



**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

«11» января 2017 г.

Государственная система обеспечения единства измерений

ТЕСТЕРЫ СРЕДСТВ РАДИОСВЯЗИ СМА180

Методика поверки

МП РТ 2204-2014
с изменением № 1

г. Москва
2017 г.

ВВЕДЕНИЕ

Настоящая методика распространяется на тестеры средств радиосвязи СМА180, в том числе произведенные до внесения изменений № 1 (далее – тестеры), изготавливаемые фирмой «Rohde & Schwarz GmbH & Co. KG», Германия, и устанавливает порядок и объем их первичной и периодической поверки.

Интервал между поверками – два года.

1 ОПЕРАЦИИ ПОВЕРКИ

При проведении поверки должны выполняться операции, указанные в таблице 1.

Таблица 1

Наименование операции	Номер пункта методики	Проведение операции при поверке	
		первичной	периодической
1 Внешний осмотр	5.1	да	да
2 Опробование	5.2	да	да
3 Подтверждение идентификационных данных ПО	5.3	да	да
4 Определение метрологических характеристик	5.4	да	да
4.1 Определение погрешности частоты опорного генератора	5.4.1	да	да
4.2 Определение параметров режима анализатора спектра ВЧ	5.4.2	да	да
4.3 Определение параметров режима генератора сигналов ВЧ	5.4.3	да	да
4.4 Определение параметров режима генератора сигналов НЧ	5.4.4	да	да
4.5 Определение параметров режима анализатора спектра НЧ	5.4.5	да	да
4.6 Определение КСВН	5.4.6	да	нет

2 СРЕДСТВА ПОВЕРКИ

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

Таблица 2

Наименование средства поверки	Требуемые технические характеристики средства поверки		Рекомендуемое средство поверки
	Пределы измерений	Пределы допускаемой погрешности	
1	2	3	4
Стандарт частоты	Частота выходных сигналов 5 МГц, 10 МГц	$\pm 5 \cdot 10^{-10}$ за 1 год	Стандарт частоты рубидиевый GPS -12RG
Частотомер универсальный	Диапазон частот от 0,001 Гц до 100 МГц	$\pm 5 \cdot 10^{-10}$ с внешней опорной частотой за 1 год	Частотомер универсальный CNT-90XL

Продолжение таблицы 2

1	2	3	4
Анализатор спектра	от 100 кГц до 3 ГГц (от минус 120 до 15) дБмВт ¹ Демодуляция АМ, ЧМ	$\pm 10^{-6}$ $\pm(0,3...0,4)$ дБ Уровень фаз. шумов минус 134 дБн/Гц ² $\pm 0,3$ %	Анализатор спектра FSW8
Генератор сигналов	от 100 кГц до 3 ГГц (от минус 100 до 10) дБмВт	Уровень фаз. шумов минус 122 дБ/Гц	Генератор сигналов SMB100A
Усилитель мощности (вспомогательный)	от 1 МГц до 3 ГГц до 100 Вт		Усилитель ВВА150
Калибратор АМ/ЧМ	от 4 до 425 МГц Ка: от 0 до 100 % Фд: от 5 Гц до 1 МГц	$\pm 0,4$ % $\pm 0,3$ %	Калибратор SMBV-АМ-FM
Измеритель мощности	от 0 МГц до 3 ГГц от 2×10^{-3} до 1×10^{-2} мВт	$\pm 0,1$ дБ	Преобразователь измерительный NRP-Z51
Аттенюатор	от 0 до 2 ГГц ослабление 30 дБ до 100 Вт	$\pm 0,1$ дБ	Аттенюатор фиксированный RBU100
Анализатор спектра низкочастотный	от 10 Гц до 100 кГц от 1 мВ до 5 В	$\pm 0,5$ % Кг менее 0,01%	Анализатор спектра UPV
Генератор сигналов низкочастотный	от 10 Гц до 100 кГц от 1 мВ до 10 В	$\pm 0,5$ % Кг менее 0,01%	Анализатор спектра UPV с опцией В1
Анализатор цепей	от 100 кГц до 3 ГГц КСВН: от 1,05 до 10	± 5 %	Анализатор цепей векторный ZNC3

Примечания:

1 Вместо указанных в таблице средств поверки разрешается применять другие аналогичные меры и измерительные приборы, обеспечивающие измерения соответствующих параметров с требуемой точностью.

