

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ РЕГУЛИРОВАНИЮ И МЕТРОЛОГИИ



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

У Т В Е Р Ж Д А Ю

Заместитель генерального директора

ФБУ "Ростест-Москва"

Е. В. Морин

« 13 » июля 2016 г.

Государственная система обеспечения единства измерений

Анализаторы спектра FSVA4, FSVA7, FSVA13, FSVA30, FSVA40

**Методика поверки
РТ-МП-3377-441-2016**

г.р. 65097-16

**г. Москва
2016**

Настоящая методика поверки распространяется на анализаторы спектра FSVA4, FSVA7, FSVA13, FSVA30, FSVA40 (далее - анализаторы) 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
4	Определение погрешности частоты	5.4	да	да
5	Определение погрешности установки полосы пропускания и погрешности измерения уровня при переключении полосы пропускания	5.5	да	нет
6	Определение среднего уровня собственных шумов	5.6	да	да
7	Определение погрешности измерений уровня сигнала на опорной частоте и неравномерности АЧХ	5.7	да	да
8	Определение погрешности измерения уровня из-за переключения ослабления входного аттенюатора	5.8	да	да
9	Определение погрешности измерения уровня из-за нелинейности шкалы	5.9	да	да
10	Определение уровня фазовых шумов	5.10	да	да
11	Определение относительного уровня помех, обусловленных гармоническими искажениями второго порядка	5.11	да	нет
12	Определение относительного уровня помех, обусловленных интермодуляционными искажениями третьего порядка	5.12	да	да
13	Определение параметров демодулятора АМ/ЧМ (опция К7)	5.13	да	да
14	Определение параметров векторного демодулятора (опция К70)	5.14	да	да
15	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	уровень фазовых шумов на частоте 1 ГГц при отстройке 20 кГц не более минус 132 дБн/Гц ¹	Генератор сигналов СВЧ SMF100A
Измеритель мощности	от 0 Гц до 40 ГГц от $2 \cdot 10^{-3}$ до $1 \cdot 10^2$ мВт	$\pm 0,1$ дБ	Ваттметр поглощаемой мощности СВЧ NRP-Z55
Аттенюатор ступенчатый	от 0 Гц до 6 ГГц от 0 до 139 дБ	$\pm 0,03$ дБ	Аттенюатор ступенчатый RSC
Калибратор АМ/ЧМ	от 4 до 425 МГц Кам: от 0 до 100 % Фдев: от 5 Гц до 1 МГц	1-ый разряд по ГОСТ Р 8.607/8.717	Калибратор SMBV-AM-FM
Генератор сигналов векторный	от 100 кГц до 6 ГГц модуляция QPSK	$\pm(0,2 \dots 0,8) \%$	Генератор сигналов SMW200A
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, 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 изложен-

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

ные 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, °С | 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 анализатор в условиях, указанных в п. 4.1, в течение не менее 2 ч;
- выполнить операции, оговоренные в технической документации на анализатор 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 анализатора необходимо запустить процедуры внутреннего самотестирования, нажав SETUP – Alignment - Self-Alignment.

Опробование считается успешным, если самотестирование проходит без ошибок.

5.3 Подтверждение идентификационных данных ПО

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

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

5.4 Определение погрешности частоты

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

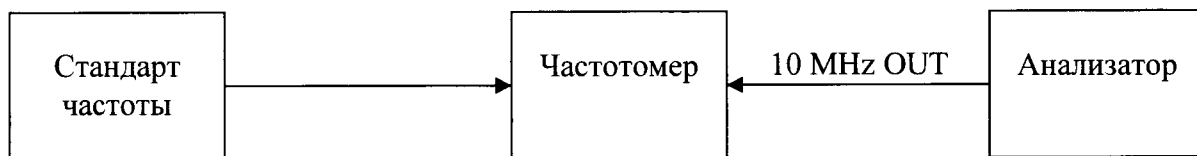


Рисунок 1

Измерить частоту опорного генератора анализатора.

