

УТВЕРЖДАЮ

Руководитель ГЦИ СИ –

Заместитель генерального директора

ФБУ «Ростест-Москва»

А.С. ЕВДОКИМОВ



«10» февраля 2014 г.

Системы тестирования ТВ-вещания R&S BTC

МЕТОДИКА ПОВЕРКИ

МП РТ 2060-2014

Начальник лаборатории №441
ФБУ «Ростест-Москва»

Заместитель начальника лаборатории №441
ФБУ «Ростест-Москва»


С.Э. Баринов


С.В. Подколзин

г. Москва
2014

ВВЕДЕНИЕ

Настоящая методика распространяется на системы тестирования ТВ-вещания R&S BTC (далее – системы R&S BTC), выпускаемые фирмой «Rohde & Schwarz GmbH & Co. KG», Германия, и устанавливает порядок и объем их первичной и периодической поверки.

Интервал между поверками – один год.

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 Определение метрологических характеристик	5.3	да	да
3.1 Определение относительной погрешности установки частоты	5.3.1	да	да
3.2 Определение абсолютной погрешности установки уровня выходного сигнала	5.3.2	да	да
3.3 Определение параметров спектра сигнала в режиме непрерывных колебаний	5.3.3	да	да
3.4 Определение КСВН выхода	5.3.4	да	да

2 СРЕДСТВА ПОВЕРКИ

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

Таблица 2

Наименование рабочих эталонов и вспомогательных средств измерений	Основные технические характеристики	
	пределы измерения	Класс, разряд, погрешность
1	2	3
Стандарт частоты рубидиевый GPS -12RG	Частота выходных сигналов 5 МГц, 10 МГц	$\pm 5 \cdot 10^{-10}$ за 1 год
Анализатор источников сигналов FSUP50	Диапазон частот от 20 Гц до 50 ГГц; фазовый шум на 1 ГГц, при отстройке 10 кГц	$\pm 0,3$ дБ минус 136
Частотомер универсальный CNT-90XL	Диапазон частот от 0,001 Гц до 100 МГц	$\pm 5 \cdot 10^{-10}$ с внешней опорной частотой за 1 год

Анализатор телевизионный R&S ETL	Диапазон частот 500 кГц - 3 ГГц; диапазон измерений уровня сигнала от минус 110 дБмВт до 0 дБмВт	$\pm 0,5$ дБ
Анализатор цепей векторный ZVA50	от 10 МГц до 50 ГГц КСВН: от 1,05 до 10	$\pm 5\%$
Преобразователь измерительный NRP-Z24	Диапазон частот от 0 до 18 ГГц	$\pm 0,17$ дБ

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 генераторы, 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, °С 20 ± 5 ;
- относительная влажность воздуха, % 65 ± 15 ;
- атмосферное давление, кПа (мм рт.ст.) 100 ± 4 (750 ± 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 генератор в условиях, указанных в п. 4.1, в течение не менее 2 ч;
- выполнить операции, оговоренные в технической документации на систему R&S BTC 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

Подключить прибор R&S BTC к сети питания переменного тока. Перевести выключатель питания на задней панели в положение I. Нажать клавишу переключения режима работы на передней панели. Начнется загрузка прибора R&S BTC:

- На несколько секунд на экране отобразится установленная версия BIOS и некоторые характеристики компьютера.
- Сначала загружается операционная система Windows 7, а затем встроенное ПО прибора R&S BTC.
- Выполняется процедура самотестирования.

После завершения загрузки откроется главное окно прибора R&S BTC – прибор R&S BTC готов к работе.

Сформировать цифровой телевизионный сигнал стандарта DVB-T2 в соответствии с пунктом 7 Руководства по эксплуатации. Установить: частота 500 МГц, уровень минус 15 дБм.

Подать сигнал с RF выхода системы R&S BTC на RF вход анализатора телевизионного R&S ETL. Анализатор телевизионный включить в режим приемника стандарта DVB-T2, частота 500 МГц. Наблюдать на экране анализатора телевизионного R&S ETL основные параметры цифрового телевизионного сигнала DVB-T2 (MER, BER, EVM, уровень.)

Результаты опробования считать положительными, если система R&S BTC удовлетворяет вышеперечисленным требованиям.