2 Применяемые средства поверки должны быть исправны, иметь свидетельства (отметки в формулярах или паспортах) о поверке с не истекшим сроком действия и при необходимости аттестованы в качестве эталонов единиц величин.

3 ТРЕБОВАНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ

При проведении поверки должны быть соблюдены требования безопасности, предусмотренные «Правилами технической эксплуатации электроустановок потребителей», «Правилами техники безопасности при эксплуатации электроустановок потребителей», а также изложенные в руководстве по эксплуатации на тестеры, в

¹ дБмВт – дБ относительно 1 мВт

² дБн/Гц – дБ относительно уровня несущей, приведенный к полосе пропускания 1 Гц

Тестеры средств радиосвязи СМА180

МЕТОДИКА ПОВЕРКИ МП РТ 2204-2014 с изменениями № 1

технической документации на применяемые при поверке рабочие эталоны и вспомогательное оборудование.

4 УСЛОВИЯ ПОВЕРКИ И ПОДГОТОВКА К НЕЙ

4.1 При проведении поверки должны быть соблюдены следующие условия:

- температура окружающего воздуха, °С 20 ± 5 ;
- относительная влажность воздуха, % 65 ± 15 ;
- атмосферное давление, кПа (мм рт.ст.) $100 \pm 4 (750 \pm 30)$;
- напряжение питающей сети, В $220 \pm 4,4$;
- частота питающей сети, Гц $50 \pm 0,5$.

4.2 Перед проведением поверки необходимо выполнить следующие подготовительные работы:

- выдержать тестер в условиях, указанных в п. 4.1, в течение не менее 2 ч;
- выполнить операции, оговоренные в технической документации на тестер по его подготовке к измерениям;
- выполнить операции, оговоренные в технической документации на применяемые средства поверки по их подготовке к измерениям;
- осуществить предварительный прогрев приборов для установления их рабочего режима в течение 30 минут.

5 ПРОВЕДЕНИЕ ПОВЕРКИ



5.1 Внешний осмотр

При проведении внешнего осмотра необходимо проверить:

- сохранность пломб;
- комплектность согласно РЭ;
- отсутствие внешних механических повреждений, влияющих на точность показаний прибора;
- прочность крепления органов управления, четкость фиксации их положений;
- наличие предохранителей;
- чистоту разъемов и гнезд;
- состояние лакокрасочных покрытий, гальванических покрытий и четкость гравировки.

Приборы, имеющие дефекты, бракуются и направляются в ремонт.

5.2 Опробование

Проверить возможность и прохождение внутреннего теста, для чего нажать " Setup > Maintenance > Selftest" и символ  в правом верхнем углу экрана. После завершения теста нажать .

Приборы, не прошедшие самотестирование и имеющие дефекты, бракуются и направляются в ремонт.

5.3 Подтверждение идентификационных данных ПО

Идентификационное наименование и номер версии программного обеспечения для управления тестером отображаются при нажатии "Setup > SW-/HW- Equipment" в разделе Installed Software.

Наименование и номер версии ПО должны соответствовать описанию ПО в технической документации на тестер.

5.4 Определение метрологических характеристик

5.4.1 Определение погрешности частоты опорного генератора

Погрешность определить путем измерения сигнала внутренней опорной частоты 10 МГц на выходе REF OUT на задней панели прибора при помощи частотомера, работающего от стандарта частоты.

