

УТВЕРЖДАЮ

Руководитель ГЦИ СИ,
Заместитель генерального директора
ФБУ «Ростест-Москва»




А.С. Евдокимов

05 2013 г.

**Анализаторы параметров радиотехнических трактов
и сигналов портативные MS2027C, MS2037C**

**МЕТОДИКА ПОВЕРКИ
МП РТ 1908-2013**

**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

г. Москва
2013

Настоящая методика поверки распространяется на анализаторы параметров радиотехнических трактов и сигналов портативные MS2027C, MS2037C (далее – приборы) фирмы “Anritsu Company”, США, 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	7.2	да	да
3	Определение погрешности установки частоты в режиме измерения S-параметров	7.3.1	да	да
4	Определение погрешности измерений КСВН	7.3.2	да	да
5	Определение динамического диапазона и погрешности измерений модуля коэффициента передачи	7.3.3	да	да
6	Определение усредненного уровня собственных шумов анализатора спектра	7.3.4	да	да
7	Определение погрешности измерения частоты анализатором спектра	7.3.5	да	да
8	Определение уровня фазовых шумов анализатора спектра	7.3.6	да	да
9	Определение погрешности измерения уровня мощности анализатором спектра на частотах < 10 МГц	7.3.7	да	да
10	Определение погрешности измерения уровня мощности анализатором спектра на частотах ≥ 10 МГц	7.3.8	да	да

2 СРЕДСТВА ПОВЕРКИ

2.1 При проведении поверки должны применяться средства поверки, указанные в таблице 2.

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, эталонные средства измерений поз. 1 – 7 таблицы 2 поверены, а эталонные средства измерений поз. 3, 4 таблицы 2 иметь документы о поверке с указанием действительных значений метрологических характеристик, определенных при поверке.

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	относительная погрешность частоты 10 MHz не более $\pm 5 \cdot 10^{-9}$; уровень сигнала от 0 до + 10 dBm	<u>стандарт частоты рубидиевый 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	разрешение на частоте 2 GHz не хуже 10 Hz; вход внешней синхронизации 10 MHz	<u>частотомер электронно-счетный Agilent 53181A с опцией 030</u> разрешение 1 Hz на частоте 2 GHz; внешняя синхронизация 10 MHz
3	меры КСВН	7.3.2	диапазон частот от 5 kHz до 15 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 $\pm 1.5 \%$ <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	7.3.3	диапазон частот от 5 kHz до 15 GHz; погрешность определения действительного значения ослабления на частотах до 6 GHz не более $\pm 0.1 \text{ dB}$; на частотах от 6 до 15 GHz не более $\pm 0.15 \text{ dB}$; КСВН на частотах от 5 kHz до 6 GHz не более 1.25, на частотах от 6 до 18 GHz не более 1.4	<u>аттенюатор коаксиальный Agilent 8191B-020</u> погрешность определения действительного значения ослабления на частотах от 0 до 12.4 GHz не более $\pm 0.09 \text{ dB}$; на частотах от 12.4 до 18 GHz не более $\pm 0.13 \text{ dB}$; КСВН на частотах от 0 до 8 GHz не более 1.2, от 8 до 18 GHz не более 1.3
5	генератор сигналов НЧ	7.3.7	погрешность установки уровня 0 dBm в диапазоне частот от 100 kHz до 1 MHz не более $\pm 0.35 \text{ dB}$	<u>генератор сигналов произвольной формы Agilent 33250A</u> относительная погрешность установки уровня 0 dBm в диапазоне частот от 100 kHz до 10 MHz не более $\pm 0.25 \text{ dB}$

1	2	3	4	5
6	генератор сигналов ВЧ	7.3.5 7.3.6 7.3.8	диапазон частот от 10 MHz до 15 GHz; диапазон уровня от – 50 до + 10 dBm; уровень фазовых шумов на частоте 1 GHz при отстройке 10 kHz не более – 110 dBc/Hz;	<u>генератор сигналов Anritsu MG3692C с опциями 2, 4</u> диапазон частот MG3692C от 8 MHz до 20 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
7	ваттметр проходящей СВЧ мощности	7.3.8	диапазон частот от 10 MHz до 18 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	аксессуары (кабели, адаптеры)	7.3	BNC, N, SMA	в соответствии с типами разъемов прибора и поверочного оборудования

