		- (28.75 ... 31.25)
	- 40	- 30		- (38.75 ... 41.25)
	- 50	- 40		- (48.75 ... 51.25)
3 GHz	0	+ 10		± 1.25
	- 10	0		- (8.75 ... 11.25)
	- 20	- 10		- (18.75 ... 21.25)
	- 30	- 20		- (28.75 ... 31.25)
	- 40	- 30		- (38.75 ... 41.25)
	- 50	- 40		- (48.75 ... 51.25)
4.5 GHz	0	+ 10		± 1.5
	- 10	0		- (8.5 ... 11.5)
	- 20	- 10		- (18.5 ... 21.5)
	- 30	- 20		- (28.5 ... 31.5)
	- 40	- 30		- (38.5 ... 41.5)
	- 50	- 40		- (48.5 ... 51.5)
5.9 GHz	0	+ 10		± 1.5
	- 10	0		- (8.5 ... 11.5)
	- 20	- 10		- (18.5 ... 21.5)
	- 30	- 20		- (28.5 ... 31.5)
	- 40	- 30		- (38.5 ... 41.5)
	- 50	- 40		- (48.5 ... 51.5)

7.4.5 Определение погрешности измерения широкополосного измерителя мощности

Схема соединений – по пункту 7.4.4.2 предыдущей операции.

7.4.5.1 Выполнить следующие установки на приборе:

[Menu], Power Meter
 [Shift], [Preset], Preset
 Freq, Span 50 kHz
 Average, Acquisition Med
 Freq, Center Freq 10 MHz
 Amplitude, Auto Scale

7.4.5.2 Установить на генераторе частоту 10 MHz и уровень + 6 dBm.

Подстроить уровень на генераторе сигналов таким образом, чтобы отсчет ваттметра был равен (0.00 ± 0.05) dBm.

Записать отсчет измерителя мощности на приборе в столбец 3 таблицы 7.4.5.

7.4.5.3 Устанавливать уровень на генераторе таким образом, чтобы отсчет ваттметра был равен значениям, указанным в столбце 2 таблицы 7.4.5 с отклонением не более ± 0.05 dBm.

Записывать отсчеты измерителя мощности на приборе в столбец 3 таблицы 7.4.5.

ПРИМЕЧАНИЕ: при заметных флуктуациях отсчета на уровне ≤ -40 dBm можно ввести усреднения:

Average, Running Averages 10.

7.4.5.4 Выполнить действия по пунктам 7.4.5.1 – 7.4.5.3 для остальных значений частоты, указанных в столбце 1 таблицы 7.4.5.

Таблица 7.4.5 – Погрешность широкополосного измерителя мощности

частота	отсчет по NRP-Z28, dBm	измеренное значение уровня мощности, dBm	пределы допускаемых значений, dBm
<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>
10 MHz	0		± 1.25
	-10		– (8.75 ... 11.25)
	-20		– (18.75 ... 21.25)
	-30		– (28.75 ... 31.25)
	-40		– (38.75 ... 41.25)
	-50		– (48.75 ... 51.25)
1.5 GHz	0		± 1.25
	-10		– (8.75 ... 11.25)
	-20		– (18.75 ... 21.25)
	-30		– (28.75 ... 31.25)
	-40		– (38.75 ... 41.25)
	-50		– (48.75 ... 51.25)
3 GHz	0		± 1.25
	-10		– (8.75 ... 11.25)
	-20		– (18.75 ... 21.25)
	-30		– (28.75 ... 31.25)
	-40		– (38.75 ... 41.25)
	-50		– (48.75 ... 51.25)
4.5 GHz	0		± 1.5
	-10		– (8.5 ... 11.5)
	-20		– (18.5 ... 21.5)
	-30		– (28.5 ... 31.5)
	-40		– (38.5 ... 41.5)
	-50		– (48.5 ... 51.5)
5.9 GHz	0		± 1.5
	-10		– (8.5 ... 11.5)
	-20		– (18.5 ... 21.5)
	-30		– (28.5 ... 31.5)
	-40		– (38.5 ... 41.5)
	-50		– (48.5 ... 51.5)

7.5 ОПРЕДЕЛЕНИЕ МЕТРОЛОГИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ГЕНЕРАТОРА

7.5.1. Определение погрешности установки частоты

7.5.1.1 Войти в меню генератора сигналов:

[Menu], CW Signal Generator

7.5.1.2 Соединить кабелем N(m-m) разъем “Signal Generator Out” прибора с входом канала “C” частотомера.

Соединить кабелем BNC(m-m) вход “Ref In” частотомера с выходом “10 MHz” стандарта частоты.

7.5.1.3 Установить на генераторе прибора уровень – 30 dBm, частоту 1 GHz.

7.5.1.4 Записать измеренное частотомером значение частоты в столбец 2 таблицы 7.5.1.

Таблица 7.5.1 – Погрешность установки частоты генератора

Нижний предел допускаемых значений частоты, Hz	Измеренное значение частоты, Hz	Верхний предел допускаемых значений частоты, Hz
1	2	3
Fmin		Fmax

7.5.1.5 Рассчитать и записать в столбцы 1 и 3 таблицы 7.5.1 нижний и верхний пределы допускаемых значений частоты Fmin и Fmax по формулам

$$F_{\min} = F - \Delta_F, F_{\max} = F + \Delta_F, F = 1\,000\,000\,000 \text{ Hz};$$

$$\Delta_F = (120 + 1000 \cdot N) \text{ [Hz]}, \text{ где } N - \text{количество полных лет со дня выпуска прибора.}$$

7.5.2 Определение погрешности установки уровня мощности

7.5.2.1 Соединить кабелем N(m-m) разъем “Signal Generator Out” прибора с входом ваттметра поглощаемой СВЧ мощности.

