

УТВЕРЖДАЮ

**Руководитель ГЦИ СИ ФБУ
«ГНМЦ Минобороны России»**



В.В. Швыдун

2013 г.

ИНСТРУЦИЯ

**Приемники измерительные R&S EM100
фирмы «Rohde & Schwarz GmbH & Co. KG», Германия**

Методика поверки

г. Мытищи

2013 г.

1 ВВЕДЕНИЕ

1.1 Настоящая методика поверки распространяется на приемники измерительные R&S EM100 (далее - приемники), изготавливаемые фирмой «Rohde & Schwarz GmbH & Co. KG», Германия, и устанавливает порядок и объем их первичной и периодической поверки.

1.2 Интервал между поверками – 1 год.

2 ОПЕРАЦИИ ПОВЕРКИ

2.1 При проведении поверки должны выполняться операции, указанные в табл. 1.

Таблица 1

Наименование операции	Номер пункта методики	Проведение операции при	
		ввозе импорта (после ремонта)	периодической поверке
1 Внешний осмотр	8.1	Да	Да
2 Опробование	8.2	Да	Да
3 Определение диапазона рабочих частот и относительной погрешности измерений частоты	8.3	Да	Да
4 Определение КСВН входов	8.4	Да	Да
5 Определение диапазона и абсолютной погрешности измерений уровня сигнала	8.5	Да	Да
6 Определение среднего отображаемого уровня собственных шумов	8.6	Да	Да
7 Определение относительного уровня фазовых шумов	8.7	Да	Да
8 Проверка программного обеспечения (ПО)	8.8	Да	Да

Примечание - при получении отрицательного результата при проведении хотя бы одной операции поверка прекращается.

3 СРЕДСТВА ПОВЕРКИ

3.1 При проведении поверки должны применяться средства измерений, указанные в табл. 2.

Таблица 2

№ пункта методики поверки	Наименование рабочего эталона или вспомогательного средства поверки; номер документа, регламентирующего технические требования к средству; разряд по государственной поверочной схеме и (или) метрологические и основные технические характеристики
8.3	Частотомер универсальный ЧЗ-86 (рег. № 27901-04) (диапазон измерений частоты от 0,1 Гц до 17,85 ГГц, пределы допускаемой относительной погрешности частоты $\pm 2 \cdot 10^{-7}$)
8.3	Генератор сигналов СВЧ SMR40 (рег. № 35617-07) (диапазон частот от 10 МГц до 40 ГГц, пределы допускаемой абсолютной погрешности установки частоты $\pm 1,5 \cdot 10^{-7}$, пределы допускаемой относительной погрешности установки уровня напряжения $\pm 1 \%$)
8.3	Генератор сигналов низкочастотный ГЗ-119 (рег. № 9173-83) (диапазон рабочих частот от 20 до $19,999 \cdot 10^6$ Гц; пределы допускаемой относительной погрешности установки частоты $\pm 1,5 \cdot 10^{-7}$ в режиме синхронизации; пределы

№ пункта методики поверки	Наименование рабочего эталона или вспомогательного средства поверки; номер документа, регламентирующего технические требования к средству; разряд по государственной поверочной схеме и (или) метрологические и основные технические характеристики
	допускаемой относительной погрешности установки уровня напряжения $\pm 4 \%$)
8.4	Анализатор цепей векторный Е8363В (рег. № 37176-08) (диапазон частот от 10 МГц до 26,5 ГГц, пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений КСВН $\pm (1 \cdot K_{\text{стУ}}) \%$, где $K_{\text{стУ}}$ - коэффициент стоячей волны по напряжению)
8.5 8.7	Измеритель модуля коэффициента передачи и отражения Р2М-18 (рег. № 36013-07) (диапазон рабочих частот от 0,01 до $18 \cdot 10^9$ Гц; пределы допускаемой относительной погрешности установки частоты $\pm 1,5 \cdot 10^{-7}$; пределы допускаемой абсолютной погрешности установки уровня мощности $\pm 1,0$ дБ; пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений уровня мощности $\pm 1,0$ дБ; диапазон измерений КСВН от 1,05 до 5,0; пределы допускаемой относительной погрешности измерений КСВН $\pm (3 \cdot K_{\text{стУ}} + 1) \%$, где $K_{\text{стУ}}$ - коэффициент стоячей волны по напряжению)
8.5 8.7	Ваттметр поглощаемой мощности МЗ-54 (рег. № 7058-79) (диапазон рабочих частот от 0,01 до 18 ГГц; диапазон измеряемой мощности от 1 мкВт до 1 Вт; пределы допускаемой относительной погрешности измерений уровня мощности $\pm 4 \%$)

Вспомогательное оборудование, используемое при поверке:

1. Управляющий компьютер (ПЭВМ).
2. Кабель для интерфейса LAN (RJ-45).

