

УТВЕРЖДАЮ

**Руководитель ГЦИ СИ
ФГУП «ВНИИФТРИ»**

М. В. Балаханов

« 29 » 10 2009 г.

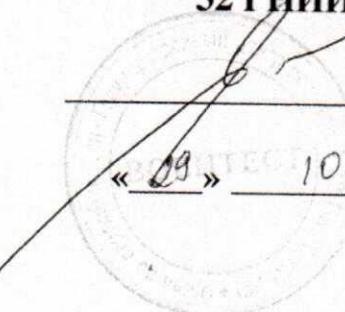


УТВЕРЖДАЮ

**Начальник ГЦИ СИ «Воентест»
32 ГНИИ МО РФ**

С. И. Донченко

« 09 » 10 2009 г.



ИНСТРУКЦИЯ

**Анализаторы спектра R&S FSV3/7/13/30/40
фирмы «Rohde & Schwarz GmbH & Co. KG», Германия**

МЕТОДИКА ПОВЕРКИ

**г. Мытищи,
2009 г.**

1 Введение

1.1 Настоящая методика распространяется на анализаторы спектра R&S FSV3/7/13/30/40 (далее по тексту – анализаторы) и устанавливает порядок проведения первичной и периодической поверки.

1.2 Межповерочный интервал - один год.

2 Операции поверки

2.1 При поверке выполняют операции, представленные в табл. 1.

Таблица 1.

Наименование операции	Номер пункта методики	Проведение операции при	
		ввозе импорта, после ремонта	периодической поверке
1 Внешний осмотр	8.1	да	да
2 Опробование	8.2	да	да
3 Определение метрологических характеристик	8.3	да	да
3.1 Определение диапазона рабочих частот и абсолютной погрешности измерений частоты	8.3.1	да	да
3.2 Определение номинальных значений полос пропускания	8.3.2	да	да
3.3 Определение среднего уровня собственных шумов	8.3.3	да	да
3.4 Определение относительного уровня помех, обусловленных интермодуляционными искажениями третьего порядка	8.3.4	да	да
3.5 Определение относительного уровня помех, обусловленных гармоническими искажениями второго порядка	8.3.5	да	да
3.6 Определение погрешности измерений уровня синусоидальных сигналов	8.3.6	да	да
3.7 Определение неравномерности амплитудно-частотной характеристики	8.3.7	да	да

3 Средства поверки

3.1 При проведении поверки используют средства измерений и вспомогательное оборудование, представленные в табл. 2.

Таблица 2

Наименование и условное обозначение эталонные СИ	Основные технические характеристики эталонных СИ
1	2
Генератор сигнала низкочастотный Г3-122	диапазон частот $10^{-9} \div 2$ МГц, погрешность установки частоты $\pm 5 \cdot 10^{-7}$
Генератор сигнала высокочастотный Г4-139	диапазон частот $0,5 \div 512$ МГц, пределы допускаемой абсолютной погрешности воспроизведения частоты $5 \cdot 10^{-7} \cdot f$

Наименование и условное обозначение эталонные СИ	Основные технические характеристики эталонных СИ
1	2
Генератор сигналов высокочастотный Г4-76А	диапазон частот 0,4÷1,2 ГГц, пределы допускаемой абсолютной погрешности воспроизведения частоты $\pm 10^{-2}$
Генератор сигналов высокочастотный Г4-193	диапазон частот 1÷4 ГГц, погрешность установки частоты $\pm(10^{-2} + 10\text{МГц})$
Генератор сигналов высокочастотный Г4-81	диапазон частот 4,0÷5,6 ГГц, погрешность установки частоты не более $\pm 0,5\%$.
Генератор сигналов высокочастотный Г4-111	диапазон частот 6,0÷17,85 ГГц, погрешность установки частоты не более $\pm 1 \%$.
Синтезатор частоты Г7-14	диапазон частот от 0,02 до 18,0 ГГц, пределы допускаемой погрешности установки частоты $\pm 5 \cdot 10^{-8}$
Ваттметр поглощаемой мощности М3-51	диапазон частот 0,02÷17,85 ГГц, пределы измерений мощности 1 мкВт÷10 мВт
Частотомер электронно-счетный ЧЗ-66	диапазон измеряемых частот 10 Гц÷37,5 ГГц; уровень входных сигналов от 0,02 до 10 мВт; пределы допускаемой абсолютной погрешности воспроизведения частоты встроенного кварцевого генератора $\pm 5 \cdot 10^{-7}$ за 1 год
Вольтметр переменного тока В3-63	диапазон измерения напряжения 0,01÷100В, пределы допускаемой относительной погрешности измерений напряжения $\pm(0,4 \div 2,5) \%$
Микровольтметр В3-59	диапазон частот 10÷100 МГц, погрешность $(0,4 \div 1,5) \%$

