

УТВЕРЖДАЮ

Руководитель ГЦИ СИ –
Заместитель генерального
директора

ФБУ «Ростест-Москва»

С. В. ДЮКИМОВ

« 30 »



Анализаторы спектра FSV4

**МЕТОДИКА ПОВЕРКИ
МП РТ 1959-2013**

Начальник лаборатории № 441
ФБУ «Ростест-Москва»

С. Э. Баринов

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

Р. А. Осин

г. Москва
2013 г.

ВВЕДЕНИЕ

Настоящая методика распространяется на анализаторы спектра FSV4 (далее - анализаторы), изготавливаемые 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 Подтверждение идентификационных данных ПО	5.3	да	да
4 Определение метрологических характеристик	5.4	да	да
4.1 Определение диапазона рабочих частот, относительной погрешности воспроизведения частоты опорного генератора и абсолютной погрешности измерений частоты	5.4.1	да	да
4.2 Определение среднего уровня собственных шумов	5.4.2	да	да
4.3 Определение абсолютной погрешности измерений уровня гармонического сигнала	5.4.3	да	да
4.4 Определение уровня фазовых шумов	5.4.4	да	нет
4.5 Определение относительного уровня помех, обусловленных гармоническими искажениями второго порядка	5.4.5	да	да
4.6 Определение относительного уровня помех, обусловленных интермодуляционными искажениями третьего порядка	5.4.6	да	да
4.7 Определение КСВН входа	5.4.7	да	да

2 СРЕДСТВА ПОВЕРКИ

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

Таблица 2

Наименование средства поверки	Требуемые технические характеристики средства поверки		Рекомендуемое средство поверки
	Пределы измерений	Пределы допускаемой погрешности	
Стандарт частоты	Частота выходных сигналов 5 МГц, 10 МГц	$\pm 5 \cdot 10^{-10}$ за 1 год	Стандарт частоты рубидиевый GPS - 12RG
Частотомер универсальный	Диапазон частот от 0,001 Гц до 4 ГГц	$\pm 5 \cdot 10^{-10}$ с внешней опорной частотой за 1 год	Частотомер универсальный CNT-90XL
Генератор сигналов	от 9 кГц до 4 ГГц от минус 100 до 10 дБ/мВт	уровень фазовых шумов на 1 ГГц при отстройке 20 кГц не более минус 115 дБн ¹ /Гц	Генератор сигналов R&S SMA100A
Измеритель мощности	от 0 Гц до 4 ГГц от $2 \cdot 10^{-6}$ до $1 \cdot 10^2$ мВт	$\pm 0,15$ дБ	Преобразователь измерительный NRP-Z91
Анализатор цепей	от 10 МГц до 4 ГГц КСВН: от 1,05 до 10	± 5 %	Анализатор электрических цепей векторный ZVA8

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 анализатор, 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 $220 \pm 4,4$;

¹ дБн – дБ относительно несущей

- частота питающей сети, Гц $50 \pm 0,5$.

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 и применяемые средства поверки по его подготовке к измерениям;
- осуществить предварительный прогрев приборов для установления их рабочего режима в течение 30 минут.

5 ПРОВЕДЕНИЕ ПОВЕРКИ

5.1 Внешний осмотр

5.1.1 При проведении внешнего осмотра установить соответствие анализатора следующим требованиям:

- наличие маркировки, подтверждающей тип и заводской номер;
- отсутствии механических повреждений;
- функционировании органов управления и коммутации;
- чистоте гнезд, разъемов и клемм;
- наличии и соответствии документации номиналов предохранителей;
- отсутствии внутри прибора незакрепленных предметов.

Проверить комплектность анализатора в соответствии с руководством по эксплуатации.

5.1.2 Результаты внешнего осмотра считать положительными, если анализатор удовлетворяет вышеперечисленным требованиям, комплектность полная. В противном случае анализатор дальнейшей поверке не подвергается, бракуется и направляется в ремонт.

5.2 Опробование

Провести опробование работы анализатора для оценки его исправности в следующей последовательности.

Подключить анализатор к сети, на передней панели нажать кнопку включения. На экране анализатора должна появиться информация о загрузке операционной системы и программного обеспечения фирмы-изготовителя. После загрузки операционной системы и программного обеспечения на экране анализатора должно появиться меню управления анализатором.

Результаты опробования считать положительными, если при проверке не отображается информация об ошибках.

5.3 Подтверждение идентификационных данных ПО

Идентификационное наименование и номер версии программного обеспечения анализатора отображаются на дисплее прибора во время включения прибора, а также при нажатии Setup - System Info - Versions+Options

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

5.4 Определение метрологических характеристик

5.4.1 Определение диапазона рабочих частот, относительной погрешности воспроизведения частоты опорного генератора и абсолютной погрешности измерений частоты.