Погрешность воспроизведения частоты (δF) вычислить по формуле:

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

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

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

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

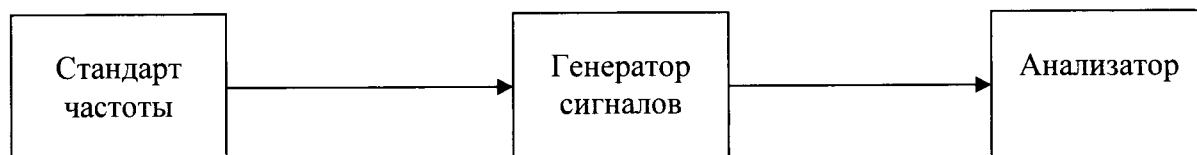


Рисунок 2

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 на анализаторе 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:

- значение относительной погрешности воспроизведения частоты опорного генератора не превышает $\pm 1 \cdot 10^{-6}$ ($\pm 1 \cdot 10^{-7}$ для опции В4 и $\pm 4 \cdot 10^{-9}$ для опции В14);

- значение абсолютной погрешности измерений частоты в режиме измерений частоты входного синусоидального сигнала составляет ± 1 кГц (± 100 Гц с опцией В4 и ± 4 Гц с опцией В14).

² Здесь и далее: дБмВт – дБ относительно 1 мВт

5.5 Определение погрешности установки полосы пропускания 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.

На анализаторе выполнить следующие установки:

PRESET
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 дБВт

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

Установить полосу пропускания от 1 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 анализатора на максимум сигнала: **MKR : PEAK**

Считать показание ширины полосы пропускания по уровню минус 3 дБ в верхнем правом углу ЖКИ анализатора $BW \Delta F_{-3 \text{ dB}}$.

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

На анализаторе установить:

PRESET
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 дБВт

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

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

Установить значение полосы пропускания RBW от 1 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 : $\{0.5 \times RBW\}$

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 анализатора.

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 анализатора определить измерением уровня с усреднением показаний отсчетных устройств прибора при отсутствии сигнала и подключении на вход нагрузки 50 Ом. При наличии опций B22/B24 провести измерения при включенном и выключенном предусилителе.

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

Таблица 3

Диапазон частот	Предусилитель выключен	Предусилитель включен
от 10 Гц до 20 Гц включ.	минус 90	-
св. 20 Гц до 100 Гц включ.	минус 100	-
св. 100 Гц до 1 кГц включ.	минус 110	-
св. 1 кГц до 9 кГц включ.	минус 120	-
св. 9 кГц до 0,1 МГц включ.	минус 140	-
св. 0,1 МГц до 1 МГц включ.	минус 145	минус 145
св. 1 МГц до 1 ГГц включ.	минус 150	минус 160
св. 1 ГГц до 3 ГГц включ.	минус 147	минус 162
св. 3 ГГц до 6 ГГц включ.	минус 144	минус 162
св. 6 ГГц до 7,4 ГГц включ.	минус 141	минус 162
св. 7,4 ГГц до 13,6 ГГц включ.	минус 141	минус 160
св. 13,6 ГГц до 15 ГГц включ.	минус 139	минус 160
св. 15 ГГц до 34 ГГц включ.	минус 136	минус 154
св. 34 ГГц до 40 ГГц включ.	минус 128	минус 147

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.

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.

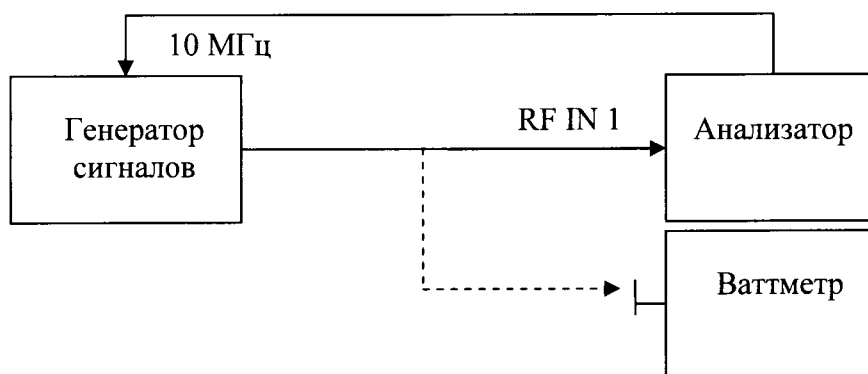


Рисунок 3

Выполнить следующие установки на анализаторе:

PRESET
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 анализатор. Далее проводить указанные выше подключения для каждой частоты, каждый раз вводя частоту измерения в ваттметр для корректировки его частотной зависимости.

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

Считать показание маркера $\Delta_m\ 64\ МГц$ в верхнем правом углу ЖКИ анализатора и вычислить опорное значение погрешности измерения уровня анализатора 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 анализаторе, начиная с частоты 10 Гц (использовать выход источника модулирующих колебаний генератора для получения частоты 10 Гц) и заканчивая конечной частотой частотного диапазона анализатора спектра с шагом 1 МГц до 10 МГц, 100 МГц до 1 ГГц, 0,5 ГГц до 40 ГГц.

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

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

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

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

При наличии опций B22/B24 повторить все измерения с включенным предусилителем:

АМРТ : PREAMP 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, дБ		±0,2	
Неравномерность амплитудно-частотной характеристики относительно уровня на частоте 64 МГц, в диапазоне частот, не более, дБ	Предусилитель	ВЫКЛ.	ВКЛ.
	от 10 Гц до 9 кГц включ.	±1,5	---
	св. 9 кГц до 10 МГц включ.	±0,5	±1,0
	св. 10 МГц до 3,6 ГГц включ.	±0,3	±1,0
	св. 3,6 ГГц до 7 ГГц включ.	±0,5	±1,5
	св. 7 ГГц до 13,6 ГГц включ.	±1,5	±3,0
	св. 13,6 ГГц до 30 ГГц включ.	±2,0	±3,5
св. 30 ГГц до 40 ГГц включ.	±2,5	±4,0	

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 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 анализатора. Измерения проводятся по схеме рис. 4.



Рисунок 4

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

Установить на анализаторе спектра:

PRESET

FREQ : CENTER : 64 MHz

SPAN : 500 Hz

BW : RBW MANUAL : 1 kHz

BW : VIDEO BW MANUAL : 100 Hz

TRACE : DETECTOR : RMS

АМРТ : RF ATTEN MANUAL : 10 dB

АМРТ : -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 анализатора 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 анализатора в соответствии с таблицей 5:

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

Установить опорный уровень анализатора в соответствии с таблицей 5:

AMPT : {ref lev} dBm

Установить маркер на максимум сигнала:

MKR : PEAK

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

Для каждого из значений ослабления входного аттенюатора анализатора 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] { Δ_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 анализатора		Ослабление аттенюатора		Отсчет маркера Δ_m , дБ	Погрешность $\Delta_{\text{атт}}$, дБ	Пределы допускаемой погрешности $\Delta_{\text{атт max}}$, дБ
Ослабление входного аттенюатора A_{ESW} , 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 анализатора спектра со значениями разностного ослабления образцового ступенчатого аттенюатора. Измерения проводят при фиксированных значениях опорного уровня и ослабления входного аттенюатора анализатора для шкалы 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 анализаторе спектра:

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 анализатора 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] $\{\Delta_m\}$ dB в верхнем правом углу ЖКИ анализатора.