Вместо указанных в табл. 2 средств поверки допускается применять другие аналогичные средства поверки, обеспечивающие определение метрологических характеристик (МХ) с требуемой погрешностью.

3.2 Все средства поверки должны быть исправны, применяемые при поверке средства измерений поверены и иметь свидетельства о поверке или оттиск поверочного клейма на приборе или технической документации (ТД).

4 ТРЕБОВАНИЯ К КВАЛИФИКАЦИИ ПОВЕРИТЕЛЕЙ

4.1 К проведению поверки приемников допускается инженерно-технический персонал со среднетехническим или высшим радиотехническим образованием, имеющий опыт работы с радиотехническими установками, ознакомленный с руководством по эксплуатации (РЭ) и документацией по поверке и имеющий право на поверку (аттестованный в качестве поверителей по ГОСТ 20.2.012-94).

5 ТРЕБОВАНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ

5.1 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 ТД на приёмники, в ТД на применяемые при поверке рабочие эталоны и вспомогательное оборудование.

6 УСЛОВИЯ ПОВЕРКИ И ПОДГОТОВКА К НЕЙ

6.1 При проведении поверки должны быть соблюдены следующие условия:

- температура окружающего воздуха, °С от 20 до 30;
- относительная влажность, % 65 ± 15 ;
- атмосферное давление, кПа (мм рт.ст.) 100 ± 4 (750 ± 30);

- параметры питания от сети переменного тока:
- напряжение питающей электросети, В 220±4,4;
- частота, Гц 50±0,5.

7 ПОДГОТОВКА К ПОВЕРКЕ

7.1 При подготовке к поверке выполнить следующие операции:

- выдержать приборы в условиях, указанных в п.п. 6.1, в течение 1 ч;
- выполнить операции, оговоренные в ТД на приемники по их подготовке к поверке;
- выполнить операции, оговоренные в ТД на применяемые средства поверки по их подготовке к измерениям;
- осуществить предварительный прогрев приборов для установления их рабочего режима.

8. ПРОВЕДЕНИЕ ПОВЕРКИ

8.1 Внешний осмотр

8.1.1 При внешнем осмотре установить соответствие приемников требованиям ТД. Проверить отсутствие механических повреждений и ослабление элементов конструкции, четкость обозначений, чистоту и исправность разъемов.

При наличии дефектов (механических повреждений), приемник дальнейшей поверке не подвергается, бракуется и направляется в ремонт.

8.2 Опробование

8.2.1 Подготовить приемник к работе в соответствии с ТД.

8.2.2 Выполнить процедуру установки контрольного ПО из комплекта поставки на ПЭВМ (управляющий компьютер) согласно Руководству по эксплуатации.

8.2.3 Подсоединить прибор и запустить ПО.

8.2.4 Результаты считать положительными при отсутствии ошибок при запуске ПО.

8.3 Определение диапазона рабочих частот и относительной погрешности измерений частоты

8.3.1 Подготовить к работе частотомер универсальный ЧЗ-86 (далее – частотомер ЧЗ-86) и генератор сигналов СВЧ SMR40.

8.3.2 Соединить выход генератора сигналов СВЧ SMR40 с входами частотомера ЧЗ-86 и приемника с помощью СВЧ-тройника.

8.3.3 Установить на приемнике частоту 1 ГГц.

8.3.4 Подать с генератора сигнал уровнем минус 15 дБ частотой 1 ГГц.

4.6.5 Зафиксировать измеренное приемником значение отстройки частоты F_{om} .

8.3.5 Вычислить значение относительной погрешности измерений частоты приемника по формуле (1):

$$\delta_{of} = \frac{F_{om}}{10^9} \cdot 100\%, \quad (1)$$

где F_{om} – измеренное приемником значение отстройки частоты, Гц

8.3.6 Результаты поверки считать удовлетворительными, если диапазон рабочих частот от $9,0 \cdot 10^3$ до $3,5 \cdot 10^9$ Гц (от $9,0 \cdot 10^3$ до $7,5 \cdot 10^9$ Гц - с опцией EM100-FE) значения относительной погрешности измерений частоты находятся в пределах $\pm 2 \cdot 10^{-6}$.

8.4 Определение КСВН входов

8.4.1 Определить КСВН входов выполнить в двух диапазонах: 9 кГц – 30 МГц, 30 – 3500 МГц (в трех диапазонах 9 кГц – 30 МГц, 30 – 3500 МГц, 3500 - 7499 МГц – для приемников с опцией EM100-FE).

8.4.2 Соединить выход анализатора цепей векторного E8363B с антенным входом приемника.

