



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

УТВЕРЖДАЮ

Зам. Генерального директора

ФБУ «Ростест-Москва»

Е. В. Морин



Государственная система обеспечения единства измерений

Тестеры радиокommunikационные CMW500

Методика поверки
МП РТ 2270 -2015

н.р. 61050-15

г. Москва
2015

ВВЕДЕНИЕ

Настоящая методика распространяется на тестеры радиосвязные CMW500 (далее – тестеры), изготавливаемые фирмой «Rohde & Schwarz GmbH & Co. KG», Германия, и устанавливает порядок и объем их первичной и периодической поверки.

Интервал между поверками – 12 месяцев.

1 ОПЕРАЦИИ ПОВЕРКИ

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

Таблица 1

Наименование операции	Номер пункта методики	Проведение операции при	
		первичной поверке	периодической поверке
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 анализатора спектра НЧ	5.4.4	да	да
4.5 Определение параметров режима генератора сигналов НЧ	5.4.5	да	да
4.6 Определение параметров модуляции и демодуляции	5.4.6	да	да
4.6 Определение КСВН	5.4.7	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	
Стандарт частоты	Частота выходных сигналов 5 МГц, 10 МГц	$\pm 5 \times 10^{-10}$ за 1 год	Стандарт частоты рубидиевый GPS -12RG
Частотомер универсальный	Диапазон частот от 0,001 Гц до 100 МГц	$\pm 5 \times 10^{-10}$ с внешней опорной частотой за 1 год	Частотомер универсальный CNT-90XL

Анализатор спектра	от 1 МГц до 6 ГГц (от минус 120 до 15) дБмВт ¹ Фазовый шум на частоте 1 ГГц при отстройке 1 МГц Демодуляция GSM, LTE, WCDMA	$\pm 1 \times 10^{-6}$ $\pm (0,3 \dots 0,4)$ дБ минус 134 дБн/Гц ² $\pm 0,5 \%$	Анализатор сигналов в реальном масштабе времени FSVR7
Генератор сигналов	от 1 МГц до 6 ГГц (от минус 100 до 10) дБмВт Фазовый шум на частоте 1 ГГц при отстройке 1 МГц Модуляция GSM, LTE, WCDMA	$\pm 1 \times 10^{-6}$ минус 134 дБн/Гц $\pm 0,5 \%$	Генератор сигналов высокочастотный векторный SMBV100A
Измеритель мощности	от 0 до 6 ГГц от 2×10^{-3} до 1×10^2 мВт	$\pm 0,1$ дБ	Преобразователь измерительный NRP-Z51
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 B1
Анализатор цепей	от 1 МГц до 6 ГГц КСВН: от 1,05 до 10	$\pm 5 \%$	Анализатор цепей векторный ZNB8

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, поверены и иметь свидетельства (отметки в формулярах или паспортах) о поверке с не истекшим сроком действия.

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 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, °C 20 ± 5 ;
- относительная влажность воздуха, % 65 ± 15 ;
- атмосферное давление, кПа (мм рт.ст.) 100 ± 4 (750 ± 30);

¹ дБмВт – дБ относительно 1 мВт

² дБн/Гц – дБ относительно уровня несущей, приведенный к полосе пропускания 1 Гц
МП РТ 2270-2015 Тестеры радиокommunikационные CMW500
МЕТОДИКА ПОВЕРКИ

- 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 «Selftest ON» в правом верхнем углу экрана.

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

При наличии в тестере опций B590A/B590D – дополнительных разъемов высокочастотных входов и выходов, все операции проводятся также для RF3 COM.

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 B690B).

5.4.2 Определение параметров режима анализатора спектра ВЧ

Для определения параметров режима анализатора спектра ВЧ собрать схему рис.1 На тестере запустить режим анализатора спектра ВЧ, нажав «Measure – General Purpose RF – Measurements». Выбрать режим FFT Spectrum и включить его.

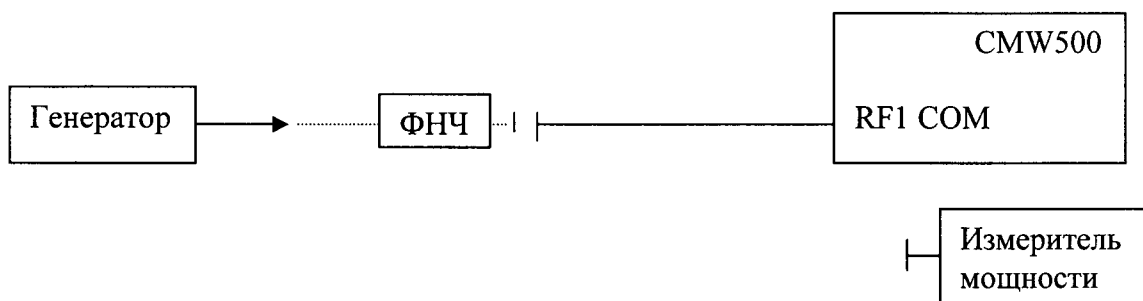


Рисунок 1

5.4.2.1 Для определения динамического диапазона анализатора, выбрать вход RF1COM в «RF Settings – RF Routing». Установить во вкладке RF Settings: частоту (Frequency) 70 МГц, ожидаемую мощность (Expected Power) 0 дБмВт, во вкладке FFT – полосу обзора (Frequency Span) 5 МГц, длину БПФ (FFT length) – 16 k, детектор - RMS.