3.2 Допускается использование других средств измерений и вспомогательного оборудования, имеющих метрологические и технические характеристики не хуже характеристик приборов, приведенных в табл. 2.

3.3 Все средства поверки должны быть утвержденного типа, исправны и иметь действующие свидетельства о поверке.

4 Требования к квалификации поверителей

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

5 Требования безопасности

5.1 При проведении поверки должны быть соблюдены требования безопасности в соответствии с ГОСТ 12.3.019-80.

5.2 К работе на анализаторе допускаются лица, изучившие требования безопасности по ГОСТ 22261-94 инструкцию по правилам и мерам безопасности и прошедшие инструктаж на рабочем месте.

5.3 Запрещается проведение измерений при отсутствии или неисправности заземления аппаратуры.

6 Условия поверки

6.1 Проверка проводится при следующих условиях:

- температура окружающей среды $(20 \pm 5) ^\circ\text{C}$;
- относительная влажность воздуха $(65 \pm 15) \%$;
- атмосферное давление $(750 \pm 30) \text{ мм рт. ст.}$;
- питание от сети переменного тока:
 - напряжение, В 220 ± 5 ;
 - частота, Гц $50 \pm 0,5$.

7 Подготовка к поверке

При подготовке к поверке выполняют следующие операции:

- проверяют готовность анализатора в целом согласно технической документации фирмы-изготовителя;
- выполнить пробное (10 - 15 мин.) включение анализатора.

8 Проведение поверки

8.1 Внешний осмотр

При проведении внешнего осмотра проверить:

- соответствие анализатора требованиям технической документации фирмы-изготовителя;
- отсутствие механических повреждений и ослабление элементов, сохранность механических органов управления и четкость фиксации их положения, чёткость обозначений, числовую и исправность разъёмов и гнёзд, наличие и целостность предохранителей, печатей и пломб.

8.2 Опробование

8.2.1 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 считаются удовлетворительными, если при проверке не отображается информация об ошибках.

8.3 Определение метрологических характеристик

8.3.1 Определение диапазона рабочих частот и абсолютной погрешности измерений частоты.

Собрать схему, изображенную на рисунке 1.



Рисунок 1

С синтезатора последовательно подать на анализатор сигнал с частотами: 9, 50, 100, 500 кГц; 1, 10, 500 МГц; 1-8 (с шагом 0,5) ГГц. Выходную мощность синтезатора установить 0 дБмВт.

Провести отсчёт показаний измеренной частоты частотометром.

Для проведения измерений анализатором необходимо выполнить следующие действия: нажать программную клавишу «MARKER MODE» (режим маркера), откроется окно выбора режима маркера, ручкой настройки или клавишами управления курсором выбрать в окне пункт «FREQ COUNT» (частотометр), нажать клавишу «ENTER».

Погрешность измерений частоты (Δ_f) вычислить по формуле (1):

$$\Delta_f = f_{изм} - f_r, \quad (1)$$

где $f_{изм}$ – значение частоты, измеренное анализатором;

f_r – значение частоты, измеренное частотометром.