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 поверяемого прибора к сети должно производиться с помощью адаптера и сетевого кабеля из комплекта прибора;
- заземление поверяемого прибора и средств поверки должно производиться посредством заземляющего провода сетевого кабеля;
- запрещается подавать на вход прибора сигнал с уровнем, превышающим максимально допустимое значение;
- запрещается работать с поверяемым прибором при снятых крышках или панелях;
- запрещается работать с прибором в условиях температуры и влажности, выходящих за пределы рабочего диапазона, а также при наличии в воздухе взрывоопасных веществ;
- запрещается работать с прибором в случае обнаружения его повреждения.

5 УСЛОВИЯ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ ПРИ ПОВЕРКЕ

При проведении поверки должны соблюдаться следующие условия окружающей среды:

- температура воздуха 23 ± 5 °C;
- относительная влажность воздуха от 30 до 80 %;
- атмосферное давление от 84 до 106.7 kPa.

6 ВНЕШНИЙ ОСМОТР И ПОДГОТОВКА К ПОВЕРКЕ

6.1 Внешний осмотр

6.1.1 При проведении внешнего осмотра 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.

6.1.2 При наличии дефектов или повреждений, препятствующих нормальной эксплуатации поверяемого прибора, его направляют в ремонт.

6.2 Подготовка к поверке

6.2.1 Перед началом работы поверитель должен изучить руководство по эксплуатации поверяемого прибора, а также руководства по эксплуатации применяемых средств поверки.

6.2.2 Перед началом выполнения операций по определению метрологических характеристик прибора (раздел 7.3) используемые средства поверки и поверяемый прибор должны быть подключены к сети $(220 \pm 10) \text{ V}$; $(50 \pm 0.5) \text{ Hz}$ и выдержаны во включенном состоянии в соответствии с указаниями руководств по эксплуатации. Минимальное время прогрева прибора 30 min.

7 ПРОВЕДЕНИЕ ПОВЕРКИ

7.1 Общие указания по проведению поверки

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

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.

7.1.2 В настоящем документе наименования клавиш на лицевой панели прибора выделены жирным шрифтом (например, **Enter**), экранных клавиш главного меню (внизу экрана) выделены квадратными скобками (например, [Freq]), экранных клавиш субменю (с правой стороны экрана) – подчеркнутым шрифтом (например, Start Freq), разъемов – кавычками (например, “RF Out”).

7.2 Опробование

7.2.1 Подсоединить прибор к сети 220 V; 50 Hz через сетевой адаптер 40-168-R из комплекта прибора.

7.2.2 Включить прибор нажатием клавиши **On/Off**.

В течение примерно 40 с должна осуществиться загрузка программного обеспечения, по завершении которой прибор будет готов к работе.

7.2.3 Нажать 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.

Нажать клавишу **Esc**.

7.2.4 Выполнить внутреннюю диагностику нажатием клавиши **Self Test**.

После завершения процедуры внутренней диагностики не должны появиться сообщения об ошибках.

Записать в столбец 2 таблицы 7.2 результат внутренней диагностики.

Нажать клавишу **Esc**.

Таблица 7.2. Опробование

содержание проверки	результат проверки	критерий проверки
1	2	3
обозначение модели и серийного номера		обозначение модели, серийный номер отображаются правильно
перечень установленных опций		отображается список опций (указать в столбце 2 наличие опции 0031)
отображение номера версии ПО		номер версии ПО должен быть не ниже 1.10
диагностика (Self Test)		сообщения об ошибках отсутствуют

7.3 Определение метрологических характеристик

7.3.1 Определение погрешности установки частоты в режиме измерения S-параметров

7.3.1.1 Соединить кабелем N(m-m) разъем “Port 1” прибора с входом канала “Channel 2” частотомера.

