

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ РЕГУЛИРОВАНИЮ И МЕТРОЛОГИИ



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

“01” июня 2016 г.



Государственная система обеспечения единства измерений

Приемники измерительные ESW8, ESW26, ESW44

**Методика поверки
РТ-МП-3245-441-2016**

**г. Москва
2016**

Настоящая методика поверки распространяется на приемники измерительные ESW8, ESW26, ESW44 (далее - приемники) производства фирмы "Rohde & Schwarz GmbH & Co. KG", (Германия), и устанавливает методы и средства их поверки.

Интервал между поверками – 12 месяцев.

1 ОПЕРАЦИИ ПОВЕРКИ

При проведении поверки должны быть выполнены 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
3	Определение погрешности частоты	5.4	да	да
4	Определение погрешности установки полосы пропускания, коэффициента прямоугольности и погрешности измерения уровня при переключении полосы пропускания	5.5	да	нет
5	Определение среднего уровня собственных шумов	5.6	да	да
6	Определение погрешности измерений уровня сигнала на опорной частоте и неравномерности АЧХ	5.7	да	да
7	Определение погрешности измерения уровня из-за переключения ослабления входного аттенюатора	5.8	да	да
8	Определение погрешности измерения уровня из-за нелинейности шкалы	5.9	да	да
9	Определение уровня фазовых шумов	5.10	да	да
10	Определение относительного уровня помех, обусловленных гармоническими искажениями второго порядка	5.11	да	нет
11	Определение относительного уровня помех, обусловленных интермодуляционными искажениями третьего порядка	5.12	да	да
12	Определение погрешности выполнения амплитудного соотношения квазипикового детектора	5.13	да	нет
13	Определение погрешности выполнения импульсной характеристики квазипикового детектора	5.14	да	нет
14	Определение КСВН входа	5.15	да	нет

2 СРЕДСТВА ПОВЕРКИ

2.1 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	$\pm 5 \cdot 10^{-10}$ за 1 год	Стандарт частоты рубидиевый GPS-12RG
Частотомер универсальный	Диапазон частот от 0,001 Гц до 40 ГГц	$\pm 5 \cdot 10^{-10}$ с внешней опорной частотой за 1 год	Частотомер универсальный CNT-90XL
Генератор сигналов	от 100 кГц до 43,5 ГГц от минус 100 дБ до 10 дБ относительно 1 мВт ИМ: длительность импульсов от 20 нс до 100 с		Генератор сигналов СВЧ SMF100A
Генератор сигналов	от 100 кГц до 6 ГГц от минус 100 дБ до 10 дБ относительно 1 мВт	уровень фазовых шумов на частоте 1 ГГц при отстройке 20 кГц не более минус 137 дБн/Гц ¹	Генератор сигналов SMA100A с опцией B22
Генератор сигналов произвольной формы	от 10 мГц до 50 МГц от 2,5 мВ до 5 В ИМ: длительность импульсов от 20 нс до 999 с	$\pm 1 \cdot 10^{-6}$ $\pm 1 \%$	Генератор сигналов произвольной формы HMF2550
Измеритель мощности	от 0 Гц до 44 ГГц от $2 \cdot 10^{-3}$ до $1 \cdot 10^2$ мВт	$\pm 0,1$ дБ	Ваттметр поглощаемой мощности СВЧ NRP-Z56
Аттенюатор ступенчатый	от 0 Гц до 6 ГГц от 0 до 139 дБ	$\pm 0,03$ дБ	Аттенюатор ступенчатый RSC
Осциллограф цифровой	Полоса 600 МГц от 1 мВ до 5 В	от $\pm 0,5 \%$ до $\pm 1,5 \%$	Осциллограф цифровой RTO1002
Анализатор цепей	от 10 МГц до 40 ГГц КСВН: от 1,05 до 10	$\pm 5 \%$	Анализатор цепей векторный ZNB40

Примечания:

1 Вместо указанных в таблице средств поверки разрешается применять другие аналогичные средства измерения, 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.

¹ Здесь и далее: дБн/Гц – дБ относительно несущей, приведенное к полосе пропускания 1 Гц

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 анализаторы, 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); |
| - напряжение питающей сети, В | 220±4,4; |
| - частота питающей сети, Гц | 50±0,5. |

4.2 Перед проведением поверки необходимо выполнить следующие подготовительные работы:

- выдержать приемник в условиях, указанных в п. 4.1, в течение не менее 2 ч;
- выполнить операции, оговоренные в технической документации на приемник 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

При опробовании приемника необходимо запустить процедуры внутреннего самотестирования, нажав SETUP – Service - Self-Test и SETUP – Service - Start Self-Alignment.

Опробование считается успешным, если самотестирование проходит без ошибок.

5.3 Подтверждение идентификационных данных ПО

Идентификационное наименование и номер версии программного обеспечения приемника отображаются на дисплее прибора при нажатии Setup - System Info - Versions+Options.

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

5.4 Определение погрешности частоты

Для проверки относительной погрешности воспроизведения частоты опорного генератора собрать схему согласно рисунку 1.

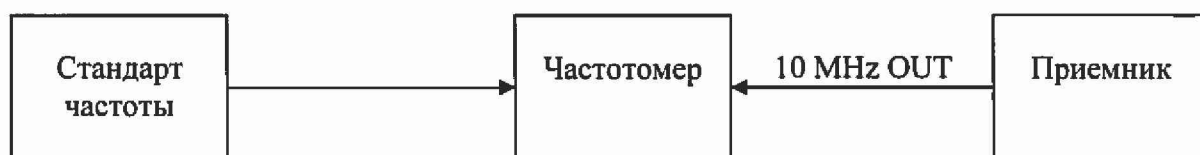


Рисунок 1

Измерить частоту опорного генератора приемника.