Для каждого из значений уровня входного сигнала 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] $\{\Delta_m\}$ dB,

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 анализатора синусоидального сигнала по схеме, представленной на рис. 2. Для выделения уровня фазовых шумов над средним уровнем шумов при больших отстройках от несущей устанавливается 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 анализаторе спектра:

FREQ : CENTER : 500 MHz

AMPT : 0 dBm

AMPT : RF ATTEN MANUAL : 10 dB

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

Выполнить установки на генераторе:

Опорный генератор – внешний, 10 МГц

Частота $F_r = 500$ МГц

Уровень 0 дБмВт

Установить полосу обзора анализатора в соответствии с таблицей 6

SPAN : {span}

Установить полосу пропускания RBW анализатора 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 анализатора на величину отстройки offset в соответствии с таблицей 6

FREQ : CENTER : {500 MHz + offset}

Установить опорный уровень reference level и ослабление входного аттенюатора A в соответствии с таблицей 6 (в зависимости от отстройки)

AMPT : {reference level}

AMPT : RF ATTEN MANUAL : {A}

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 анализатора.

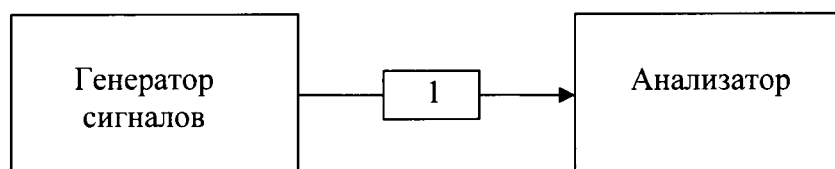
Результаты поверки по данной операции считать положительными, если действительные значения уровня фазовых шумов не превышают допустимых значений, указанных в последнем столбце таблицы 6.

Таблица 6

Отстройка от несущей offset	Полоса обзора span	Полоса пропускания RBW	Опорный уровень reference level, дБмВт	Ослабление входного аттенюатора A	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 91
1 кГц	200 Гц	100 Гц	0	10 дБ		минус 109
10 кГц	2 кГц	300 Гц	0	10 дБ		минус 115
100 кГц	10 кГц	3 кГц	минус 10	5 дБ		минус 116
1 МГц	100 кГц	30 кГц	минус 10	5 дБ		минус 137

5.11 Определение относительного уровня помех, обусловленных гармоническими искажениями второго порядка

Относительный уровень помех, обусловленных гармоническими искажениями второго порядка определить путем подачи на вход анализатора гармонического сигнала уровнем $L_{смес} =$ минус 10 дБмВт с частотой f_1 (или минус 40 дБмВт при включенном предусилителе с опциями В22/В24) 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 в зависимости от частотного диапазона прибора, установив ослабление входного аттенюатора анализатора 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 предусилителя, не менее, дБ относительно 1 мВт	Предусилитель	выкл.	вкл.
		от 100 МГц до 3,5 ГГц включ.	45
	св. 3,5 ГГц до 20 ГГц включ.	75	10

*SHI = $L_{смес} - L_{k2}$, где: $L_{смес}$ – уровень входного сигнала смесителя

5.12 Определение относительного уровня помех, обусловленных интермодуляционными искажениями третьего порядка

Относительный уровень помех, обусловленных интермодуляционными искажениями третьего порядка определить путем подачи на вход анализатора двух гармонических сигналов уровнем $L_{смес} =$ минус 15 дБмВт или минус 45 дБмВт (при включенном предусилителе с опциями В22/В24) с частотами f_1 и f_2 и измерения уровня помех $L_{им3}$, 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).

Измерения проводить в диапазоне частот от 10 МГц до 40 ГГц в зависимости от модели анализатора спектра, установив ослабление входного аттенюатора анализатора 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 $TOI = (2 * L_{смес} - L_{им3}) / 2$, не менее значений, указанных в таблице 8.