5.3 Определение метрологических характеристик

5.3.1 Определение погрешности установки частоты выходного сигнала

Погрешность установки частоты определить путем измерения сигнала внутренней опорной частоты 10 МГц на задней панели системы R&S BTC при помощи частотомера, синхронизированного внешней опорной частотой от стандарта частоты рубидиевого.

Результаты поверки по данной операции считать положительными, если показания частотомера укладываются в пределы $10 \text{ МГц} \pm 0,1 \text{ Гц}$ ($\pm 0,05 \text{ Гц}$ при опции BTC-B3100).

5.4.2 Определение погрешности установки уровня выходного сигнала

Погрешность установки уровня выходного сигнала определить при помощи измерителя мощности для уровня выходной мощности 30 дБмВт, при помощи анализатора сигналов FSUP50 для уровней выходной мощности от минус 145 дБмВт до 13 дБмВт.

Подключить преобразователь измерителя мощности к RF выходу системы R&S BTC, установить частоту измерений для корректировки частотной зависимости преобразователя. На системе R&S BTC установить немодулированный сигнал, уровень выходной мощности 30 дБмВт. Измерения выходного уровня генератора провести на частотах: 3 МГц, 100 МГц, 500 МГц, 1 ГГц, 2 ГГц, 3 ГГц, 4 ГГц, 5 ГГц, 6 ГГц. Погрешность установки уровня мощности 30 дБ/мВт вычислить по формуле (1):

$$\Delta P_{30\text{дБм}} = P_{\text{уст}} - P_{\text{изм}} \text{ [дБ]} \quad (1)$$

где: $P_{\text{уст}}$ - установленное на генераторе значение уровня мощности [дБмВт];

$P_{\text{изм}}$ – показания измерителя мощности [дБмВт].

Аналогично провести измерения выходного уровня сигнала от уровня 30 дБмВт до 10 дБмВт с шагом 10 дБ.

Таблица 4

Частота	Установленный уровень выходного сигнала, дБмВт		
	30	20	10
	Измеренный уровень выходного сигнала, дБмВт		
3 МГц			
100 МГц			
500 МГц			
1 ГГц			
2 ГГц			
3 ГГц			
4 ГГц			
5 ГГц			
6 ГГц			

Соединить выход системы R&S BTC с входом анализатора сигналов FSUP26. Систему R&S BTC перевести в режим работы от внешнего источника опорного сигнала частотой 10 МГц, который подать с выхода 10 МГц анализатора сигналов. На системе R&S BTC установить немодулированный сигнал частотой 100 кГц и уровнем 8 дБ/мВт (13 дБмВт в диапазоне частот от 1 МГц до 3 МГц). На анализаторе сигналов установить режим анализатора спектра, значение центральной частоты и частоты маркера равными частоте генератора, опорный уровень 20 дБ/мВт, полосу обзора 10 Гц, полосу пропускания 5 Гц. Считать показание маркера анализатора A_{Marker} . Рассчитать поправочный коэффициент по формуле (2):

$$C = P_{\text{изм}} - P_{\text{Marker}8\text{дБм}}, \quad (2)$$

Затем, уменьшая выходной уровень сигнала системы $P_{\text{уст}}$ с шагом 5 дБ, рассчитать погрешность установки уровня по формуле (3):

$$\Delta P = P_{\text{уст}} - P_{\text{Marker}} - C \quad (3)$$

где: P_{Marker} – текущие показания маркера анализатора сигналов.

При достижении показаний маркера менее, чем минус 65 дБ/мВт на анализаторе сигналов установить опорный уровень минус 65 дБ/мВт, установить встроенный аттенюатор ВЧ анализатора на 0 дБ, включить встроенный предусилитель и полосу пропускания 1 Гц. После этого считать показания маркера $P_{\text{Marker}(-65\text{дБм})2}$ и рассчитать новый поправочный коэффициент по формуле (4):

$$C_{\text{new}} = C + P_{\text{Marker}(-65\text{dBm})1} - P_{\text{Marker}(-65\text{dBm})2} \quad (4)$$

Продолжить измерения и расчет погрешности установки уровня по формуле (3) с шагом 20 дБ вплоть до минус 145 дБ/мВт. Аналогично провести измерения выходного уровня сигнала на частотах в соответствии с таблицей 5.