Результаты поверки по данной операции считать положительными, если показания частотомера укладываются в пределы $10 \text{ МГц} \pm 10 \text{ Гц}$ ($\pm 1 \text{ Гц}$ при наличии опции B690A, $\pm 0,3 \text{ Гц}$ при наличии опции B690M).

5.4.2 Определение параметров режима анализатора спектра ВЧ

Для определения параметров режима анализатора спектра ВЧ собрать схему рис. 1

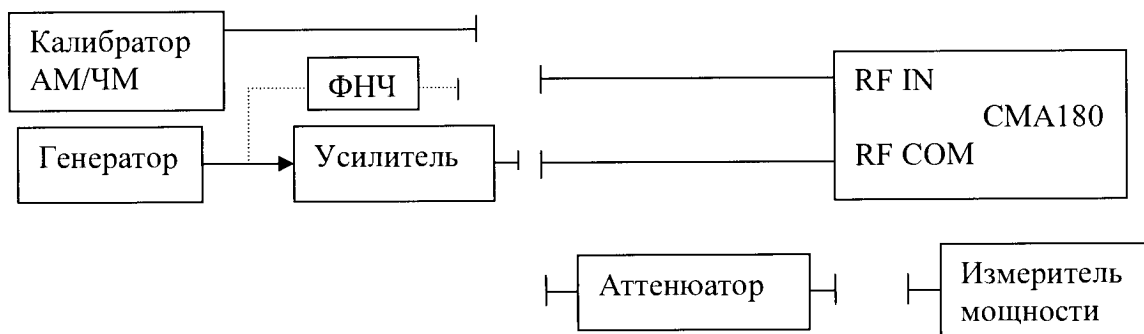


Рисунок 1

5.4.2.1 Для определения динамического диапазона нагрузить вход тестера RF IN на согласованную нагрузку, в качестве которой можно использовать измеритель мощности. На тестере выбрать сценарий «ГХ-Test», для чего нажать на символ в левом верхнем углу экрана.

Выбрать в качестве используемого входа тестера разъем RF IN, для чего нажать на символ в правом нижнем углу экрана и выбрать RF IN в меню Connector.

Нажав на символ в правом нижнем углу экрана, выбрать вкладку RF Settings и установить ожидаемый уровень мощности минус 35 дБмВт, внешний аттенюатор 0 дБ, а во вкладке Meas Control: длину БПФ 16к, полосу обзора SPAN 5 МГц, детектор RMS.

Запустить измерения на тестере, нажав на символ в правом верхнем углу экрана и выбрав режим отображения Average.

Вводя значения центральной частоты из ряда 1,5 МГц, 100 МГц, 500 МГц, 1 ГГц, 1,5 ГГц, 2 ГГц, 2,5 ГГц, 2,95 ГГц, наблюдать на экране шумовую дорожку во вкладке FFT Spectrum.

Результаты поверки по данной операции считать положительными, если шумовая дорожка не превышает минус 130 дБмВт до 2 ГГц и минус 125 дБмВт от 2 ГГц до 3 ГГц, а возможный уровень комбинационных помех не превышает минус 90 дБмВт.

5.4.2.2 Для определения уровня фазовых шумов подключить сигнал с выхода генератора ко входу тестера RF IN. На генераторе установить уровень сигнала 0 дБмВт, частоту 1 ГГц. На тестере - режим FFT Spectrum, центральную частоту 1 ГГц, полосу

обзора 40 кГц, длину БПФ 1к, ожидаемый уровень мощности 5 дБмВт (настройки производить аналогично п.5.4.2.1).

По полученной спектрограмме с помощью маркеров определить уровень фазового шума относительно несущей при отстройке 10 кГц. Пересчитать фазовый шум в спектральную плотность, для чего вычесть 23 дБ (соответствует полосе пропускания 200 Гц).

Результаты поверки по данной операции считать положительными, если уровень фазовых шумов не превышает минус 110 дБн/Гц.