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

7.3.1.2 Установить на приборе режим измерения S-параметров, и вызвать заводскую установку нажатием клавиш

Shift, Mode, Vector Network Analyzer, Enter

Shift, Preset, Preset.

7.3.1.3 Выполнить на приборе следующие установки:

[Measure], **S-parameter, S21, Enter; Graph Type Log Mag, Enter**

[Sweep], **Data Point, 1000, Enter, IFBW 10 Hz, Enter**

[Freq], **Start Freq, 2, GHz, Stop Freq, 2, GHz**

Записать измеренное частотомером значение частоты в столбец 1 таблицы 7.3.1.

Таблица 7.3.1. Погрешность установки частоты

измеренное значение частоты, Hz	пределы допускаемых значений, Hz
1	2
	1 999 997 000 ... 2 000 003 000

7.3.2 Определение погрешности измерений КСВН

7.3.2.1 Выполнить заводскую установку на приборе, для чего нажать клавиши

Shift, Preset, Preset.

7.3.2.2 Сделать на приборе следующие установки:

[Sweep], Data Point, **2000, Enter**

[Freq], Start Freq, **5, kHz**; Stop Freq, **15, GHz**

7.3.2.3 Выполнить калибровку прибора для измерений коэффициентов отражения:

1) Нажать клавиши **Shift, Calibrate**

Убедиться в том, что выбран Cal Method SOLT.

Нажать клавишу Cal Type, затем выбрать тип калибровки Full S11 & S22.

Нажать **Enter**.

Для опции 0011 установить адаптеры K(m)-N(f) на разъемы “Port 1” и “Port 2” прибора.

2) Нажать клавишу Start Cal. Выполнить процедуру в последовательности, задаваемой меню на дисплее, используя калибровочный набор OSLN50 из состава прибора. На каждом шаге после присоединения элемента нажимать **Enter**.

3) После выполнения последнего шага меню будет указывать “Calculate and Finish Cal”. Для завершения процедуры калибровки нажать **Enter**.

Отсоединить калибровочный элемент от разъема прибора.

7.3.2.4 Сделать на приборе следующие установки:

[Freq], Start Freq, **5, kHz**; Stop Freq, **4, GHz**

[Measure], S-parameter, **S11, Enter**, Number of Traces, **1**; Graph Type **SWR, Enter**,

Trace Format, **Single**; Smoothing %, **3, Enter**

[Sweep], Sweep Averaging, **5, Enter**

[Scale], Reference Line, **5, Enter**; Reference Value, **1.4, Enter**; Resolution Per Div, **0.05, Enter**

[Marker], Readout Style, **As Graph, Enter**; Readout Format, **Trace**

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

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

7.3.2.6 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.

7.3.2.7 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.

7.3.2.8 Рассчитать для каждой частоты и записать в столбец 4 таблицы 7.3.2.1 значения 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_M	значение КСВН эталонной нагрузки K_0	абсолютная погрешность измерения КСВН ($K_M - K_0$)	пределы допускаемой погрешности измерения КСВН
1	2	3	4	5
КСВН 1.4 / "Port 1"				
5 kHz				- 0.06 ... + 0.07
1 GHz				
2 GHz				
3 GHz				
3.9 GHz				
КСВН 2.0 / "Port 1"				
5 kHz				- 0.12 ... + 0.15
1 GHz				
2 GHz				
3 GHz				
3.9 GHz				
КСВН 2.0 / "Port 2"				
5 kHz				- 0.12 ... + 0.15
1 GHz				
2 GHz				
3 GHz				
3.9 GHz				
КСВН 1.4 / "Port 2"				
5 kHz				- 0.06 ... + 0.07
1 GHz				
2 GHz				
3 GHz				
3.9 GHz				

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

Сделать на приборе установки:

[Scale], Reference Value, **2**, Enter; Resolution Per Div, **0.1**, Enter
[Marker]

Выждать до завершения усреднений.