Диапазон рабочих частот определить по схеме соединения оборудования, представленной на рисунке 1.

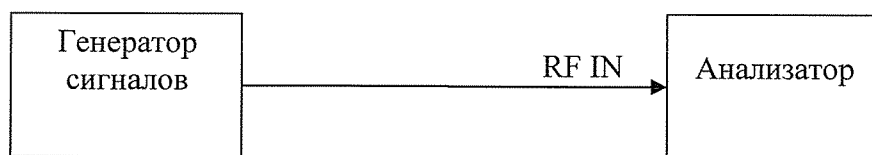


Рисунок 1

Соединить выход генератора сигналов с входом **RF IN** на передней панели анализатора.

Подать сигнал с выхода генератора сигналов на вход анализатора в диапазоне частот от 10 Гц до 4 ГГц. Для частот от 10 Гц до 100 кГц использовать выход источника модулирующих сигналов генератора, а на анализаторе установить режим «открытого» входа.

Измерить анализатором частоты входных сигналов.

Для проверки относительной погрешности воспроизведения частоты опорного генератора собрать схему согласно рисунку 2.

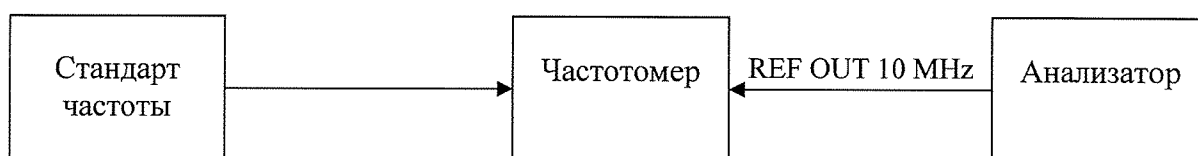


Рисунок 2

Измерить частоту опорного генератора анализатора.

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 3.

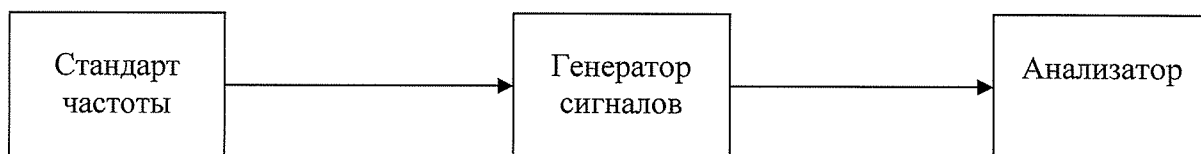


Рисунок 3

Установить выходной уровень сигнала генератора сигналов минус 20 дБ/мВт, частоту выходного сигнала 1 ГГц.

Установить центральную частоту анализатора 1 ГГц, полосу обзора 1 МГц, полосу пропускания 300 кГц, уровень минус 8 дБ/мВт, режим частотомера.

Подать опорный сигнал со стандарта частоты на вход генератора сигналов.

Измерить анализатором 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 анализатором.

Результаты поверки по данной операции считать положительными, если:

- диапазон рабочих частот анализатора составляет от 10 Гц до 4 ГГц;
- значение относительной погрешности воспроизведения частоты опорного генератора не превышает $\pm 1 \cdot 10^{-6}$ или $\pm 1 \cdot 10^{-7}$ (с опцией FSV-B4);
- значение абсолютной погрешности измерений частоты в режиме измерений частоты входного синусоидального сигнала не превышает ± 1 кГц или ± 100 Гц (с опцией FSV-B4).

5.4.2 Определение среднего уровня собственных шумов.

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

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

Таблица 3

Значения среднего уровня собственных шумов, нормализованные к полосе пропускания 1 Гц при ослаблении входного аттенюатора 0 дБ, нагрузке на входе 50 Ом, в полосе пропускания 5 Гц, видеофильтре 5 Гц, нулевой полосе обзора, времени развертки 500 мс, дБ/мВт, не более:	
10 Гц	минус 90
20 Гц	минус 100
100 Гц	минус 110
1 кГц	минус 120
Значения среднего уровня собственных шумов, нормализованные к полосе пропускания 1 Гц при ослаблении входного аттенюатора 0 дБ, нагрузке на входе 50 Ом, в полосе пропускания 1 кГц, дБ/мВт, не более:	
от 9 кГц до 100 кГц	минус 130
от 100 кГц до 1 МГц	минус 145
от 1 МГц до 1 ГГц	минус 152
от 1 ГГц до 3,6 ГГц	минус 150
от 3,6 ГГц до 4 ГГц	минус 148
Значения среднего уровня собственных шумов, нормализованные к полосе пропускания 1 Гц при ослаблении входного аттенюатора 0 дБ, нагрузке на входе 50 Ом в полосе пропускания 1 кГц при включенном предусилителе, дБ/мВт, не более:	
от 100 кГц до 1 МГц	минус 150
от 1 МГц до 1 ГГц	минус 162
от 1 до 3,6 ГГц	минус 160
от 3,6 до 4 ГГц	минус 158

5.4.3 Определение абсолютной погрешности измерений уровня гармонического сигнала

Абсолютную погрешность измерений уровня гармонического сигнала определить по схеме, представленной на рисунке 4.