5.4.2.3 Для определения уровня гармонических составляющих подать сигнал с генератора на вход тестера RF IN через фильтр нижних частот или полосовой фильтр, который пропускает частоту 1 ГГц и подавляет частоты 2 ГГц и 3 ГГц не менее, чем на 30 дБ. Настройки на генераторе и тестере установить аналогично п. 5.4.2.2.

Провести по спектрограмме на тестере измерение уровня сигнала основной частоты 1 ГГц, и изменив настройки центральной частоты на тестере на 2 и 3 ГГц, провести измерение уровня гармоник.

Результаты поверки по данной операции считать положительными, если уровень гармонических искажений относительно несущей не более минус 30 дБ.

5.4.2.4 Для определения погрешности измерения уровня подключить измеритель мощности через кабель к выходу генератора. На генераторе установить частоту 1 МГц и выходной уровень такой, что измеритель мощности показывает $(0 \pm 0,1)$ дБмВт.

Затем подключить генератор через тот же кабель ко входу RF IN тестера, установить центральную частоту 1 МГц и провести измерения уровня сигнала по спектрограмме.

Повторить измерения в таком порядке для частот 100 МГц, 500 МГц, 1 ГГц, 1,5 ГГц, 2 ГГц, 2,5 ГГц, 3 ГГц.

После этого на тестере выбрать вход RF COM, ожидаемый уровень мощности 53 дБмВт и центральную частоту 1 ГГц.

Генератор подключить к усилителю мощности, установив на генераторе уровень сигнала 0 дБмВт, частоту 1 ГГц. Выход усилителя подключить через аттенюатор к измерителю мощности, и регулировкой усиления установить показания измерителя мощности с учетом ослабления аттенюатора $(50 \pm 0,05)$ дБмВт.


Выключив мощность генератора, подключить выход усилителя к входу RF COM тестера и включить мощность опять. Провести измерения уровня сигнала по спектрограмме.

Повторить измерения в таком порядке для частот 1 МГц, 100 МГц, 500 МГц, 1,5 ГГц, 2 ГГц.

Установить на генераторе частоту 3 ГГц, к выходу ответвленного сигнала падающей мощности усилителя подключить измеритель мощности. Регулировкой усиления установить показания измерителя мощности с учетом переходного ослабления направленного ответвителя³ усилителя $(50 \pm 0,1)$ дБмВт. Провести измерения уровня сигнала по спектрограмме.

Результаты поверки по данной операции считать положительными, если погрешность измерения уровня не превышает $\pm 0,4$ дБ для входа RF COM в диапазоне частот от 1 МГц до 1 ГГц и ± 1 дБ для входа RF IN в диапазоне частот от 1 МГц до 3 ГГц и входа RF COM в диапазоне частот свыше 1 ГГц.

³ Переходное ослабление направленного ответвителя усилителя предварительно определить при помощи анализатора цепей ZNC3

5.4.2.5 Для определения параметров амплитудной модуляции подключить выход калибратора АМ/ЧМ ко входу RF IN тестера. На тестере выбрать сценарий « TX-Test», для чего нажать на символ  в левом верхнем углу экрана. Установить вход RF IN, частоту 10 МГц, ожидаемый уровень мощности 10 дБмВт, режим АМ.

На калибраторе установить режим АМ, несущую 10 МГц, выходной уровень 0 дБмВт, коэффициент амплитудной модуляции $K_{ам} = 100 \%$, модулирующую частоту 1 кГц.

Считать по тестеру измеренные значения $K_{ам}$ и коэффициент гармоник огибающей (THD). Повторить измерения, устанавливая на калибраторе $K_{ам}$ из ряда 1 %, 10 %, 50 %, 90 %.

Результаты поверки по данной операции считать положительными, если абсолютная погрешность измерения $K_{ам}$ не превышает $\pm 1 \%$, а коэффициент гармоник огибающей не превышает 0,5 %.

5.4.2.6 Для определения параметров частотной модуляции ЧМ произвести подключение и настройки на тестере аналогично п. 5.4.2.5, выбрав режим ЧМ.