Погрешность воспроизведения частоты (δF) вычислить по формуле:

$$\delta F = \frac{F_{изм} - F_{ном}}{F_{ном}},$$

где: $F_{ном}$ – установленное значение частоты, Гц (10 МГц);

$F_{изм}$ – измеренное значение частоты, Гц.

Для проверки допускаемой абсолютной погрешности измерений частоты в режиме измерений частоты входного синусоидального сигнала собрать схему согласно рисунку 2.

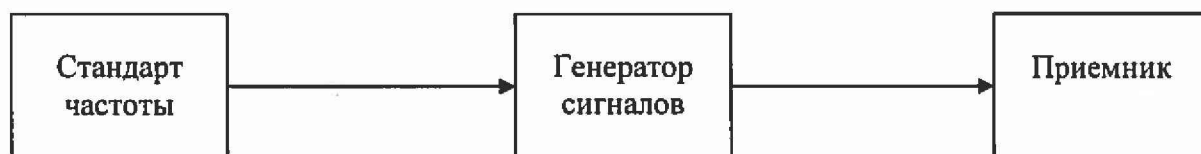


Рисунок 2

Подать опорный сигнал со стандарта частоты на вход генератора сигналов. Установить выходной уровень сигнала генератора сигналов минус 20 дБмВт², частоту выходного сигнала 1 ГГц.

Установить приемник в режим анализатора спектра, центральную частоту 1 ГГц, полосу обзора 1 МГц, полосу пропускания 300 кГц, уровень минус 8 дБмВт, режим частотомера.

Измерить значение частоты сигнала с выхода генератора сигналов.

Определить погрешность измерений частоты в режиме измерений частоты входного синусоидального сигнала как разницу между значением частоты сигнала, поданного с генератора сигналов и значением частоты, измеренным прибором.

Результаты поверки по данной операции считать положительными, если:

² Здесь и далее: дБмВт – дБ относительно 1 мВт

- значение относительной погрешности воспроизведения частоты опорного генератора не превышает $\pm 1 \cdot 10^{-7}$ или $\pm 3 \cdot 10^{-8}$ (с опцией В4);
- значение абсолютной погрешности измерений частоты в режиме измерений частоты входного синусоидального сигнала составляет ± 100 Гц или ± 30 Гц (с опцией В4).

5.5 Определение погрешности установки полосы пропускания, коэффициента прямоугольности и погрешности измерения уровня при переключении полосы пропускания проводится по схеме рис.2.

5.5.1 Для определения погрешности установки полосы пропускания выполнить следующие операции.

Установить на приемнике режим анализатора спектра. Выполнить следующие установки:

PRESET
MODE: SPECTRUM
INPUT/OUTPUT : PRESELECT OFF
AMPT : RF ATTEN MANUAL : 10 dB
AMPT : 0 dBm
FREQ : CENTER : 64 MHz

Выполнить установки на генераторе:
 Опорный генератор – внешний, 10 МГц
 Частота $F_r = 64$ МГц
 Уровень минус 10 дБмВт

Для определения ширины полосы пропускания по уровню минус 3 дБ на приемнике установить **MKR FCTN : N DB DOWN : 3 dB**

Установить полосу пропускания от 10 Гц до 10 МГц с шагом 1-2-3-5: **BW : RES BW MANUAL : xx**

Установить значение полосы обзора = 3 x RBW, где RBW (полоса пропускания): **SPAN : {3 x RBW}**

Установить маркер приемника на максимум сигнала: **MKR: PEAK**

Считать показание ширины полосы пропускания по уровню минус 3 дБ в верхнем правом углу ЖКИ приемника **BW ΔF_{-3} дБ**.

Для определения погрешности установки полос пропускания ЭМС выполнить следующие операции:

Установить на приемнике фильтры ЭМС:
BW : FILTER TYPE : EMI (6 dB) : ENTER

Для определения ширины полосы пропускания по уровню минус 6 дБ нажать:

MKR FCTN : N DB DOWN : 6 dB

Установить значение полосы пропускания RBW 0,2; 9; 120 кГц и 1 МГц.

BW : RES BW MANUAL {RBW}

Установить значение полосы обзора SPAN

SPAN : {3 x RBW}

Установить маркер на максимум сигнала: **MKR : PEAK**

Считать показание ширины полосы пропускания по уровню минус 6 дБ в верхнем правом углу ЖКИ приемника **BW ΔF_{-6} дБ**.

Результаты поверки по данной операции считать положительными, если действительные значения ширины полосы пропускания отличаются от установленных не более, чем на ± 3 %.

5.5.2 Для определения коэффициента прямоугольности выполнить следующие операции.

Выполнить установки на приемнике:

PRESET

MODE: SPECTRUM

INPUT/OUTPUT : PRESELECT OFF

AMPT : RF ATTEN MANUAL : 10 dB

AMPT : 0 dBm

FREQ : CENTER : 64 MHz

Выполнить установки на генераторе:

Опорный генератор – внешний, 10 МГц

Частота $F_r = 64$ МГц

Уровень минус 10 дБмВт

Для определения ширины полосы пропускания по уровню минус 60 дБ на приемнике нажать: **MKR FCTN : N DB DOWN : 60 dB**

Установить значение полосы пропускания RBW из предыдущего пункта.