Результаты испытаний считать удовлетворительными, если диапазоны частот анализаторов соответствуют:

для R&S FSV3 - от 20 до $3,6 \cdot 10^9$ Гц;

для R&S FSV7 - от 20 до $7 \cdot 10^9$ Гц;

для R&S FSV13 - от 20 до $13,6 \cdot 10^9$ Гц;

для R&S FSV30 - от 20 до $30 \cdot 10^9$ Гц;

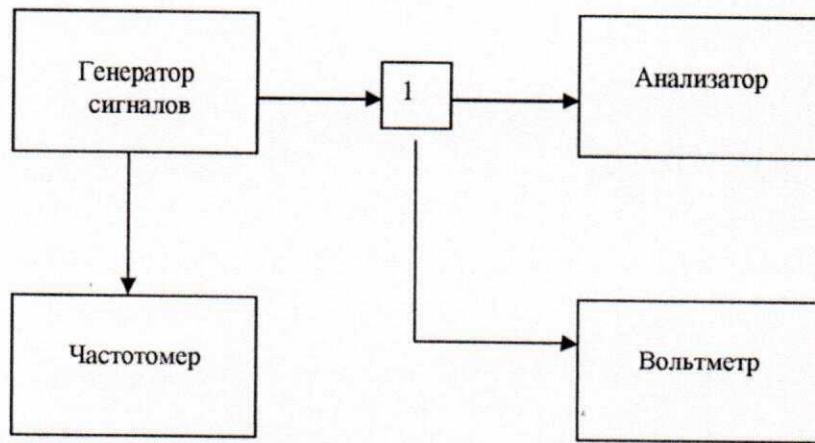
для R&S FSV40 - от 20 до $40 \cdot 10^9$ Гц;

а значения погрешности измерений частоты для всех моделей находятся в пределах $\pm (10^{-6}f + 0,001)$, где f – измеренное анализатором значение частоты.

8.3.2 Определение номинальных значений полос пропускания.

Проверка полос пропускания проводится при помощи средств измерений, воспроизводящих гармонический сигнал с перестраиваемой частотой, методом «постоянного входа».

При измерении с использованием метода «постоянного входа» отметить показания анализатора спектра при постоянном уровне гармонического сигнала на его входе и изменении частоты, используя отсчетные устройства анализатора спектра (рисунок 2).



1 - тройник из комплекта вольтметра

Рисунок 2

В режиме автоматической развертки полосу обзора выбрать такой режим, чтобы в измеряемой полосе пропускания на заданном уровне укладывалось не менее трех масштабных отметок частотной шкалы. Уровень отклика выбрать равным максимальному значению шкалы отсчетного устройства анализатора спектра при нулевом положении отсчетных аттенюаторов. Уменьшая и увеличивая частоту сигнала относительно резонансной частоты установить амплитуды откликов на уровень ослабления 3 дБ (или 6 дБ) и зафиксировать показания частотомера (f_1 и f_2).

Изменением частоты генератора максимум отклика совместить с масштабной отметкой в центре экрана. Уменьшая и увеличивая частоту генератора фиксировать частоты (f_1 и f_2), при которых амплитуда отклика, размещенного в центре экрана, будет ослаблена до уровня минус 3 дБ (минус 6 дБ) (рисунок 3).

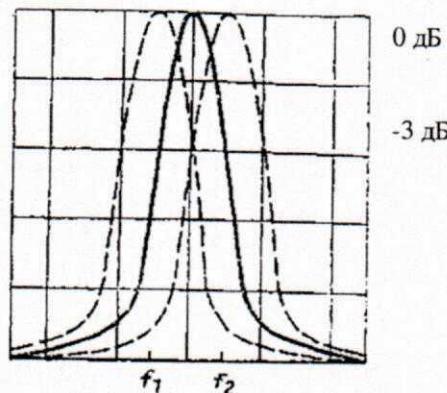


Рисунок 3

Для исключения динамических искажений отклика сигнала скорость развертки следует уменьшать до тех пор, пока амплитуда отклика перестанет увеличиваться.

Полосы пропускания в Гц вычислить по формуле:

$$P_{3 \text{ дБ}} = f_1 - f_2.$$

Результаты испытаний считать удовлетворительными, если значения полос пропускания составляют:

на уровне минус 3 дБ:

от 1 Гц до 28 МГц (дискретно с шагом 1/2/3/5);
для диапазона частот менее 7 ГГц с опцией В70 - 40 МГц;
на уровне минус 6 дБ: 200 Гц, 9, 120 кГц, 1 МГц.