На калибраторе также установить режим ЧМ, несущую 10 МГц, выходной уровень 0 дБмВт, девиацию частоты 50 кГц, модулирующую частоту 1 кГц.

Считать по тестеру измеренные значения девиации частоты и коэффициента гармоник огибающей (THD). Повторить измерения, установив на калибраторе девиацию 10 кГц.

Результаты поверки по данной операции считать положительными, если погрешность измерения девиации не превышает $\pm (0,01 \times F_d + 30 \text{ Гц})$, а коэффициент гармоник огибающей не превышает 0,5 %.

5.4.3 Определение параметров режима генератора сигналов ВЧ

Для определения параметров режима генератора сигналов ВЧ собрать схему рис.2

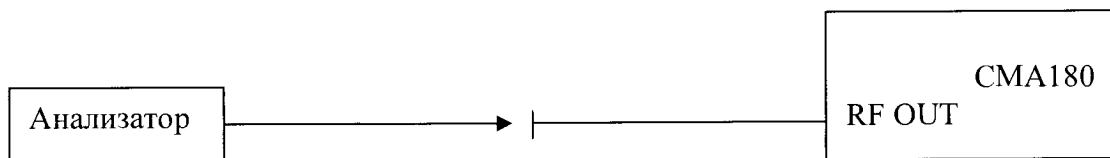





Рисунок 2

5.4.3.1 Для определения диапазона установки выходного уровня подключить выход тестера RF OUT ко входу анализатора спектра. На тестере выбрать сценарий «RX-Test», для чего нажать на символ  в левом верхнем углу экрана.

Выбрать в качестве используемого выхода тестера разъем RF OUT, для чего нажать на символ , расположенный по центру внизу экрана и выбрать RF OUT в меню Connector.

Во вкладке генератора установить частоту Freq 1 ГГц, уровень Level +10 дБмВт, режим Mode RF CW. На анализаторе установить центральную частоту 1 ГГц, полосу обзора 50 кГц, опорный уровень 10 дБмВт, вход открытый.

Запустить генерацию на тестере, нажав на символ , расположенный по центру вверху экрана.

Считать по спектрограмме измеренное значение уровня сигнала.

Повторить измерения, установив на тестере уровень минус 120 дБмВт, а на

анализаторе опорный уровень минус 50 дБмВт и полосу обзора 2 кГц.

Результаты поверки по данной операции считать положительными, если выходной уровень тестера не менее 9 дБмВт для максимальной выходной мощности и не более минус 119 дБмВт для минимальной выходной мощности.

5.4.3.2 Для определения погрешности установки выходного уровня провести настройки аналогично п. 5.4.3.1.

Во вкладке генератора установить частоту Freq 0,1 МГц, уровень Level 0 дБмВт, режим Mode RF CW. На анализаторе установить центральную частоту 0,1 МГц, полосу обзора 50 кГц, опорный уровень 0 дБмВт.

Запустить генерацию на тестере, нажав на символ ►, расположенный по центру сверху экрана.

Считать по спектрограмме измеренное значение уровня сигнала.

Повторить измерения для частот из ряда 1 МГц, 30 МГц, 100 МГц, 500 МГц, 1 ГГц, 1,5 ГГц, 2 ГГц, 2,5 ГГц, 3 ГГц.

Результаты поверки по данной операции считать положительными, если погрешность установки уровня не более:

± 2 дБ в диапазоне частот от 0,1 МГц до 1 МГц,

± 1 дБ в диапазоне частот от 1 МГц до 2 ГГц,

± 2 дБ в диапазоне частот от 2 ГГц до 2,7 ГГц,

± 2 дБ в диапазоне частот от 2,7 ГГц до 3 ГГц.

5.4.3.3 Для определения уровня фазовых шумов провести настройки аналогично п. 5.4.3.1.

На тестере установить частоту 1 ГГц, уровень 0 дБмВт, режим CW. На анализаторе - центральную частоту 1 ГГц, опорный уровень 0 дБмВт, режим измерения фазовых шумов.