8.4.3 Установить диапазон качаний на векторном измерителе 9 кГц - 30 МГц, уровень -10 дБм.

8.4.4 На приемнике выставить центральную частоту 20 МГц, спан 500 кГц, АТТ ON.

8.4.5 Установить диапазон качаний на векторном измерителе 30 - 3499 МГц, уровень -10 дБм.

8.4.6 На приемнике выставить центральную частоту 1000 МГц, спан 500 кГц, АТТ ON.

8.4.7 Выполнить измерения КСВН антенного входа приемника, зафиксировав показания анализатора цепей векторного E8363B.

8.4.8 Для приемников с опцией EM100-FE выполнить измерения в диапазоне 3500 - 7499 МГц для центральной частоты 5000 МГц.

8.4.9 Результаты измерений зафиксировать в протоколе испытаний.

8.4.10 Результаты поверки считать положительными, если значения КСВН не превышают 2,5 для частот 10, 1000 МГц и 3,5 для частоты 5000 МГц.

8.5 Определение диапазона и абсолютной погрешности измерений уровня сигнала

8.5.1 Соединить ВЧ-выход измерителя P2M-18 и вход ВЧ-тройника.

8.5.2 Соединить выходы ВЧ-тройника с антенным входом приемника и с приемным преобразователем измерителя мощности M3-54.

8.5.3 Установить уровень сигнала на входе приемного преобразователя измерителя мощности M3-54 2,5 мкВт (минус 26 дБмВт).

8.5.4 Установить следующие параметры приемника:

- [PRESET]
- [CONF : RX : Bandwidth -> 9 kHz]
- [CONF : RX : Demodulation -> AM]
- [CONF : RX : Level Type -> Average]
- [CONF : RX : Measure Time Mode -> Manual]
- [CONF : RX : Measure Time -> 500 ms]
- [CONF : Display : IF-PAN Level Reference -> 80 dB μ V]
- [CONF : Display : IF-PAN Level Range -> 100 dB μ V]
- [CONF : Display : IF-PAN Display Mode -> Avg]

8.5.5 Провести измерения уровня сигнала $L_{ПРМ}$ в точках: F = 11, 19, 20, 50, 79, 80, 140, 199, 200, 430, 649, 650, 1100, 1500, 2500, 3500 МГц.

8.5.6 Для приемников с опцией EM100-FE провести измерения уровня сигнала $L_{ПРМ}$ в точках: F = 11, 19, 20, 50, 79, 80, 140, 199, 200, 430, 649, 650, 1100, 1500, 2500, 3500, 4500, 5500, 6500, 7500 МГц.

8.5.7 Повторить измерения уровня сигнала $L_{ПРМ}$ для ослабления входного аттенуатора 25 дБ [CONF : RX : Attenuator -> On] на частотах 20, 80, 200, 650, 1499, 2500, 3499 МГц.

8.5.8 Произвести измерение уровня сигнала на входе измерительного преобразователя измерителя мощности M3-54 $L_{ИЗМ}$.

8.5.9 Результаты измерений зафиксировать в протоколе испытаний.

8.5.10 Вычислить абсолютную погрешность измерений уровня сигнала Δ_L по формуле (2):

$$\Delta_L = L_{изм} - L_{прм} \quad (2)$$

8.5.11 Результаты поверки считать положительными, если значения погрешности измерений уровня сигнала Δ_L находятся в пределах $\pm 1,5$ дБ.

8.6 Определение среднего отображаемого уровня собственных шумов

8.6.1 Средний отображаемый уровень собственных шумов приемника определить в полосе 1 Гц.

8.6.2 Установить на входной разъем измерительного приемника согласованную нагрузку 50 Ом из комплекта P2M-18.

8.6.3 Установить следующие параметры приемника:

- [PRESET]
- [CONF : RX : RX Frequency : Frequency*)
- [CONF : RX : Bandwidth -> 9 kHz]
- [CONF : RX : Demodulation -> AM]
- [CONF : RX : Level Type -> RMS]
- [CONF : RX : Measure Time Mode -> Manual]
- [CONF : RX : Measure Time -> 5s]
- [CONF : Display : IF-PAN Level Reference -> 0 dB μ V]
- [CONF : Display : IF-PAN Level Range -> 60 dB]
- [CONF : Display : IF-PAN Span -> 1 MHz]
- [CONF : Display : IF-PAN Display Mode -> Avg]

Устанавливать частоты приема $F_{прм}$ (Frequency*) 0,1, 1, 11, 19, 50, 140, 430, 1100, 1500, 3499, 3500 МГц (0,1, 1, 11, 19, 50, 140, 430, 1100, 1500, 3499, 3500, 5500, 7500 МГц - для приемников с опцией EM100-FE).