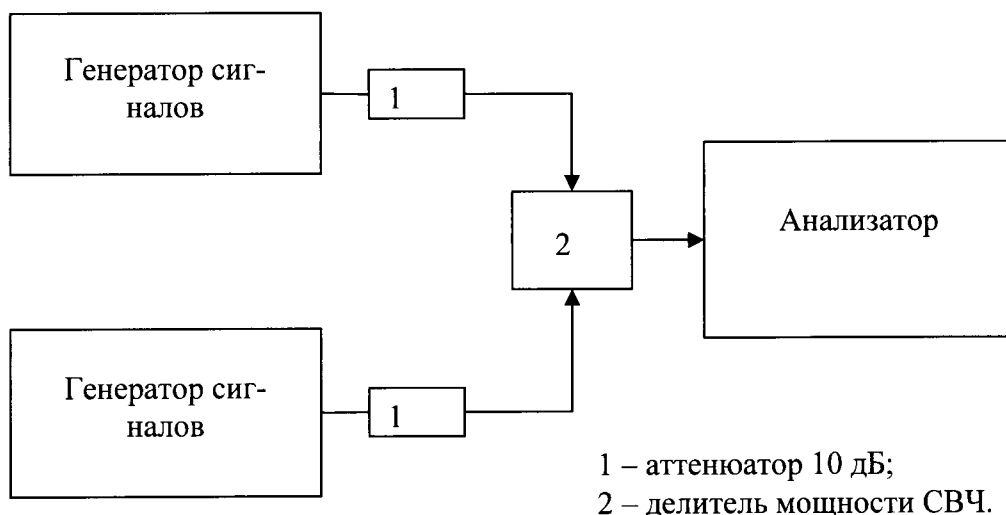


Рисунок 6

Таблица 8

Относительный уровень интермодуляционных искажений 3-го порядка $L_{ИМЗ}$, выраженный в виде точки пересечения 3 порядка (ТОI)*, в диапазоне частот, в зависимости состояния предусилителя, не менее, дБ относительно 1 мВт	Предусилитель	выкл.	вкл.
		от 10 МГц до 100 МГц включ.	12
	св. 0,1 ГГц до 0,3 ГГц включ.	15	2
	св. 0,3 ГГц до 3,6 ГГц включ.	17	2
	св. 3,6 ГГц до 7 ГГц включ.	16	0
	св. 7 ГГц до 10 ГГц включ.	16	минус 10
	св. 10 ГГц до 40 ГГц включ.	18	минус 10

*ТОI = $(2 \cdot L_{смес.} - L_{ИМЗ})/2$, где: $L_{смес.}$ – уровень входного сигнала смесителя

5.13 Определение параметров демодулятора АМ/ЧМ (при наличии опции К7)

Для определения параметров демодулятора АМ/ЧМ подключить выход калибратора АМ/ЧМ ко входу анализатора спектра. На калибраторе установить режим АМ, несущую 10 МГц, $K_{ам} = 100\%$, частоту модулирующего колебания 1 кГц.

На анализаторе спектра включить опцию К7, установить настройки для измерения коэффициента амплитудной модуляции на частоте 10 МГц согласно Руководству по эксплуатации (при этом ширина полосы анализа должна быть примерно $6 \cdot F_{мод}$).

Провести измерения $K_{ам,изм}$ и рассчитать погрешность по формуле:

$$\Delta K_{ам} = K_{ам,изм} - K_{ам}$$

Повторить измерения для $K_{ам} = 50\%$ и 1% , модулирующей частоте 100 кГц и несущей 425 МГц.

Затем на калибраторе установить режим ЧМ, несущую 50 МГц, модулирующую частоту 1 кГц и девиацию 1 кГц. На анализаторе спектра установить настройки для измерения девиации частоты на частоте 50 МГц согласно Руководству по эксплуатации (при этом ширина полосы анализа должна быть примерно $6 \cdot (F_{мод} + F_{дев})$).

Провести измерения $F_{дев,изм}$ и рассчитать погрешность по формуле:

$$\Delta F_{дев} = F_{дев,изм} - F_{дев}$$

Повторить измерения для девиации частоты 1 МГц, модулирующей частоте $F_{мод} = 100$ кГц.

Результаты поверки по данной операции считать положительными, если погрешность измерения Кам не превышает $\pm(0,2 + 0,01 \cdot K_{ам}) \%$, и погрешность измерения девиации частоты не превышает $\pm(0,012 \cdot (F_{mod} + F_{dev}) + 20)$ Гц.