Провести измерения фазового шума при отстройке 10 кГц.

Результаты поверки по данной операции считать положительными, если уровень фазовых шумов не превышает минус 110 дБн/Гц.

5.4.3.3 Для определения уровня гармонических и негармонических составляющих провести настройки аналогично п. 5.4.3.2.

На анализаторе установить начальную частоту 1 МГц, конечную частоту 3,1 ГГц.

Провести по спектрограмме измерения гармонических и негармонических составляющих.

Результаты поверки по данной операции считать положительными, если уровень гармонических искажений не более минус 30 дБн⁴, а уровень негармонических составляющих не более:

минус 60 дБн в диапазоне частот от 100 кГц до 30 МГц,

минус 55 дБн в диапазоне частот от 30 МГц до 2000 МГц,

минус 45 дБн в диапазоне частот от 2 ГГц до 3 ГГц.

5.4.3.4 Для определения параметров АМ провести настройки аналогично п. 5.4.3.2.

На тестере выбрать режим Mode АМ, частоту 1 ГГц, уровень 0 дБмВт, коэффициент модуляции 100 %, частоту модуляции 1 кГц.

На анализаторе установить центральную частоту 1 ГГц и режим измерения АМ.

Провести по анализатору измерения Кам и коэффициента гармоник модулирующего сигнала.

⁴ дБн – дБ относительно уровня несущей

Повторить измерения для Кам 1 %, 10 %, 50 %.

Результаты поверки по данной операции считать положительными, если абсолютная погрешность установки Кам не превышает $\pm 1 \%$, а коэффициент гармоник огибающей не превышает 1 %.

5.4.3.5 Для определения параметров ЧМ провести настройки аналогично п. 5.4.3.2.

На тестере выбрать режим Mode FM, частоту 1 ГГц, уровень 0 дБмВт, девиацию частоты 100 кГц, частоту модуляции 1 кГц.

На анализаторе установить центральную частоту 1 ГГц и режим измерения ЧМ.

Провести по анализатору измерения девиации частоты и коэффициента гармоник модулирующего сигнала.

Повторить измерения для девиации частоты 1 кГц, 10 кГц, 50 кГц.

Результаты поверки по данной операции считать положительными, если погрешность установки девиации не превышает $\pm (0,01 \times F_d + 30 \text{ Гц})$, а коэффициент гармоник огибающей не превышает 1 %.

5.4.4 Определение параметров генератора низкочастотного

Для определения параметров генератора НЧ собрать схему рис.3

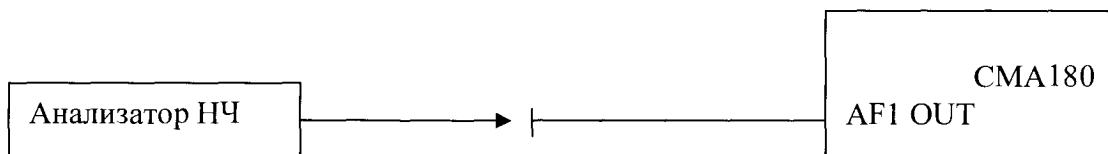





Рисунок 3

Подключить выход тестера AF1 OUT к входу анализатора спектра низкочастотного.

На тестере выбрать сценарий «Audio», для чего нажать на символ  в левом верхнем углу экрана.

Выбрать в качестве используемого выхода тестера разъем AF1 OUT, для чего нажать на символ , расположенный по центру внизу экрана и выбрать AF1 OUT в меню Connector.

Во вкладке генератора установить частоту Freq 1 кГц, уровень Level 1 В. На анализаторе установить высокоомное входное сопротивление, режим измерения напряжения и коэффициента гармоник входного сигнала.

Запустить генерацию на тестере, нажав на символ , расположенный по центру сверху экрана.

Провести измерения уровня и коэффициента гармоник сигнала.