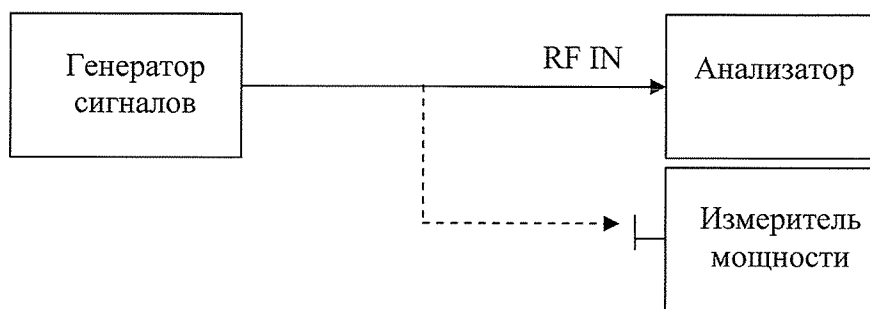


Рисунок 4

На генераторе сигналов установить уровень 0 дБ/мВт и частоту в диапазоне от 9 кГц до 4 ГГц. На анализаторе установить ослабление входного аттенюатора 10 дБ, опорный уровень 10 дБ/мВт. Измерить с помощью отсчетных устройств анализатора уровень входного сигнала и сравнить с показаниями измерителя мощности.

Повторить измерения для уровня сигнала (минус 40 дБ/мВт).

Результаты поверки по данной операции считать положительными, если значение абсолютной погрешности измерений уровня не превышает значений, указанных в таблице 4.

Таблица 4

Диапазон частот	Пределы допустимой абсолютной погрешности измерений уровня, дБ
от 9 кГц до 10 МГц	± 0,4
от 10 МГц до 3,6 ГГц	± 0,3
от 3,6 до 4 ГГц	± 0,4

5.4.4 Определение уровня фазовых шумов

Уровень фазовых шумов определить по схеме, представленной на рисунке 1. Соединить выход опорной частоты генератора с входом **REF IN** на задней панели анализатора.

Установить выходной уровень сигнала генератора сигналов минус 0 дБ/мВт, частоту выходного сигнала 500 МГц.

Установить центральную частоту анализатора 500 МГц, опорный уровень минус 0 дБ/мВт, настройки опорного генератора – внешний, 10 МГц.

В режиме измерения фазовых шумов определить действительные значения среднего уровня фазовых шумов анализатора при отстройках от несущей, указанных в таблице 5.

Результаты поверки по данной операции считать положительными, если значения среднего уровня фазовых шумов не превышают значений, указанных в таблице 5.

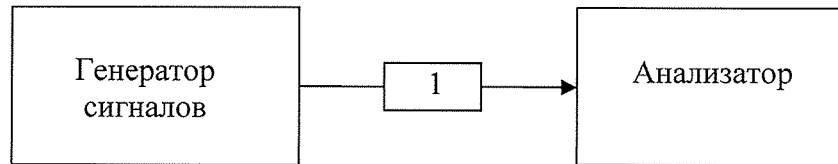
Таблица 5

Значения среднего уровня фазовых шумов относительно уровня несущей при несущей частоте 500 МГц и отстройке от несущей, дБ/Гц, не более:	
100 Гц	минус 84
1 кГц	минус 101
10 кГц	минус 106
100 кГц	минус 115
1 МГц	минус 134
10 МГц	минус 150

5.4.5 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 с частотой f_1 и измерением по отсчетному устройству уровня сигнала на частоте f_1 и $2f_1$ (рисунок 5).

Измерения проводить в полосе частот от 100 МГц до 2 ГГц. Результаты поверки считать положительными, если уровень помех, обусловленных гармоническими искажениями второго порядка, не превысит значений указанных в таблице 6.