BW : RES BW MANUAL {RBW}

Установить значение полосы обзора SPAN: **SPAN : {20 x RBW}**

Установить маркер на максимум сигнала:

MKR _ : PEAK

Считать показание ширины полосы пропускания по уровню минус 60 дБ в верхнем правом углу ЖКИ приемника BW $\Delta F_{-60 \text{ дБ}}$.

Вычислить значения коэффициента прямоугольности $K_{пр}$ по формуле:

$$K_{пр} = \Delta F_{-60 \text{ дБ}} / \Delta F_{-3 \text{ дБ}}$$

где: $\Delta F_{-3 \text{ дБ}}$ - измеренные значения ширины полосы пропускания по уровню минус 3 дБ в соответствии с предыдущим пунктом.

Для определения ширины полосы пропускания по уровню минус 60 дБ фильтров ЭМС выполнить следующие операции:

Установить на приемнике фильтры ЭМС:

BW : FILTER TYPE : EMI (6 dB) : ENTER

Для определения ширины полосы пропускания по уровню минус 60 дБ нажать:

MKR FCTN : N DB DOWN : 60 dB

Установить значение полосы пропускания RBW 0,2; 9; 120 кГц и 1 МГц.

BW : RES BW MANUAL {RBW}

Установить значение полосы обзора = 20 x RBW: **SPAN : {20 x RBW}**

Установить маркер на максимум сигнала: **MKR : PEAK**

Считать показание ширины полосы пропускания по уровню минус 60 дБ в верхнем правом углу ЖКИ приемника BW $\Delta F_{-60 \text{ дБ}}$.

Вычислить значения коэффициента прямоугольности $K_{пр}$ по формуле:

$$K_{пр} = \Delta F_{-60 \text{ дБ}} / \Delta F_{-6 \text{ дБ}}$$

где: $\Delta F_{-6 \text{ дБ}}$ - измеренные значения ширины полосы пропускания по уровню минус 6 дБ в соответствии с предыдущим пунктом.

Результаты поверки по данной операции считать положительными, если действительные значения коэффициента прямоугольности не превышают 5:1 по уровням минус 60 дБ и минус 3 дБ и 4:1 по уровням минус 60 дБ и минус 6 дБ.

5.5.3 Для определения погрешности измерения уровня при переключении полосы пропускания относительно полосы пропускания 10 кГц выполнить следующие операции.

Установить на приемнике режим анализатора спектра. Выполнить следующие установки:

PRESET

MODE: SPECTRUM

INPUT/OUTPUT : PRESELECT OFF

AMPT : -20 dBm

AMPT : RF ATTEN MANUAL : 10 dB

FREQ : CENTER : 64 MHz

TRACE : DETECTOR : RMS

SPAN : 5 kHz

BW : RBW MANUAL : 10 : kHz

Выполнить установки на генераторе:

Опорный генератор – внешний, 10 МГц

Частота $F_r = 64$ МГц

Уровень минус 30 дБмВт

Установить маркер приемника на максимум сигнала: **MKR : PEAK**

Установить опорное значение дельта маркера на максимум сигнала: **MKR : REFERENCE**
FIXED

Установить значение полосы пропускания RBW от 10 Гц до 10 МГц с шагом 1-2-3-5:

BW : RBW MANUAL : {RBW} : ENTER

Установить значение полосы обзора = $0,5 \times RBW$, где RBW (полоса пропускания):

SPAN : {0.5 x RBW}

Для определения погрешности измерения уровня при переключении полосы пропускания относительно полосы пропускания 10 кГц установить дельта маркер на максимум сигнала:

MKR: PEAK

Считать показание маркера Delta [T1 FXD] $\{\Delta_U\}$ dB в верхнем правом углу ЖКИ приемника.

Результаты поверки по данной операции считать положительными, если действительные значения погрешности измерения уровня при переключении полосы пропускания находятся в пределах $\pm 0,1$ дБ.

5.6 Определение среднего уровня собственных шумов

Средний уровень собственных шумов приемника определить измерением уровня с усреднением показаний отсчетных устройств прибора при отсутствии сигнала и подключении на вход нагрузки 50 Ом.

Результаты поверки по данной операции считать положительными, если средний уровень собственных шумов приемника не превышает значений, указанных в таблице 3.

Таблица 3

Средний уровень собственных шумов в режиме анализатора спектра, приведенный к 1 Гц, в диапазоне частот, в зависимости от состояния предусилителя и МШУ, дБ относительно 1 мВт, не более	Предусилитель и МШУ выключены	Предусилитель включен	МШУ включен
от 2 Гц до 10 Гц включ.	минус 100	-	-
св. 10 Гц до 100 Гц включ.	минус 110	-	-
св. 100 Гц до 1 кГц включ.	минус 120	-	-
св. 1 кГц до 9 кГц включ.	минус 135	минус 140	-
св. 9 кГц до 1 МГц включ.	минус 145	минус 155	-
св. 1 МГц до 150 МГц включ.	минус 149	минус 161	минус 140
св. 150 МГц до 1 ГГц включ.	минус 149	минус 161	минус 165
св. 1 ГГц до 3 ГГц включ.	минус 150	минус 158	минус 165
св. 3 ГГц до 8 ГГц включ.	минус 149	минус 155	минус 162
св. 8 ГГц до 13,6 ГГц включ.	минус 148	минус 148	минус 162
св. 13,6 ГГц до 18 ГГц включ.	минус 147	минус 147	минус 162
св. 18 ГГц до 25 ГГц включ.	минус 145	минус 145	минус 161
св. 25 ГГц до 34 ГГц включ.	минус 140	минус 140	минус 160
св. 34 ГГц до 40 ГГц включ.	минус 137	минус 137	минус 160
св. 40 ГГц до 44 ГГц включ.	минус 135	минус 135	минус 146

5.7 Определение погрешности измерений уровня сигнала на опорной частоте и неравномерности АЧХ

Погрешность измерений уровня сигнала и неравномерность АЧХ проверить по схеме рисунка 3.