Повторить измерения для частот 20 Гц и 20 кГц, а также для напряжений 100 мВ и 5 В.

Результаты поверки по данной операции считать положительными, если относительная погрешность установки напряжения не превышает $\pm 1,5 \%$, а коэффициент гармоник не более 0,025 %.

5.4.5 Определение параметров анализатора низкочастотного

Для определения параметров анализатора НЧ собрать схему рис.4

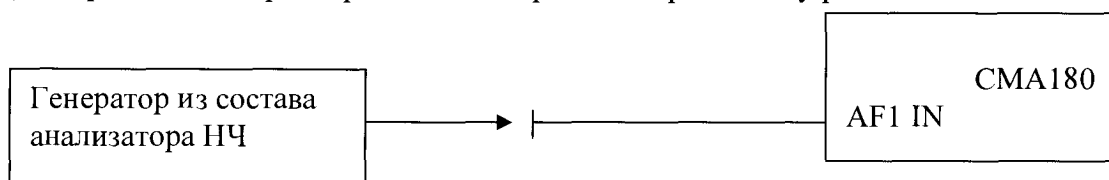





Рисунок 4

Подключить вход тестера AF1 IN к выходу генератора низкочастотного. На тестере выбрать сценарий «Audio», для чего нажать на символ  в левом верхнем углу экрана.

Выбрать в качестве используемого выхода тестера разъем AF1 IN, для чего нажать на символ , расположенный в правом нижнем углу экрана и выбрать AF1 IN в меню Connector.

На генераторе низкочастотном установить выходное сопротивление 5 Ом, частоту 1 кГц, уровень 1 В.

Запустить измерения на тестере, нажав на символ , расположенный в левом верхнем углу экрана.

Провести измерения уровня и коэффициента гармоник сигнала.

Повторить измерения уровня для частот 50 Гц и 20 кГц и значений напряжения 100 мВ и 10 В.

Результаты поверки по данной операции считать положительными, если погрешность измерения напряжения не превышает $\pm 1,5 \%$, а коэффициент гармоник на частоте 1 кГц не более 1 %.

5.4.6 Определение КСВН

КСВН высокочастотных входа и выхода определить при помощи анализатора цепей ZNC3. Анализатор цепей откалибровать на конце кабеля, с помощью которого проводится подключение к тестеру.

Результаты поверки по данной операции считать положительными, если значение КСВН не превышает 1,5.

6 ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ

6.1 Результаты измерений, полученные в процессе поверки, заносят в протокол произвольной формы.

6.2 При положительных результатах поверки выдается свидетельство о поверке в соответствии с приказом Министерства промышленности и торговли Российской Федерации №1815 от 02.07.2015.

Знак поверки наносится на свидетельство о поверке в соответствии с приказом Министерства промышленности и торговли Российской Федерации № 1815 от 02.07.2015.

6.3 При отрицательных результатах поверки, выявленных при внешнем осмотре, опробовании, или выполнении операций поверки, выдается извещение о непригодности в соответствии с приказом Министерства промышленности и торговли Российской Федерации №1815 от 02.07.2015.

Лист изменений к МП РТ 2204-2014

- 1) Вводная часть дополнена фразой о распространении действия данной методики поверки на тестеры средств радиосвязи SMA180, произведенные до внесения изменения № 1.
- 2) В таблице 2 раздела **2 СРЕДСТВА ПОВЕРКИ** усилитель ВВА100 заменен на усилитель ВВА150.
- 3) П. 5.4.2.4 раздела **5 ПРОВЕДЕНИЕ ПОВЕРКИ** добавлена методика определения соответствия погрешности измерения уровня пределам $\pm 0,4$ дБ для входа RF COM в диапазоне частот от 1 МГц до 1 ГГц.

Начальник лаборатории № 441
ФБУ «Ростест-Москва»



С. Э. Баринов

Нач. сектора № 1 лаборатории № 441
ФБУ «Ростест-Москва»



Р. А. Осин