Таблица 5

Установленный уровень выходного сигнала, дБмВт	Частоты						
	100 кГц	1 МГц	3 МГц	1 ГГц	2 ГГц	4 ГГц	6 ГГц
	Измеренный уровень выходного сигнала, дБмВт						
- 145							
- 125							
- 105							
- 85							
- 65							
- 45							
- 25							
- 5							
+ 13	X			X	X	X	X

Результаты поверки по данной операции считать положительными, если абсолютная погрешность установки уровня мощности выходного сигнала не превышает предела $\pm 0,5$ дБ в диапазоне частот от 100 кГц до 3 ГГц и $\pm 0,7$ дБ в диапазоне частот от 3 ГГц до 6 ГГц.

5.4.3 Определение параметров спектра сигнала в режиме непрерывных колебаний

Уровень гармонических, негармонических составляющих и спектральную плотность мощности фазовых шумов определить с помощью анализатора источников сигналов FSUP50.

5.4.3.1 Выход системы R&S BTC подключить к входу анализатора сигналов FSUP50, анализатор и систему синхронизировать по общей опорной частоте. На системе R&S BTC установить немодулированный сигнал частотой 1 МГц и уровнем 8 дБ/мВт. На анализаторе сигналов установить режим анализатора спектра, опорный уровень 10 дБ/мВт, центральную частоту равную частоте генератора, полосу пропускания 10 кГц. Включить режим автоматического измерения гармонических составляющих. Повторить измерения на частотах 100 МГц; 1 ГГц; 2 ГГц; 4 ГГц; 6 ГГц.

Результаты поверки по данной операции считать положительными, если уровень гармонических составляющих синусоидального сигнала по отношению к уровню сигнала несущей частоты не превышает -30 дБ.

5.4.3.2 На системе R&S BTC установить немодулированный сигнал частотой 10 МГц с уровнем 0 дБ/мВт. На анализаторе сигналов установить режим анализатора спектра, опорный уровень 0 дБ/мВт, полосу обзора от 1 МГц до 12 ГГц, полосу пропускания такую, чтобы собственные шумы анализатора были менее (-80) дБ/мВт. Измерить маркером уровень несущего колебания P_f , затем провести измерения максимального уровня дискретных составляющих в полосе обзора P_{search} , исключая гармонические составляющие. Рассчитать уровень негармонических составляющих по формуле: $D = P_f - P_{\text{search}}$. Затем повторить измерения на частотах 500 МГц, 1,1 ГГц, 2,3 ГГц, 5,9 ГГц.

Результаты поверки по данной операции считать положительными, если уровень негармонических составляющих синусоидального сигнала по отношению к уровню сигнала несущей частоты не превышает:

минус 77 дБ в диапазоне частот от 100 кГц до 200 МГц,

минус 80 дБ в диапазоне частот от 200 МГц до 1,5 ГГц,

минус 74 дБ в диапазоне частот от 1,5 ГГц до 3 ГГц,

минус 68 дБ в диапазоне частот от 3 ГГц до 6 ГГц.

5.4.3.3 На системе R&S BTC установить немодулированный сигнал частотой 20 МГц и уровнем 0 дБ/мВт. На анализаторе источников сигналов FSUP50 установить частоту 20 МГц, диапазон отстроек от 1 кГц до 100 кГц. Маркером в режиме измерения фазового шума провести измерения при отстройке 20 кГц от несущей.

Повторить измерения на частотах: 200 МГц, 1 ГГц, 2 ГГц, 3 ГГц, 4 ГГц и 6 ГГц.

Результаты поверки по данной операции считать положительными, если спектральную плотность мощности фазовых шумов по отношению к уровню сигнала несущей частоты не превышает:

минус 128 дБн в диапазоне частот от 20 МГц до 200 МГц,

минус 131 дБн на частоте 1 ГГц,

минус 125 дБн на частоте 2 ГГц,

минус 121 дБн на частоте 3 ГГц,

минус 119 дБн на частоте 4 ГГц,

минус 115 дБн на частоте 6 ГГц.

5.4.4 Определение КСВН выхода генератора

КСВН выхода определить при помощи анализатора цепей. Анализатор цепей откалибровать на конце кабеля, с помощью которого проводится подключение к выходу системы R&S BTC. На анализаторе цепей установить режим измерения КСВН в полосе частот от 10 МГц до 6 ГГц.

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.