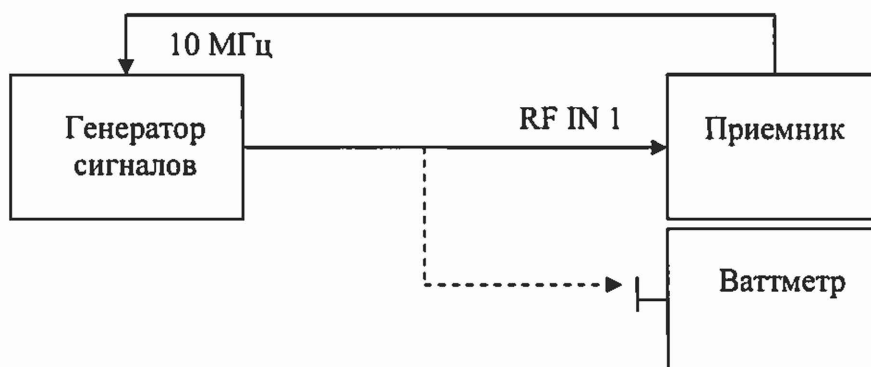


Рисунок 3

Подключить к выходу генератора “RF” измерительный кабель. Соединить свободный конец измерительного кабеля с входом ваттметра. Выполнить установку нуля ваттметра, установить на ваттметре частоту измерений 64 МГц для корректировки частотной зависимости преобразователя.

Установить на приемнике режим анализатора спектра, выключить преселектор. Выполнить следующие установки:

PRESET

MODE: SPECTRUM

INPUT/OUTPUT : PRESELECT OFF

AMPT : RF ATTEN MANUAL : 10 dB

AMPT : 0 dBm

SPAN : 100 kHz

BW : RBW MANUAL : 10 : kHz

FREQ : CENTER : 64 MHz
TRACE : DETECTOR : RMS

Выполнить установки на генераторе:
Опорный генератор – внешний, 10 МГц
Частота $F_r = 64$ МГц
Уровень минус 10 дБмВт

Считать показание ваттметра на частоте 64 МГц $L_{Power\ 64\ МГц}$

Отключить от измерительного кабеля преобразователь мощности и подключить к нему приемник. Далее проводить указанные выше подключения для каждой частоты.

Установить маркер приемника на максимум сигнала: **MKR: PEAK**

Считать показание маркера $\Delta_m\ 64\ МГц$ в верхнем правом углу ЖКИ приемника и вычислить опорное значение погрешности измерения уровня приемника на частоте 64 МГц по формуле:

$$Ref_{64\ МГц} = \Delta_m\ 64\ МГц - L_{Power\ 64\ МГц},\ дБ$$

Устанавливать частоту сигнала на генераторе и центральную частоту на приемнике, начиная с частоты 9 кГц и заканчивая частотой 43,5 ГГц с шагом 1 МГц до 10 МГц, 100 МГц до 1 ГГц, 0,5 ГГц до 43,5 ГГц.

Для каждой установленной частоты провести настройку и снять показания ваттметра L_{Power} . При установленной центральной частоте приемника менее 1 МГц ширину полосы пропускания установить равной 10 Гц:

Для каждой установленной частоты установить маркер приемника на максимум сигнала:
MKR: PEAK

Считать показание маркера Δ_m в верхнем правом углу ЖКИ приемника и вычислить неравномерность амплитудно-частотной характеристики приемника по формуле:

$$\Delta_{АЧХ} = \Delta_m - L_{Power} - Ref_{64\ МГц},\ дБ$$

Затем включить преселектор и повторить все измерения:

INPUT/OUTPUT : PRESELECT ON

Результаты поверки по данной операции считать положительными, если погрешность измерения уровня на частоте 64 МГц и действительные значения неравномерности АЧХ находятся в пределах, указанных в таблице 4.

Таблица 4

Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений уровня сигнала минус 10 дБ относительно 1 мВт на частоте 64 МГц, в зависимости от состояния преселектора (вкл./выкл.), дБ		выкл.	вкл.
		±0,2	±0,35
Неравномерность амплитудно-частотной характеристики относительно уровня на частоте 64 МГц, в диапазоне частот, в зависимости от состояния преселектора, не более, дБ	Преселектор	выкл.	вкл.
	от 2 Гц до 9 кГц включ.	±1,0	±1,0
	св. 9 кГц до 10 МГц включ.	±0,45	±0,65
	св. 10 МГц до 3,6 ГГц включ.	±0,3	±0,5
	св. 3,6 ГГц до 8 ГГц включ.	±0,5	±0,7
	св. 8 ГГц до 22 ГГц включ.	±1,5	±1,5
	св. 22 ГГц до 26,5 ГГц включ.	±2,0	±2,0
св. 26,5 ГГц до 44 ГГц включ.		±2,5	±2,5

5.8 Определение погрешности измерения уровня из-за переключения ослабления входного аттенюатора

Погрешность измерения уровня из-за переключения ослабления входного аттенюатора определяется сравнением показаний дельта маркера приемника в режиме анализатора спектра при установке значений входного аттенюатора в диапазоне от 0 до 70 дБ со значениями разностного ослабления образцового ступенчатого аттенюатора. При этом устанавливается постоянный уровень сигнала на первом смесителе приемника. Измерения проводятся по схеме рис. 4.