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

7.3.2.11 Пересоединить нагрузку на разъем “Port 2” прибора и выполнить установки:

[Measure], S-parameter, S22, **Enter**
[Marker]

7.3.2.12 Выполнить действия по пунктам 7.3.2.6 – 7.3.2.8 для КСВН 2.0 / “Port 2”.

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

Сделать на приборе установки:

[Scale], Reference Value, **1.4**, Enter; Resolution Per Div, **0.05**, Enter
[Marker]

7.3.2.14 Выполнить действия по пунктам 7.3.2.6 – 7.3.2.8 для КСВН 1.4 / “Port 2”.
Отсоединить нагрузку от разъема “Port 2”

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

7.3.2.16 Сделать на приборе следующие установки:

[Measure], S-parameter, S11, **Enter**
[Freq], Start Freq, **4**, GHz; Stop Freq, **15**, GHz
[Marker]

7.3.2.17 Вращающейся ручкой установить маркер на частоту 4 GHz.

7.3.2.18 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.

7.3.2.19 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 (пункт 7.3.2.18).

7.3.2.20 Выполнить действия по пунктам 7.3.2.17 – 7.3.2.19 для остальных значений частоты, ближайших к указанным в столбце 1 таблицы 7.3.2.2.

7.3.2.21 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.

Рассчитать и записать в соответствующую строку столбца 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 ($K_M - K_0$)	пределы допускаемой погрешности измерения КСВН
	K_{MAX}	K_{MIN}	K_M			
1	2	3	4	5	6	7
КСВН 1.4 / "Port 1"						
4						- 0.06 ... + 0.07
5						
6						
8						- 0.08 ... + 0.11
10						
12						
15						
КСВН 2.0 / "Port 1"						
4						- 0.12 ... + 0.15
5						
6						
8						- 0.20 ... + 0.27
10						
12						
15						
КСВН 2.0 / "Port 2"						
4						- 0.12 ... + 0.15
5						
6						
8						- 0.20 ... + 0.27
10						
12						
15						
КСВН 1.4 / "Port 2"						
4						- 0.06 ... + 0.07
5						
6						
8						- 0.08 ... + 0.11
10						
12						
15						

7.3.2.22 Отсоединить нагрузку с КСВН 1.4 и присоединить на ее место нагрузку с КСВН 2.0 из комплекта ЭК9-145.

Сделать на приборе установки:

[Scale], Reference Value, **2**, Enter; Resolution Per Div, **0.1**, Enter
[Marker]

7.3.2.23 Выполнить действия по пунктам 7.3.2.17 – 7.3.2.21 для КСВН 2.0 / “Port 1”.

7.3.2.24 Пересоединить нагрузку на разъем “Port 2” прибора и выполнить установки:

[Measure], S-parameter, S22, **Enter**;
[Marker]

7.3.2.25 Выполнить действия по пунктам 7.3.2.17 – 7.3.2.21 для КСВН 2.0 / “Port 2”.

7.3.2.26 Отсоединить нагрузку с КСВН 2.0 и присоединить на ее место нагрузку с КСВН 1.4 из комплекта ЭК9-145.

Сделать на приборе установки:

[Scale], Reference Value, **1.4**, **Enter**; Resolution Per Div, **0.05**, **Enter**
[Marker]

7.3.2.27 Выполнить действия по пунктам 7.3.2.17 – 7.3.2.21 для КСВН 1.4 / “Port 2”.

7.3.2.28 Отсоединить нагрузку от прибора.

7.3.3 Определение динамического диапазона и погрешности измерений модуля коэффициента передачи

7.3.3.1 Выполнить заводскую установку на приборе, для чего нажать клавиши

Shift, **Preset**, Preset.