5.14 Определение параметров векторного демодулятора (при наличии опции K70)

Для определения значения вносимой среднеквадратической (СКЗ) ошибки векторной модуляции анализатора спектра, подключить к входу анализатора генератор сигналов векторный.

На анализаторе включить опцию K70, установить настройки для измерения модуляции типа QPSK на частоте несущей 1 ГГц и скоростью модуляции 100 кГц в соответствии с Руководством по эксплуатации.

На генераторе установить генерацию сигнала на частоте 1 ГГц с модуляцией QPSK и скоростью 100 кГц.

Считать измеренное СКЗ векторной ошибки модуляции $\theta_{изм.}$ на экране анализатора во вкладке «Result summary» в строке «EVM RMS» значение «mean». (см. рисунок 7).

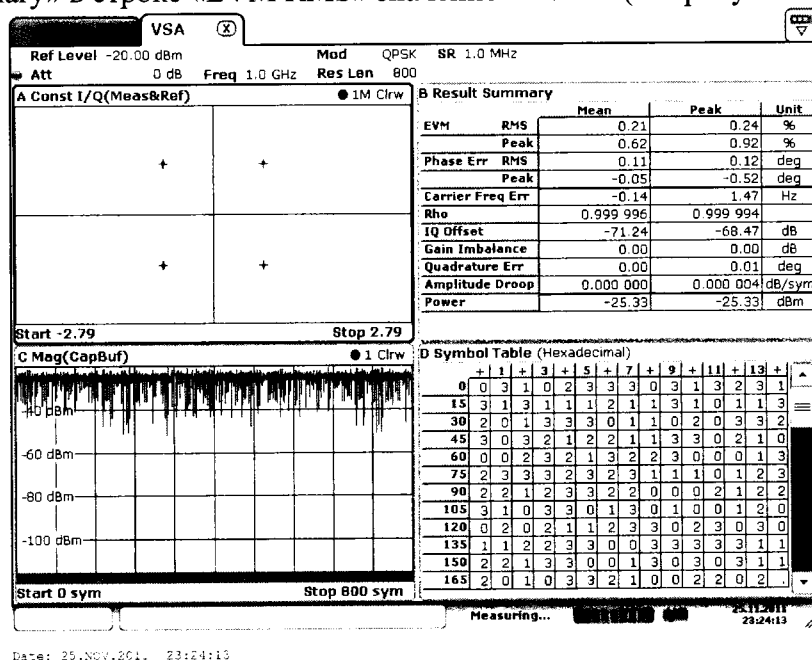


Рисунок 7

Повторить измерения для скорости модуляции 1 МГц, 10 МГц при наличии опции V40 и 20 МГц при наличии опции V160.

Рассчитать остаточное СКЗ векторной ошибки модуляции $\theta_{ост.}$ по формуле:

$$\theta_{ост.} = \sqrt{\theta_{изм.}^2 - \theta_{ген.}^2}, \%$$

где $\theta_{ген.} = 0,8 \%$ - допускаемый предел СКЗ векторной ошибки модуляции генератора SMW200A.

Если измеренное СКЗ векторной ошибки модуляции $\theta_{изм.} < 0,8 \%$, то за остаточное СКЗ векторной ошибки модуляции брать значение $\theta_{ост.} = 0,5 \%$.

Результаты поверки считать положительными, если остаточное СКЗ векторной ошибки модуляции не превышает 0,5 % для скорости модуляции 100 кГц и 1 МГц, 1 % для скорости модуляции 10 МГц, 2 % для скорости модуляции 20 МГц.

5.15 Определение КСВН входа

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

Результаты поверки по данной операции считать положительными, если КСВН входа не превышает значений, указанных в таблице 9.

Таблица 9

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.	2,2
	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 анализаторов спектра FSVA4, FSVA13, FSVA30, FSVA40 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