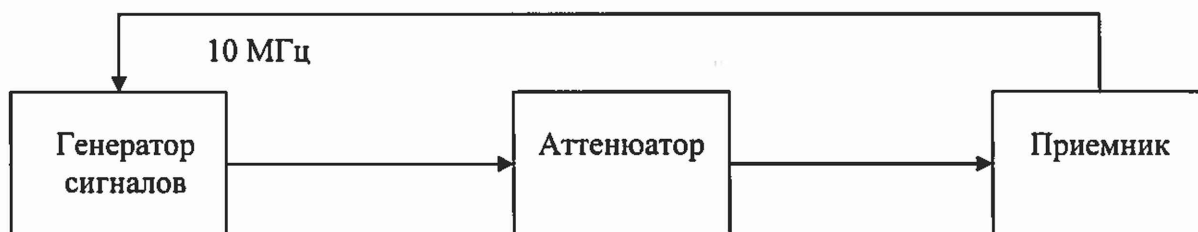


Рисунок 4

Для определения погрешности измерения уровня из-за переключения ослабления входного аттенюатора выполнить следующие операции.

Установить на приемнике режим анализатора спектра. Выполнить следующие установки:

PRESET
MODE: *SPECTRUM*
INPUT/OUTPUT : *PRESELECT OFF*
FREQ : *CENTER : 64 MHz*
SPAN : *500 Hz*
BW : *RBW MANUAL : 1 kHz*
BW : *VIDEO BW MANUAL : 100 Hz*
TRACE : *DETECTOR : RMS*
AMPT : *RF ATTEN MANUAL : 10 dB*
AMPT : *-30 dBm*

Выполнить установки на образцовом аттенюаторе:
Номинальное значение ослабления 70 дБ

Выполнить установки на генераторе:
Опорный генератор – внешний, 10 МГц
Частота $F_r = 64$ МГц
Уровень 10 дБмВт

Установить маркер приемника на максимум сигнала:
MKR : *PEAK*

Установить опорное значение дельта маркера на максимум сигнала:
MKR : *REFERENCE FIXED*

Установить на образцовом аттенюаторе номинальное значение ослабления в соответствии с таблицей 5.

Установить ослабление входного аттенюатора приемника в соответствии с таблицей 5:

AMPT : *RF ATTEN MANUAL : {A_{ESR}}*

Установить опорный уровень приемника в соответствии с таблицей 5:

AMPT : *{ref lev} dBm*

Установить маркер на максимум сигнала:

MKR _ : *PEAK*

Считать показание маркера Delta [T1 FXD] $\{\Delta_m\}$ дБ в верхнем правом углу ЖКИ.

Для каждого из значений ослабления входного аттенюатора приемника вычислить погрешность измерения уровня из-за переключения ослабления входного аттенюатора по формуле:

$$\Delta_{\text{атт}} = \Delta_m + (A_d - A_{d\ 70\ \text{дБ}}),$$

где: Δ_m – отсчет маркера Delta [T1 FXD] $\{\Delta_m\}$ дБ,

A_d – действительное значение ослабления аттенюатора RSC на частоте 64 МГц (в соответствии с результатами поверки аттенюатора),

$A_{d\ 70\ \text{дБ}}$ – действительное значение ослабления аттенюатора RSC при установке номинального значения 70 дБ на частоте 64 МГц.

Таблица 5

Установки приемника		Ослабление аттенюатора		Отсчет маркера Δ_m , дБ	Погрешность $\Delta_{\text{атт}}$, дБ	Пределы допускаемой погрешности $\Delta_{\text{атт max}}$, дБ
Ослабление входного аттенюатора A_{ESIV} , дБ	Опорный уровень $ref\ lev$, дБмВт	Номинальное значение A_n , дБ	Действительное значение A_d , дБ			
0	минус 40	80				$\pm 0,2$
10	минус 30	70		0	0	-
20	минус 20	60				$\pm 0,2$
30	минус 10	50				
40	0	40				
50	10	30				
60	20	20				
70	30	10				

Результаты поверки по данной операции считать положительными, если действительные значения погрешности измерения уровня из-за переключения ослабления входного аттенюатора (относительно ослабления 10 дБ) находятся в пределах, указанных в последнем столбце таблицы 5.

5.9 Определение погрешности измерения уровня из-за нелинейности шкалы

Погрешность измерения уровня из-за нелинейности шкалы определяется сравнением показаний дельта маркера приемника в режиме анализатора спектра со значениями разностного ослабления образцового ступенчатого аттенюатора. Измерения проводят при фиксированных значениях опорного уровня и ослабления входного аттенюатора приемника в диапазоне от 0 до минус 70 дБ относительно опорного уровня. Схема измерения представлена на рис. 4.

Для определения погрешности измерения уровня из-за нелинейности шкалы в диапазоне от 0 до минус 70 дБ при полосе пропускания 300 Гц выполнить следующие операции.