8.6.4 Провести измерения уровня сигнала с помощью маркеров на частоте $F_{прм} + 5$ кГц.

8.6.5 Пересчитать результаты измерений к полосе 1 Гц по формуле (3):

$$DANL[\text{дБмкВ}] = U_m[\text{дБмкВ}] - 27,96 \text{ дБ}, \quad (3)$$

где 27,96 дБ - коэффициент пересчета к полосе 1 Гц.

8.6.6 Пересчитать результаты измерений в дБм по формуле (4):

$$DANL[\text{дБм}] = DANL[\text{дБмкВ}] - 107 \text{ дБ}. \quad (4)$$

8.6.7 Результаты измерений зафиксировать в протоколе испытаний.

8.6.8 Результаты поверки считать положительными, если измеренные значения не превышают значений, дБм:

- минус 151,5 в диапазоне частот от 100 кГц до 20 МГц;
- минус 158,5 в диапазоне частот от 20 до 1500 МГц;
- минус 144,5 в диапазоне частот от 1500 до 7500 МГц.

8.7 Определение относительного уровня фазовых шумов приемника

8.7.1 Установить на P2M-18 уровень выходного сигнала 2,5 мкВт (минус 26 дБмВт), контролируя установленное значение измерителем мощности МЗ-54.

8.7.2 Установить следующие параметры приемника:

- [PRESET]
- [CONF : RX : RX Frequency : Frequency*)]
- [CONF : RX : Bandwidth -> 15 kHz]
- [CONF : RX : Automatic Frequency Control -> On]
- [CONF : RX : Demodulation -> AM]
- [CONF : RX : Level Type -> RMS]
- [CONF : RX : Measure Time Mode -> Manual]
- [CONF : RX : Measure Time -> 500 ms]
- [CONF : Display : IF-PAN Level Reference -> 80 dBμV]
- [CONF : Display : IF-PAN Level Range -> 100 dBμV]
- [CONF : Display : IF-PAN Span -> 200 kHz]
- [CONF : Display : IF-PAN Display Mode -> Avg]

8.7.3 Подать ВЧ сигнал от P2M-18 на антенный вход измерительного приемника.

8.7.4 Установить последовательно частоты ВЧ сигнала (Frequency*) 10, 500, 3500 МГц (4000 МГц - для приемников с опцией EM100-FE), контролируя уровень выходного сигнала.

8.7.5 Определить уровень входного сигнала L_{ref} на частоте 10 (500, 3500/4000) МГц затем установить следующие настройки измерительного приемника:

- [CONF : RX : RX Frequency : 10 МГц + offset]
- [CONF : RX : Automatic Frequency Control -> Off]
- [CONF : RX : Measure Time Mode -> Manual]
- [CONF : RX : Measure Time -> 1000 ms]

8.7.6 Устанавливая значения отстройки (offset) 100 кГц измерить значения уровня L_{car} .

8.7.7 Определить значение уровня фазовых шумов по формуле (5):

$$L_{фаз} = L_{ref} - L_{car} - 27,78, \quad (5)$$

где 27,78 - коэффициент пересчета к полосе 1 Гц.

8.7.8 Результаты проверки считать положительными, если измеренные значения не превышают значений указанных в табл. 3.

8.7.9

Таблица 3

Значение частоты, МГц	Отстройка (offset), кГц	Значение, дБ/Гц
10	100	минус 104
500	100	минус 95
3500/4000	100	минус 81

8.8 Проверка программного обеспечения

8.8.1 Осуществить проверку соответствия заявленных идентификационных данных ПО.

Результаты проверки считать положительными, если идентификационные данные ПО соответствуют приведенным в табл. 4, а уровень защиты ПО от непреднамеренных и преднамеренных изменений в соответствии с МИ 3286-2010 – «С».

Таблица 4

Наименование ПО	Идентификационное наименование ПО	Номер версии (идентификационный номер) ПО	Цифровой идентификатор ПО (контрольная сумма исполняемого кода)	Алгоритм вычисления цифрового идентификатора ПО
EM100 Instrument firmware	EM100 Instrument firmware	не менее V3.1	515A765E	CRC32

9 ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ

9.1 Результаты измерений и расчетов занести в протокол поверки.

9.2 При положительных результатах поверки на приёмник выдается свидетельство установленного образца (или делается отметка о поверке в формуляре (паспорте) в установленном порядке).

9.3 При отрицательных результатах поверки применение приёмника запрещается, оформляется извещение о непригодности к применению с указанием причин забракования.

Начальник отдела
ГЦИ СИ ФБУ «ГНМЦ Минобороны России»


А.В. Клеопин

Научный сотрудник
ГЦИ СИ ФБУ «ГНМЦ Минобороны России»


В.В. Окунев-Раракин