7.3.3.2 Сделать на приборе следующие установки:

[Measure], S-parameter, S21, **Enter**,
Number of Traces, **1**, Graph Type Log Mag, **Enter**, Trace Format, Single
[Sweep], IFBW 10 Hz, **Enter**
[Freq], Start Freq, **5**, kHz; Stop Freq, **15**, GHz
[Scale], Reference Line, **9**, **Enter**; Reference Value, **-75**, **Enter**; Resolution Per Div, **5**, **Enter**
[Marker], Readout Style, As Graph, **Enter**; Readout Format, Trace

7.3.3.3 Выполнить двухпортовую калибровку прибора следующим образом:

1) Нажать клавиши **Shift**, **Calibrate**.

Убедиться в том, что выбран Cal Method SOLT.

Нажать клавишу Cal Type, выбрать “Response S21”, нажать **Enter**.

Для опции 0011 установить адаптеры K(m)-N(f) на разъемы “Port 1” и “Port 2” прибора.

2) Нажать клавишу Start Cal и выполнить процедуру пошагово в последовательности, задаваемой меню на дисплее.

Шаг 1 – “Thru, Fwd”. Соединить кабелем N(m-m) разъемы “Port 1” и “Port 2”, нажать **Enter**. Дождаться завершения циклов развертки на дисплее.

Шаг 2 – “Isolation, Fwd (optional)”. Отсоединить кабель от разъемов “Port 1” и “Port 2”. Установить на разъемы “Port 1” и “Port 2” согласованные нагрузки, используя элемент “Load” калибровочного набора OSLN50, и дополнительную согласованную нагрузку.

Выбрать данный шаг в меню клавишей **↑** и нажать **Enter**.

3) После выполнения шага 2 меню будет указывать “Calculate and Finish Cal”. Для завершения процедуры калибровки нажать **Enter**.

7.3.3.4 Активировать маркер клавишей [Marker].

Нажать клавишу [Freq].

Устанавливать начальную частоту (Start Freq) и конечную частоту (Stop Freq) в соответствии со значениями, указанными в столбцах 1 и 2 таблицы 7.3.3.1.

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

Записывать 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		наблюдаемый уровень шума, dB	верхний предел уровня шума, dB
Start Freq	Stop Freq		
<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>
5 kHz	2 MHz	<	- 85
2 MHz	3 GHz	<	- 100
3 GHz	6 GHz	<	- 90
6 GHz	15 GHz	<	- 85

7.3.3.5 Сделать на приборе следующие установки:

[Scale], Reference Line, **5**, Enter; Reference Value, - **20** dB; Resolution Per Div, **0.5** dB

[Sweep], IFBW 10 Hz, **Enter**

[Measure], Smoothing %, **5**

[Marker]

7.3.3.6 Выполнить соединения:

- присоединить аттенюатор 20 dB к разъему “Port 1”;

- соединить кабелем N(m-m) разъем “Port 2” с выходным разъемом аттенюатора.

7.3.3.7 Сделать на приборе следующие установки:

[Freq], Start Freq, **5**, kHz; Stop Freq, **15**, GHz

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.

7.3.3.8 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.

7.3.3.9 Отсоединить кабель и аттенюатор от разъемов прибора.

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

$$\Delta K = A_0 + K_M$$

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				
2 GHz				
3 GHz				
4 GHz				
5 GHz				
6 GHz				
8 GHz				± 0.5
10 GHz				
12 GHz				
15 GHz				

Операции ниже выполняются для модели MS2037C

7.3.4 Определение усредненного уровня собственных шумов анализатора спектра

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

7.3.4.2 Выбрать режим анализатора спектра, и выполнить заводскую установку:

Shift, Mode, Spectrum Analyzer, Enter

Shift, Preset, Preset

7.3.4.3 Выполнить следующие установки:

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 (для MS203xС)

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

7.3.4.4 Устанавливать начальную частоту Start Freq = F1 и конечную частоту Stop Freq = F2 полосы обзора, как указано в столбцах 1 и 2 таблицы 7.3.4:

[Freq], Start Freq, F1, Stop Freq, F2

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

[Marker], Peak Search

Записывать отсчеты маркера в соответствующую строку столбца 3 таблицы 7.3.4.