Установить на приемнике режим анализатора спектра. Выполнить следующие установки:

PRESET

MODE:SPECTRUM

INPUT/OUTPUT : PRESELECT OFF

FREQ : CENTER : 64 MHz

SPAN : 0 Hz

TRACE : DETECTOR : RMS

AMPT : RF ATTEN MANUAL : 10 dB

AMPT : 0 dBm

BW : RBW MANUAL : 300 : Hz

SWEEP: SWEEP TIME MANUAL: 2 s

Выполнить установки на образцовом аттенюаторе:
Номинальное значение ослабления 0 дБ

Выполнить установки на генераторе:
Опорный генератор – внешний, 10 МГц
Частота $F_r = 64$ МГц
Уровень 0 дБмВт

Установить маркер приемника на максимум сигнала:

MKR : PEAK

Установить опорное значение дельта маркера на максимум сигнала:

MKR : REFERENCE FIXED

Установить на образцовом аттенюаторе номинальное значение ослабления от 0 до 70 дБ с шагом 10 дБ.

Считать показание маркера Delta [T1 FXD] $\{\Delta_m\}$ дБ в верхнем правом углу ЖКИ приемника.

Для каждого из значений уровня входного сигнала приемника в диапазоне от 0 до минус 70 дБмВт вычислить погрешность измерения уровня из-за нелинейности шкалы по формуле:

$$\Delta_{ш} = \Delta_m + A_d,$$

где: Δ_m – отсчет маркера Delta [T1 FXD] $\{\Delta_m\}$ дБ,

A_d – действительное значение ослабления аттенюаторов на частоте 64 МГц (в соответствии с результатами поверки аттенюатора),

Результаты поверки по данной операции считать положительными, если действительные значения погрешности измерения уровня из-за нелинейности шкалы находятся в пределах $\pm 0,1$ дБ.

5.10 Определение уровня фазовых шумов

Определение уровня фазовых шумов проводится методом прямых измерений при подаче на вход приемника синусоидального сигнала по схеме, представленной на рис. 2. Для выделения уровня фазовых шумов над средним уровнем шумов приемника при больших отстройках от несущей устанавливают меньшее ослабление входного аттенюатора и опорный уровень ниже уровня входного сигнала. Для уменьшения времени измерения используют полосу обзора на порядок меньшую, чем отстройка от несущей.

Установить на приемнике режим анализатора спектра, выключить преселектор. Выполнить следующие установки:

PRESET

MODE: SPECTRUM

INPUT/OUTPUT : PRESELECT OFF

FREQ : CENTER : 1000 MHz

AMPT : 0 dBm

AMPT : RF ATTEN MANUAL : 10 dB

BW : COUPLING RATIO : RBW/VBW NOISE[10]

Выполнить установки на генераторе с малыми собственными фазовыми шумами:

Опорный генератор – внешний, 10 МГц

Частота $F_r = 1000$ МГц

Уровень 0 дБмВт

Установить полосу обзора приемника в соответствии с таблицей 6

SPAN : {span}

Установить полосу пропускания RBW приемника в соответствии с таблицей 6

BW : *RBW MANUAL* : {RBW}

Установить усреднение по 20 разверткам

TRACE 1 : *AVERAGE*

SWEEP : *SWEEP COUNT* : 20 : **ENTER**

Активировать маркер для измерения фазовых шумов:

MKR FCTN : *PHASE NOISE*

Сместить центральную частоту приемника на величину отстройки offset в соответствии с таблицей 6

FREQ : *CENTER* : {1000 MHz + offset}

Установить опорный уровень reference level и ослабление входного аттенюатора A_{ESW} в соответствии с таблицей 6 (в зависимости от отстройки)

AMPT : {reference level}

AMPT : *RF ATTEN MANUAL* : { A_{ESW} }

Установить маркер для измерения фазовых шумов на величину отстройки offset

MKR : *MARKER 2* : {offset}

Считать показание уровня фазовых шумов Delta 2 [T1 PHN] в верхнем правом углу ЖКИ приемника

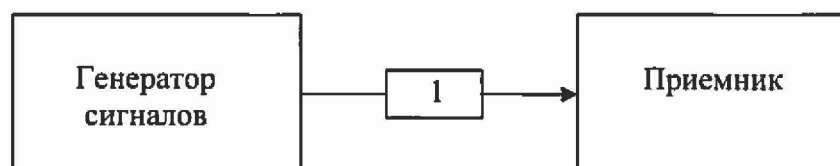
Результаты поверки по данной операции считать положительными, если действительные значения уровня фазовых шумов не превышают допустимых значений, указанных в последнем столбце таблицы 6.

Таблица 6

Отстройка от несущей offset	Полоса обзора span	Полоса пропускания RBW	Опорный уровень reference level, дБмВт	Ослабление входного аттенюатора A_{ESW}	Действительные значения уровня фазовых шумов, Delta 2 [T1 PHN], дБн/Гц	Верхний допустимый предел уровня фазовых шумов, дБн/Гц
100 Гц	20 Гц	10 Гц	0	10 дБ		минус 106
1 кГц	200 Гц	100 Гц	0	10 дБ		минус 125
10 кГц	2 кГц	300 Гц	0	10 дБ		минус 134
100 кГц	10 кГц	3 кГц	минус 10	5 дБ		минус 136
1 МГц	100 кГц	30 кГц	минус 10	5 дБ		минус 145

5.11 Определение относительного уровня помех, обусловленных гармоническими искажениями второго порядка

Относительный уровень помех, обусловленных гармоническими искажениями второго порядка определить путем подачи на вход приемника гармонического сигнала уровнем $L_{смес} =$ минус 10 дБмВт с частотой f_1 (или минус 50 дБмВт при включенном предусилителе) и измерения относительного уровня помех L_{k2} , возникших на частоте $2f_1$ (рисунок 5). Фильтры для подавления могут быть как на фиксированные частоты, так и перестраиваемые (например и состава ZVAX24).