На вход подключить согласованную нагрузку и провести измерение уровня собственного шума прибора по показаниям Level-Average и по шумовой дорожке на экране прибора.

Повторить измерения, вводя значения центральной частоты из ряда 100 МГц, 500 МГц, 1 ГГц, 1,5 ГГц, 2 ГГц, 2,5 ГГц, 3 ГГц (4 ГГц, 5 ГГц, 5,95 ГГц – при опции KB036).

Результаты поверки по данной операции считать положительными, если значение собственного шума не превышает минус 100 дБмВт до 3,3 ГГц и минус 95 дБмВт от 3,3 ГГц.

5.4.2.2 Для определения уровня фазовых шумов подключить сигнал с выхода генератора ко входу тестера RF1 COM. На генераторе установить уровень сигнала 0 дБмВт, частоту 1 ГГц. На тестере - режим FFT Spectrum, центральную частоту 1 ГГц, полосу обзора 5 МГц, длину БПФ 16к, ожидаемый уровень мощности 0 дБмВт (настройки производить аналогично п.5.4.2.1).

По полученной спектрограмме с помощью маркеров определить уровень фазового шума относительно несущей при отстройке 1 МГц. Пересчитать фазовый шум в спектральную плотность, для чего вычесть 29 дБ (соответствует полосе пропускания 781 Гц).

Результаты поверки по данной операции считать положительными, если уровень фазовых шумов не превышает минус 120 дБн/Гц.

5.4.2.3 Для определения уровня гармонических составляющих подать сигнал с генератора на вход тестера 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 70 МГц и выходной уровень такой, что измеритель мощности показывает $(0 \pm 0,1)$ дБмВт.

Затем подключить генератор через тот же кабель ко входу тестера, установить центральную частоту 70 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 (4 ГГц, 5 ГГц, 5,95 ГГц – при опции KB036).

Результаты поверки по данной операции считать положительными, если погрешность измерения уровня не превышает $\pm 1,2$ дБ.

5.4.3 Определение параметров режима генератора сигналов ВЧ

Для определения параметров режима генератора сигналов ВЧ собрать схему рис.2. На тестере запустить режим генератора ВЧ, нажав «Signal Gen – General Purpose RF – Generator». Включить генератор клавишей GPRF Generator On.

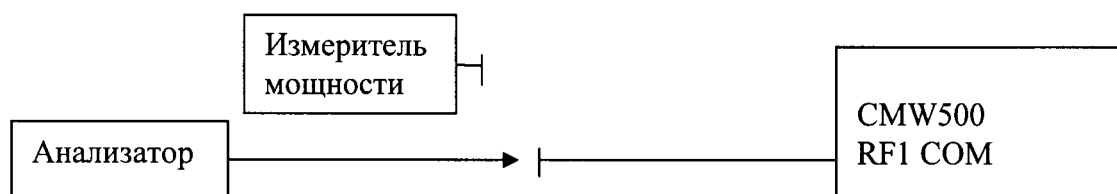


Рисунок 2

5.4.3.1 Для определения диапазона установки выходного уровня подключить выход тестера RF1 COM ко входу анализатора спектра.

Выбрать в качестве используемого выхода тестера разъем RF1 COM в меню Routing.

Установить на тестере частоту Freq 1 ГГц, уровень Level 0 дБмВт, режим Baseband Mode CW. На анализаторе установить центральную частоту 1 ГГц, полосу обзора 50 кГц, опорный уровень 5 дБмВт, вход открытый.

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 (минус 1 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 70 МГц, уровень Level 0 дБмВт, режим Baseband Mode CW. Подключить к выходу тестера измеритель мощности.

Провести по измерителю мощности измерение значения уровня сигнала.

Повторить измерения для частот из ряда 100 МГц, 500 МГц, 1 ГГц, 1,5 ГГц, 2 ГГц, 2,5 ГГц, 3 ГГц (4 ГГц, 5 ГГц, 5,95 ГГц – при опции KB036).

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

± 2 дБ в диапазоне частот от 70 МГц до 100 МГц,

± 1 дБ в диапазоне частот от 100 МГц до 3,3 ГГц,

± 2 дБ в диапазоне частот от 3,3 ГГц до 6 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 1 МГц.

Результаты поверки по данной операции считать положительными, если уровень фазовых шумов не превышает минус 120 дБн/Гц.

5.4.3.3 Для определения уровня гармонических и негармонических составляющих провести настройки аналогично п. 5.4.3.1.

На анализаторе установить начальную частоту 70 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 дБн³, а уровень негармонических составляющих не более минус 60 дБн.