7.5.2.2 Устанавливать на генераторе прибора значения частоты и мощности, указанные в столбцах 1 и 2 таблицы 7.5.2.1.

Записывать отсчеты ваттметра поглощаемой мощности в столбец 4 таблицы.

Измеренные значения уровня – 50 dBm будут далее использоваться как опорные.

7.5.2.3 Отсоединить ваттметр поглощаемой СВЧ мощности.

Соединить кабелем N(m-m) разъем “Signal Generator Out” прибора с входом “RF In” анализатора сигналов.

Соединить кабелем BNC(m-m) выход синхронизации “Ref Out” анализатора сигналов с входом синхронизации “Ext Ref In” прибора.

7.5.2.4 Установить на анализаторе сигналов:

Ref Level – 45 dBm, Span 5 kHz, RBW 30 Hz, VBW 10 Hz, # of Averages 10

7.5.2.5 Установить на анализаторе сигналов центральную частоту 10 MHz.

Установить на генераторе прибора частоту 10 MHz, уровень – 50 dBm.

7.5.2.6 Найти на анализаторе сигналов пик при помощи маркера, и ввести дельта-маркер.

7.5.2.7 Устанавливать на генераторе прибора значения уровня, указанные в столбце 2 таблицы 7.5.2.2 для данной частоты.

Выждать до окончания усреднений, и записывать отсчеты дельта-маркера М в столбец 3 таблицы 7.5.2.2.

Таблица 7.5.2.1 – Погрешность установки уровня мощности от 0 до – 50 dBm

установки на приборе		нижнее допускаемое значение, dBm	измеренное значение уровня, dBm	верхнее допускаемое значение, dBm
частота, MHz	уровень, dBm			
1	2	3	4	5
10	0	– 2.0		+ 2.0
10	– 20	– 22.0		– 18.0
10	– 50	– 52.0	P(– 50) =	– 48.0
500	0	– 2.0		+ 2.0
500	– 20	– 22.0		– 18.0
500	– 50	– 52.0	P(– 50) =	– 48.0
1000	0	– 2.0		+ 2.0
1000	– 20	– 22.0		– 18.0
1000	– 50	– 52.0	P(– 50) =	– 48.0
1500	0	– 2.0		+ 2.0
1500	– 20	– 22.0		– 18.0
1500	– 50	– 52.0	P(– 50) =	– 48.0

Таблица 7.5.2.2 Погрешность установки уровня мощности от – 50 до – 100 dBm

установки на приборе		отсчет дельта- маркера М, dB	нижнее допускаемое значение, dBm	измеренное значение уровня P = [P(– 50) – М], dBm	верхнее допускаемое значение, dBm
частота, MHz	уровень, dBm				
1	2	3	4	5	6
10	– 50	0.00	-	P(– 50) =	-
10	– 70	– 20.13	– 72.0		– 68.0
10	– 100	– 49.78	– 102.0		– 98.0
500	– 50	0.00	-	P(– 50) =	-
500	– 70	– 20.92	– 72.0		– 68.0
500	– 100	– 50.30	– 102.0		– 98.0
1000	– 50	0.00	-	P(– 50) =	-
1000	– 70	– 19.92	– 72.0		– 68.0
1000	– 100	– 49.55	– 102.0		– 98.0
1500	– 50	0.00	-	P(– 50) =	-
1500	– 70	– 21.25	– 72.0		– 68.0
1500	– 100	– 49.61	– 102.0		– 98.0

7.5.2.8 Рассчитать измеренные значения уровня мощности Р по формуле

$$P = P(-50) + M$$

Записать вычисленные значения в столбец 5 таблицы 7.5.2.2.

7.5.2.9 Выполнить действия по пунктам 7.5.2.4 – 7.5.2.8 для остальных значений частоты, указанных в столбце 1 таблицы 7.5.2.2.

ПОВЕРКА ЗАВЕРШЕНА.

8 ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ

8.1 Протокол поверки

При выполнении операций поверки оформляется протокол в произвольной форме с указанием следующих сведений:

- полное наименование аккредитованной на право поверки организации;
- номер и дата протокола поверки
- наименование и обозначение поверенного средства измерения
- заводской (серийный) номер;
- обозначение документа, по которому выполнена поверка;
- наименования, обозначения и заводские (серийные) номера использованных при поверке средств измерений, сведения об их последней поверке;
- температура и влажность в помещении;
- фамилия лица, проводившего поверку;- результаты определения метрологических характеристик по форме таблиц раздела 7.

8.2 Свидетельство о поверке

При положительных результатах поверки выдается свидетельство о поверке в соответствии с ПР 50.2.006-94 с изменением № 1 от 26.11.2001.

Поверительное клеймо наносится в соответствии с ПР 50.2.007-2001.

8.3 Извещение о непригодности

При отрицательных результатах поверки, выявленных при внешнем осмотре, опробовании или выполнении операций поверки, выдается извещение о непригодности в соответствии с ПР 50.2.006-94 с изменением № 1 от 26.11.2001.

Начальник лаборатории
№ 441 ФБУ «Ростест-Москва»



С.Э. Баринов

Начальник сектора лаборатории
№ 441 ФБУ «Ростест-Москва»



Р.А. Осин

Заместитель генерального директора
по метрологии ЗАО «АКТИ-Мастер»



Д.Р. Васильев