1 – фильтр (для подавления $2f_1$)

Рисунок 5

Измерения проводить в диапазоне частот от 100 МГц до 20 ГГц, установив ослабление входного аттенюатора приемника 0 дБ.

Результаты поверки по данной операции считать положительными, если уровень помех, обусловленных гармоническими искажениями второго порядка, выраженный в виде точки пересечения 2-го порядка $SHI = L_{смес.} - L_{k2}$, составляет не менее значений по таблице 7.

Таблица 7

Относительный уровень гармонических искажений 2-го порядка L_{k2} , выраженный в виде точки пересечения 2-го порядка (SHI)*, в диапазоне частот, в зависимости состояния преселектора, предусилителя и МШУ, не менее, дБ относительно 1 мВт	МШУ	выкл.		вкл.
	Преселектор	выкл.	вкл.	выкл.
	Предусилитель	выкл.	вкл.	выкл.
	от 1 МГц до 500 МГц включ.	45	20	-
	св. 0,5 ГГц до 1,5 ГГц включ.	47	40	10
	св. 1,5 ГГц до 4 ГГц включ.	62	40	10
	св. 4 ГГц до 22 ГГц включ.	65	10	10

5.12 Определение относительного уровня помех, обусловленных интермодуляционными искажениями третьего порядка

Относительный уровень помех, обусловленных интермодуляционными искажениями третьего порядка определить путем подачи на вход приемника двух гармонических сигналов уровнем $L_{смес.} =$ минус 15 дБмВт или минус 45 дБмВт (при включенном предусилителе) с частотами f_1 и f_2 и измерения уровня помех $L_{имз}$, возникших на частотах $2f_1 - f_2$ и $2f_2 - f_1$ относительно уровня основных сигналов на частотах f_1 и f_2 . (рисунок 6).

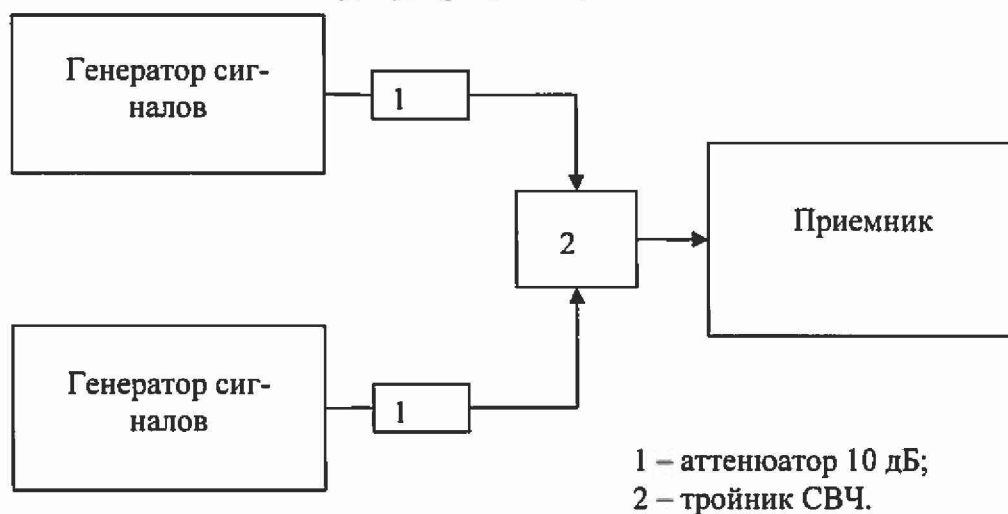


Рисунок 6

Измерения проводить в диапазоне частот от 10 МГц до 40 ГГц, установив ослабление входного аттенюатора приемника 0 дБ и расстройку между частотами f_1 и f_2 двух генераторов 1 МГц.

Результаты поверки по данной операции считать положительными, если уровень помех, обусловленных интермодуляционными искажениями третьего порядка, выраженный в виде точки пересечения 3 порядка $TOI = (2 \cdot L_{\text{смес.}} - L_{\text{имз}})/2$, не менее значений, указанных в таблице 8.

Таблица 8

Относительный уровень интермодуляционных искажений 3-его порядка $L_{\text{имз}}$, выраженный в виде точки пересечения 3 порядка (TOI)*, в диапазоне частот, в зависимости состояния преселектора, предусилителя и МШУ, не менее, дБ относительно 1 мВт	МШУ	ВЫКЛ.		ВКЛ.
	Преселектор	ВЫКЛ.	ВКЛ.	ВЫКЛ.
	Предусилитель	ВЫКЛ.	ВКЛ.	ВЫКЛ.
	от 10 МГц до 1 ГГц включ.	20	минус 10	минус 10
	св. 1 ГГц до 3 ГГц включ.	20	минус 8	минус 13
	св. 3 ГГц до 8 ГГц включ.	17	минус 10	минус 13
	св. 8 ГГц до 13,6 ГГц включ.	8	минус 20	минус 20
	св. 13,6 ГГц до 40 ГГц включ.	10	минус 20	минус 20

5.13 Определение погрешности выполнения амплитудного соотношения квазипикового детектора

В соответствии с ГОСТ Р 51318.16.1.1-2007 для определения амплитудного соотношения квазипикового детектора приемника в полосе CISPR A (9 кГц-150 кГц) ко входу приемника через тройник подключить генератор сигналов произвольной формы и осциллограф с входным сопротивлением 1 МОм.