1 – фильтр (для подавления $2f_1$)

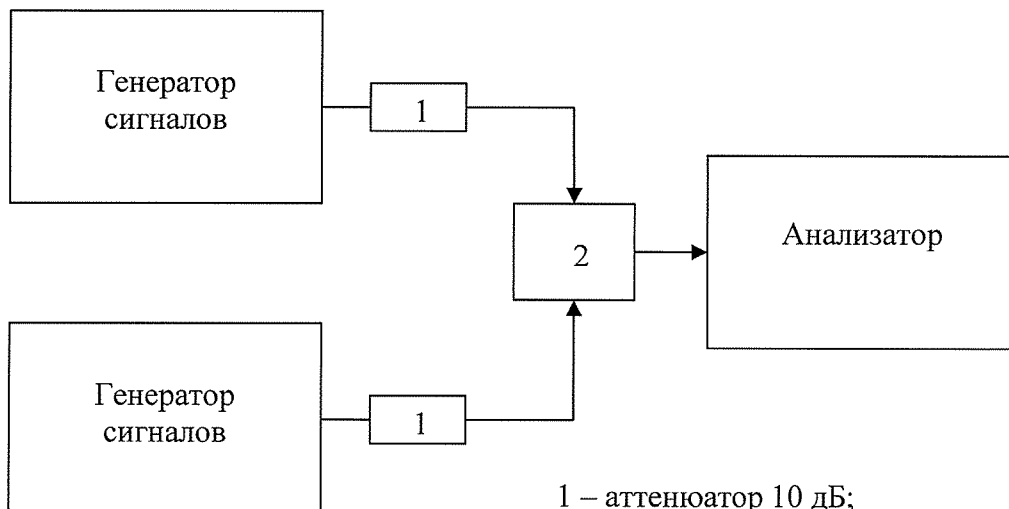
Рисунок 5

Таблица 6

Настройки анализатора	Уровень помех, обусловленных гармоническими искажениями, дБн, не более
Ослабление входного аттенюатора 0 дБ, предусилитель выкл., уровень входного сигнала минус 10 дБ/мВт, диапазон частот от 100 МГц до 2 ГГц	минус 55
Ослабление входного аттенюатора 0 дБ, предусилитель вкл., уровень входного сигнала минус 40 дБ/мВт, диапазон частот от 100 МГц до 2 ГГц	минус 65

5.4.6 Определение относительного уровня помех, обусловленных интермодуляционными искажениями третьего порядка.

Относительный уровень помех, обусловленных интермодуляционными искажениями третьего порядка определить путем подачи на вход анализатора двух синусоидальных сигналов уровнем минус 15 дБ/мВт или минус 45 дБ/мВт (см. табл. 7) с частотами f_1 и f_2 , и измерения анализатором относительного уровня помех, возникших на частотах $2f_1-f_2$ и $2f_2-f_1$ (рисунок 6).



1 – аттенюатор 10 дБ;
2 – тройник из комплекта С4-85.

Рисунок 6

Установить уровни входных сигналов на входе анализатора минус 15 дБ/мВт. Установить расстройку между частотами f_1 и f_2 сигналов 1 МГц.

Установить ослабление входного аттенюатора анализатора 0 дБ, предусилитель выкл. С помощью маркеров провести измерения уровня интермодуляционных искажений, возникших на частотах $2f_2-f_1$ и $2f_1-f_2$, в дБ, относительно уровня основных сигналов на f_1 и f_2 .

Повторить измерения при уровнях сигналов на входе анализатора минус 45 дБ/мВт и включенном предусилителе анализатора.

Результаты поверки по данной операции считать положительными, если уровень помех, обусловленных интермодуляционными искажениями третьего порядка, не превысит значений, указанных в таблице 7.

Таблица 7

Настройки анализатора	Уровень помех, обусловленных интермодуляционными искажениями 3-го порядка, дБн, не более
Ослабление входного аттенюатора 0 дБ, предусилитель выкл., уровень входных сигналов минус 15 дБ/мВт, диапазон частот: от 10 МГц до 100 МГц от 100 МГц до 3,6 ГГц от 3,6 до 4 ГГц	минус 54 минус 56 минус 60
Ослабление входного аттенюатора 0 дБ, предусилитель вкл., уровень входного сигнала минус 45 дБ/мВт, диапазон частот: от 10 МГц до 100 МГц от 100 МГц до 3,6 ГГц от 3,6 до 4 ГГц	минус 84 минус 86 минус 90

5.4.7 Определение КСВН входа анализатора

КСВН входа анализатора измерить с помощью анализатора цепей ZVA8. Анализатор цепей откалибровать по срезу кабеля в соответствии с его руководством по эксплуатации. Кабель подключить к входу анализатора с установленным значением ослабления входного аттенюатора 10 дБ и провести измерения в диапазоне частот от 10 МГц до 4 ГГц.

Результаты поверки по данной операции считать положительными, если КСВН входа анализатора не превышает 1,5 в диапазоне частот до 3,6 ГГц; 2 в диапазоне частот от 3,6 ГГц до 4 ГГц.

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.