7.3.4.5 Включить предусилитель, для чего выполнить установки:

[Amplitude], Reference Level, – 50, dBm, Pre Amp On

Таблица 7.3.4. Усредненный уровень собственных шумов

начальная частота обзора (Start Freq)	конечная частота обзора (Stop Freq)	измеренное значение уровня шума (RBW 100 kHz), dBm	расчетное значение уровня шума (RBW 1 Hz), dBm	верхний предел допускаемых значений, dBm
1	2	3	4	5
без предусилителя				
10 MHz	4 GHz			- 141
4.01 GHz	9 GHz			- 134
9.01 GHz	13 GHz			- 129
13.01 GHz	15 GHz			- 123
с предусилителем				
10 MHz	4 GHz			- 160
4.01 GHz	9 GHz			- 156
9.01 GHz	13 GHz			- 152
13.01 GHz	15 GHz			- 145

7.3.4.6 Выполнить действия по пункту 7.3.4.4 для значений начальной и конечной частоты, указанных в столбцах 1 и 2 таблицы 7.3.4.

7.3.4.7 Пересчитать записанные в столбце 3 таблицы 7.3.4 значения, измеренные при полосе пропускания 100 kHz, в значения усредненного уровня шумов, приведенные к полосе пропускания 1 Hz, по формуле

$$P(1 \text{ Hz}) = P(100 \text{ kHz}) - 50 \text{ dBm.}$$

Записать вычисленные значения уровня шумов в столбец 4 таблицы 7.3.4.

7.3.5 Определение погрешности измерения частоты анализатором спектра

7.3.5.1 Выполнить заводскую установку на приборе:

Shift, Preset, Preset

7.3.5.2 Соединить кабелем BNC(m-m) выход “10 MHz” стандарта частоты с разъемом “RF In” прибора, используя адаптер BNC(f)-N(m).

7.3.5.3 Выполнить на приборе следующие установки:

[Amplitude], Reference Level, **10, dBm**
 [Freq], Center Freq, **10, MHz**, [Span], **200, Hz**,
 [BW], RBW, **10, Hz**, VBW, **1, Hz**

7.3.5.4 Измерить при помощи маркера частоту сигнала:

[Marker], More, Counter Marker On

Записать отсчет частоты F_M по маркеру в столбец 1 таблицы 7.3.5.

Таблица 7.3.5. Погрешность измерения частоты

нижний предел допускаемых значений, Hz	измеренное значение, Hz	верхний предел допускаемых значений, Hz
1	2	3
Fmin		Fmax

7.3.5.5 Рассчитать и записать в столбец 3 таблицы 7.3.5 нижний и верхний пределы допускаемых значений частоты Fmin и Fmax по формулам

$$F_{\min} = F - \Delta_F, F_{\max} = F + \Delta_F, F = 10\,000\,000 \text{ Hz};$$

$\Delta_F = (3 + N) \text{ [Hz]}$, где N – количество полных лет со дня выпуска прибора.

7.3.5.6. Для приборов без опции 0031 перейти к выполнению следующей операции.

Для приборов с опцией 0031 (приемник GPS с антенной) выполнить соединение оборудования следующим образом.

Соединить кабелем BNC(m-m) выход “10 MHz” стандарта частоты с входом синхронизации “Ref In” генератора ВЧ.

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

Присоединить к разъему “GPS” прибора кабель и антенну GPS из комплекта опции 0031.

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

7.3.5.8. Установить на генераторе уровень – 10 dBm и частоту 1 GHz.

7.3.5.9. Выполнить на приборе следующие установки:

Shift, System, GPS, GPS On

Shift, Sweep, Sweep Mode, Performance

[Amplitude], **Reference Level, 0, dBm**

[Freq], **Center Freq, 1, GHz, [Span], 10, kHz,**

[BW], **RBW, 100, Hz, VBW, 30, Hz**

Выждать примерно три минуты, пока не установится синхронизация GPS, о чем будет свидетельствовать изменение цвета индикатора GPS с красного на зеленый.

7.3.5.4 Измерить при помощи маркера частоту сигнала:

[Marker], **More, Counter Marker On**

Записать отсчет частоты F_M по маркеру в столбец 2 таблицы 7.3.5.1.