5.4.4 Определение параметров анализатора низкочастотного (при наличии опции B400)

Для определения параметров анализатора НЧ собрать схему рис.3

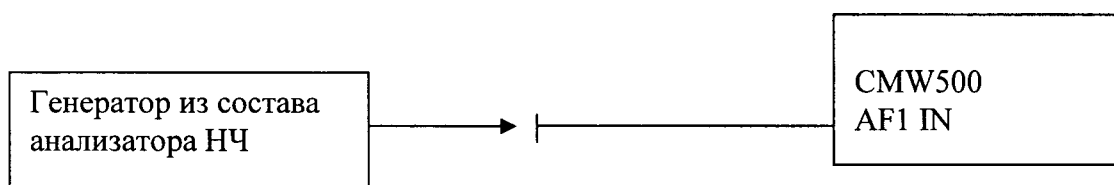


Рисунок 3

Подключить вход тестера AF1 IN к выходу генератора низкочастотного. На тестере выбрать «Measure-Audio-Measurements1».

В окне Audio Measurements выбрать сценарий «Audio Measurements and Generator» и включить Analog Meas On.

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

Провести тестером измерения уровня и коэффициента гармоник сигнала.

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

³ дБн – дБ относительно уровня несущей

Результаты поверки по данной операции считать положительными, если погрешность измерения напряжения не превышает $\pm 1,3 \%$, а коэффициент гармоник на частоте 1 кГц не более 0,02 %.

5.4.5 Определение параметров генератора низкочастотного (при наличии опции B400)

Для определения параметров генератора НЧ собрать схему рис.4

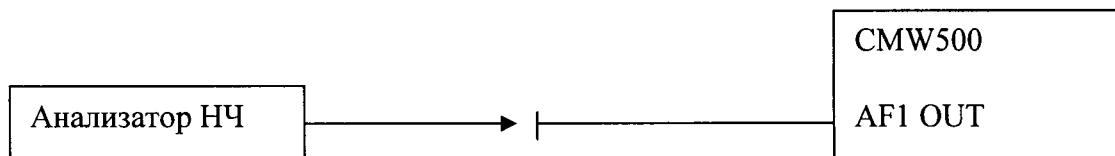


Рисунок 4

Подключить выход тестера AF1 OUT к входу анализатора спектра низкочастотного. В окне Audio Measurements выбрать сценарий «Audio Measurements and Generator» и включить Analog Generator On.

Во вкладке Config – Analog Gen установить частоту Freq 1 кГц, уровень Level 1 В и Signal Type – Single Tone. На анализаторе установить высокоомное входное сопротивление, режим измерения напряжения и коэффициента гармоник входного сигнала.

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 %.

5.4.6 Определение параметров модуляции и демодуляции

Определение параметров проводится по схемам рис.1 для демодуляции и рис.2 для модуляции при наличии опций по GSM (KS20х, KM200), WCDMA (KS40х, KM400), LTE (KS50х, KM500)

5.4.6.1 Для определения параметров модуляции на тестере нажать Signal Gen и установить сигнальный режим для GSM, WCDMA или LTE в зависимости от установленных опций. Включить сигнальный режим Signaling On.

Подключить к выходу тестера анализатор спектра, включить на нем режим демодуляции соответствующего стандарта мобильной связи и настроится на частоту Downlink тестера, установленную по умолчанию (при необходимости увеличить уровень выходного сигнала тестера).

Провести измерения параметра PhaseErrorrms для GSM и EVMrms для WCDMA/LTE.

Результаты поверки по данной операции считать положительными, если предел допускаемого среднеквадратического значения векторной ошибки при воспроизведении сигнала не превышает 1 градус для GSM и 2 % для WCDMA и LTE.

5.4.6.2 Для определения параметров демодуляции на тестере нажать Measure и выбрать MultiEvaluation для GSM и TX Measurement для WCDMA или LTE в зависимости от установленных опций и включить измерения MultiEvaluation On.

Подключить ко входу тестера генератор сигналов, установить выходной уровень (минус 30 дБмВт), включить на нем режим модуляции соответствующего стандарта мобильной связи и настроится на частоту Uplink тестера, установленную по умолчанию.

Провести по тестеру измерения параметра PhaseErrorrms для GSM и EVMrms для WCDMA/LTE, при необходимости настроив синхронизацию демодуляции по входному сигналу.

Результаты поверки по данной операции считать положительными, если предел допускаемого среднеквадратического значения векторной ошибки при демодуляции сигнала не превышает 0,6 градуса для GSM, 2,5 % для WCDMA и 1 % для LTE.

5.4.7 Определение КСВН

КСВН высокочастотных входа и выхода определить при помощи анализатора цепей. Анализатор цепей откалибровать на конце кабеля, с помощью которого проводится подключение к разъему тестера RF1COM.

Результаты поверки по данной операции считать положительными, если значение КСВН не превышает 1,6.

6 ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ

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

6.2 При положительных результатах поверки на прибор выдается "Свидетельство о поверке" установленного образца.


6.3 При отрицательных результатах поверки на прибор выдается "Извещение о непригодности" установленного образца с указанием причин непригодности.

Начальник лаборатории № 441
ФБУ «Ростест-Москва»



С. Э. Баринов

Начальник сектора №1 лаборатории № 441
ФБУ «Ростест-Москва»



Р. А. Осин