На генераторе сигналов произвольной формы установить режим генерации импульсов, частоту повторения импульсов 25 Гц, длительность импульса 1 мкс. По осциллографу установить амплитуду импульса 3,375 В, что соответствует площади импульса 3,375 мкВ*с.

На приемнике установить режим приемника, сопряжение входа по постоянному току, частоту 100 кГц и квазипиковый детектор. Зафиксировать измеренное значение $Q_{(3,375 \text{ мкВ} \cdot \text{с})}$.

Вычислить показания приемника при подаче на его вход импульсов с площадью 13,5 мкВ*с по формуле:

$$Q_{(13,5 \text{ мкВ} \cdot \text{с})} = Q_{(3,375 \text{ мкВ} \cdot \text{с})} + 12 \text{ дБ}$$

где поправка 12 дБ = $20 \cdot \lg(13,5 \text{ мкВ} \cdot \text{с} / 3,375 \text{ мкВ} \cdot \text{с})$

Результаты поверки по данной операции считать положительными, если показания приемника при подаче на его вход импульсов с площадью 13,5 мкВ*с находятся в пределах $66 \text{ дБ/мкВ}^3 \pm 1,5 \text{ дБ}$.

Для определения амплитудного соотношения в полосах CISPR B (150 кГц – 30 МГц) и CISPR C/D (30 МГц – 300 МГц/300 МГц – 1 ГГц) к входу приемника подключить генератор сигналов. На генераторе установить режим импульсной модуляции с частотой следования импульсов 100 Гц и длительностью 1 мкс, частоту и уровень (уровень контролировать по ваттметру пиковой мощности NRP-Z81) установить в соответствии с таблицей 9.

³ дБ/мкВ – дБ относительно 1 мкВ

Таблица 9

Полоса	Частота	Уровень
CISPR B	25 МГц	0,316 В
CISPR C	250 МГц	0,044 В
CISPR D	900 МГц	0,044 В

На приемнике установить режим приемника, сопряжение входа по постоянному току, частоту 100 кГц и квазипиковый детектор. Поочередно настраивая приемник на частоты 25,01 МГц, 250,01 МГц и 900,01 МГц, провести измерения уровня. Добавить к показаниям поправку 3 дБ согласно приложению Д.6 ГОСТ Р 51318.16.1.1-2007.

Результаты поверки по данной операции считать положительными, если показания приемника находятся в пределах $66 \text{ дБ/мкВ} \pm 1,5 \text{ дБ}$.

5.14 Определение погрешности выполнения импульсной характеристики квазипикового детектора

Измерения провести аналогично предыдущему пункту во всех частотных диапазонах для частот повторения импульсов, указанных в таблице 10.

Вычислить разность показаний для каждой частоты следования импульсов по формуле:

$$B^{QP} = Q_2 - Q_1;$$

где Q_2 - отсчёт при частоте повторения, на которой нормировано амплитудное соотношение (25 или 100 Гц), Q_1 - отсчеты на других частотах повторения.

Погрешность выполнения импульсной характеристики квазипикового детектора в децибелах определить по формуле:

$$\Delta B = B_{ном}^{QP} - B^{QP};$$

где $B_{ном}^{QP}$ - номинальное значение импульсной характеристики для квазипикового детектора.

Результаты поверки по данной операции считать положительными, если для всех режимов работы погрешность выполнения импульсной характеристики квазипикового детектора лежит в пределах, указанных в таблице 10.

Таблица 10

Частота повторения импульсов, Гц	Значения и пределы допускаемой абсолютной погрешности выполнения импульсной характеристики квазипикового детектора, дБ, для режимов работы:		
	CISPR BAND A	CISPR BAND B	CISPR BAND C/D
1000	–	минус $4,5 \pm 1,0$	минус $8,0 \pm 1,0$
100	минус $4,0 \pm 1,0$	опорное значение	опорное значение
60	минус $3,0 \pm 1,0$	–	–
25	опорное значение	–	–
20	–	плюс $6,5 \pm 1,0$	плюс $9,0 \pm 1,0$
10	плюс $4,0 \pm 1,5$	плюс $10,0 \pm 1,5$	плюс $14,0 \pm 1,5$
5	плюс $7,5 \pm 2,0$	–	–
2	плюс $13,0 \pm 2,0$	плюс $20,5 \pm 2,0$	плюс $26,0 \pm 2,0$
1	плюс $17,0 \pm 2,0$	плюс $22,5 \pm 2,0$	плюс $28,5 \pm 2,0$

5.15 Определение КСВН входа приемника

КСВН входа приемника измерить с помощью анализатора цепей. Анализатор цепей откалибровать по срезу кабеля в соответствии с его руководством по эксплуатации. Кабель подключить к входу приемника с установленным значением ослабления входного аттенюатора 10 дБ и провести измерения в диапазоне частот от 10 МГц до 40 ГГц.

Результаты поверки по данной операции считать положительными, если КСВН входа не превышает значений, указанных в таблице 11.

Таблица 11

КСВН входа (аттенюатор СВЧ 10 дБ) в диапазоне частот, не более	до 3,5 ГГц включ.	1,5
	св. 3,5 ГГц до 26,5 ГГц включ.	2,0
	св. 26,5 ГГц до 40 ГГц включ.	2,5

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.

Поверительное клеймо наносится на заднюю панель приемников измерительных ESW8, ESW26, ESW44 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.

Начальник лаборатории № 441
ФБУ «Ростест-Москва»

С. Э. Баринов

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



Р. А. Осин