Таблица 7.3.5.1. Погрешность измерения частоты для опции 0031

нижний предел допускаемых значений, GHz	измеренное значение, GHz	верхний предел допускаемых значений, GHz
1	2	3
0.999 999 950		1.000 000 050

7.3.6 Определение уровня фазовых шумов анализатора спектра

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

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

7.3.6.2 Установить на генераторе уровень – 3 dBm и частоту 1 GHz.

7.3.6.3 Выполнить заводскую установку на приборе:

Shift, Preset, Preset

7.3.6.4. Сделать на приборе установки:

Shift, Sweep, Sweep Mode, Performance

[Amplitude], Reference Level, 2, dBm

[Freq], Center Freq, 1, GHz

[Span], 40, kHz

[BW], RBW, 1, kHz, VBW, 1, Hz

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

[Marker], Peak Search, Delta On

7.3.6.4 Ввести с помощью клавиш наборного поля отстройку 10 kHz от центральной частоты и записать отсчет маркера в столбец 2 таблицы 7.3.6.

7.3.6.5 Рассчитать и записать в столбец 3 таблицы 7.3.6 измеренные значения уровня фазовых шумов P_N по формуле

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

Таблица 7.3.6. Уровень фазовых шумов

отстройка от центральной частоты, kHz	отсчет дельта-маркера, dB	измеренное значение уровня фазовых шумов, dBc/Hz	верхний предел допустимого уровня фазовых шумов, dBc/Hz
1	2	3	4
10			- 100

7.3.7 Определение основной погрешности измерения уровня мощности анализатором спектра на частотах < 10 MHz

7.3.7.1 Соединить кабелем BNC(m-m) выход “Output” генератора НЧ с входом “RF In” прибора, используя адаптер BNC(f)-N(m).

7.3.7.2 Выполнить заводскую установку на приборе:

Shift, Preset, Preset

7.3.7.3 Сделать на приборе установки:

Shift, Sweep, Sweep Mode, Performance

[Freq], Center Freq, 100, kHz,

[Span], 10, kHz, [BW], RBW, 1, kHz, VBW, 1, Hz

[Amplitude], Reference Level, 30, dBm

7.3.7.4 Установить на генераторе НЧ уровень 0 dBm и частоту 100 kHz.

7.3.7.5 Найти пик сигнала при помощи маркера:

[Marker], Peak Search

Записать измеренное значение уровня в столбец 3 таблицы 7.3.7.

Таблица 7.3.7. Погрешность измерения уровня на частотах < 10 MHz

установленные значения на генераторе		измеренное значение уровня, dBm	пределы допускаемых значений, dBm
частота, MHz	уровень dBm		
1	2	3	4
0.1	0		± 1.3
1	0		± 1.3

7.3.7.6 Установить частоту на генераторе НЧ и центральную частоту на приборе 1 MHz. Записать измеренное значение уровня в столбец 3 таблицы 7.3.7.

7.3.8. Определение основной погрешности измерения мощности анализатором спектра на частотах ≥ 10 MHz

7.3.8.1 Выполнить следующие установки на приборе:

Shift, Preset, Preset

Shift, Sweep, Sweep Mode, Performance

[Span], 10, kHz,

[BW], RBW, 1, kHz, VBW, 1, Hz

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

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

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

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

7.3.8.4 Выполнить установки на приборе:

[Freq], Center Freq, 10, MHz

[Amplitude], Reference Level, 10, dBm

7.3.8.5 Найти пик сигнала при помощи маркера: [Marker], Peak Search

Записать измеренное маркером значение уровня в столбец 5 таблицы 7.3.8.

7.3.8.6 Устанавливать значения опорного уровня, указанные в столбце 3 таблицы 7.3.8.

Устанавливать уровень на генераторе таким образом, чтобы отсчет измерителя мощности был равен значениям, указанным в столбце 2 таблицы 7.3.8 с отклонением не более ± 0.05 dBm.

Записывать измеренные маркером значения уровня в столбец 5 таблицы 7.3.8.

7.3.8.7 Выполнить действия по пунктам 7.3.8.3 – 7.3.8.6 для остальных значений частоты, указанных в столбце 1 таблицы 7.3.8.

Таблица 7.3.8. Погрешность измерения уровня на частотах ≥ 10 МГц

частота	отсчет уровня по ваттметру, dBm	опорный уровень, dBm	измеренное значение уровня, dBm	пределы допускаемых значений, dBm
<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>
10 МГц	0	+ 10		± 1.3
	- 10	0		- (8.7 ... 11.3)
	- 20	- 10		- (18.7 ... 21.3)
	- 30	- 20		- (28.7 ... 31.3)
	- 40	- 30		- (38.7 ... 41.3)
	- 50	- 40		- (48.7 ... 51.3)
50 МГц	0	+ 10		± 1.3
	- 10	0		- (8.7 ... 11.3)
	- 20	- 10		- (18.7 ... 21.3)
	- 30	- 20		- (28.7 ... 31.3)
	- 40	- 30		- (38.7 ... 41.3)
	- 50	- 40		- (48.7 ... 51.3)
500 МГц	0	+ 10		± 1.3
	- 10	0		- (8.7 ... 11.3)
	- 20	- 10		- (18.7 ... 21.3)
	- 30	- 20		- (28.7 ... 31.3)
	- 40	- 30		- (38.7 ... 41.3)
	- 50	- 40		- (48.7 ... 51.3)
1 GHz	0	+ 10		± 1.3
	- 10	0		- (8.7 ... 11.3)
	- 20	- 10		- (18.7 ... 21.3)
	- 30	- 20		- (28.7 ... 31.3)
	- 40	- 30		- (38.7 ... 41.3)
	- 50	- 40		- (48.7 ... 51.3)
3.9 GHz	0	+ 10		± 1.3
	- 10	0		- (8.7 ... 11.3)
	- 20	- 10		- (18.7 ... 21.3)
	- 30	- 20		- (28.7 ... 31.3)
	- 40	- 30		- (38.7 ... 41.3)
	- 50	- 40		- (48.7 ... 51.3)
5.9 GHz	0	+ 10		± 1.3
	- 10	0		- (8.7 ... 11.3)
	- 20	- 10		- (18.7 ... 21.3)
	- 30	- 20		- (28.7 ... 31.3)
	- 40	- 30		- (38.7 ... 41.3)
	- 50	- 40		- (48.7 ... 51.3)
8.9 GHz	0	+ 10		± 1.3
	- 10	0		- (8.7 ... 11.3)
	- 20	- 10		- (18.7 ... 21.3)
	- 30	- 20		- (28.7 ... 31.3)
	- 40	- 30		- (38.7 ... 41.3)
	- 50	- 40		- (48.7 ... 51.3)

<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>
12.9 GHz	0	+ 10		± 1.3
	- 10	0		- (8.7 ... 11.3)
	- 20	- 10		- (18.7 ... 21.3)
	- 30	- 20		- (28.7 ... 31.3)
	- 40	- 30		- (38.7 ... 41.3)
	- 50	- 40		- (48.7 ... 51.3)
15 GHz	0	+ 10		± 2.3
	- 10	0		- (7.7 ... 12.3)
	- 20	- 10		- (17.7 ... 22.3)
	- 30	- 20		- (27.7 ... 32.3)
	- 40	- 30		- (37.7 ... 42.3)
	- 50	- 40		- (47.7 ... 52.3)

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, установленные опции;
- 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;
- полученные значения метрологических характеристик;
- фамилия лица, проводившего поверку.

8.2. Свидетельство о поверке

При положительных результатах поверки выдается свидетельство о поверке в соответствии с ПР50.2.006-94 с изменением № 1 от 26.11.2001.

Поверительное клеймо наносится в соответствии с ПР50.2.007-2001.

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 ПР50.2.006-94 с изменением № 1 от 26.11.2001.