8.3.3 Определение среднего уровня собственных шумов.

Средний уровень собственных шумов определить измерением уровня с усреднением показаний отсчетных устройств анализатора спектра в полосе пропускания 1 кГц при отсутствии сигнала на входе анализатора спектра при подключении на вход анализатора спектра согласованной нагрузки Э9-159.

Результаты испытаний считать удовлетворительными, если средний уровень собственных шумов анализаторов спектра не превысит значений, указанных в таблице 1.

Таблица 1

Диапазон частот	Значения среднего уровня собственных шумов, дБмВт
предусилитель = ВЫКЛ.	
FSV3/7	
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 6 ГГц	минус 148
от 6 ГГц до 7 ГГц	минус 146
FSV13/30	
от 9 кГц до 100 кГц	минус 130
от 100 кГц до 1 МГц	минус 145
от 1 МГц до 1 ГГц	минус 151
от 1 ГГц до 3,6 ГГц	минус 149
от 3,6 ГГц до 6 ГГц	минус 146
от 6 ГГц до 7,4 ГГц	минус 144
от 7,4 ГГц до 15 ГГц	минус 148
от 15 ГГц до 30 ГГц	минус 144
FSV40	
от 9 кГц до 100 кГц	минус 130
от 100 кГц до 1 МГц	минус 145
от 1 МГц до 1 ГГц	минус 151
от 1 ГГц до 3,6 ГГц	минус 149
от 3,6 ГГц до 6 ГГц	минус 146
от 6 ГГц до 7,4 ГГц	минус 144
от 7,4 ГГц до 15 ГГц	минус 145
от 15 ГГц до 34 ГГц	минус 142
от 34 ГГц до 40 ГГц	минус 136
предусилитель = ВКЛ. (опция В22)	
FSV3/7	
от 100 кГц до 1 МГц	минус 150
от 1 МГц до 1 ГГц	минус 162
от 1 ГГц до 3,6 ГГц	минус 160
от 3,6 ГГц до 6 ГГц	минус 158
от 6 ГГц до 7 ГГц	минус 156

FSV13/30/40	
от 100 кГц до 1 МГц	минус 145
от 1 МГц до 20 МГц	минус 155
от 20 МГц до 1 ГГц	минус 161
от 1 ГГц до 3,6 ГГц	минус 159
от 3,6 ГГц до 6 ГГц	минус 156
от 6 ГГц до 7 ГГц	минус 154
предусилитель = ВЫКЛ. (опция В29)	
FSV3/7/13/30/40	
10 Гц	минус 90
20 Гц	минус 100
100 Гц	минус 110
1 кГц	минус 120

8.3.4 Определение относительного уровня помех, обусловленных интермодуляционными искажениями третьего порядка

Относительный уровень помех, обусловленных интермодуляционными искажениями третьего порядка определить путем подачи на вход анализатора спектра двух гармонических сигналов с частотами f_1 и f_2 и измерения анализатором спектра относительного уровня помех, возникших на частотах $2f_1-f_2$ и $2f_2-f_1$ (рисунок 4).

Установить уровни входных сигналов A_0 минус 15 дБмВт. Расстройка между частотами f_1 и f_2 сигналов должна соответствовать указанной в технической документации на анализатор спектра, а полоса пропускания анализатора спектра устанавливается такой, при которой уровень собственных шумов на 10-15 дБ меньше нормированного уровня помех.

Относительный уровень помех, обусловленных интермодуляционными искажениями вычислить в децибелах по формуле:

$$D = B \cdot \lg (A_1/A_2), \quad (4)$$

где: B - коэффициент, равный 20 при измерении напряжения и 10 при измерении мощности;

A_1 и A_2 - показания отсчетного устройства анализатора спектра, соответственно при измерении сигнала A_0 и отклика от максимальной из помех, возникших на частотах $2f_2-f_1$ и $2f_1-f_2$, в децибелах.

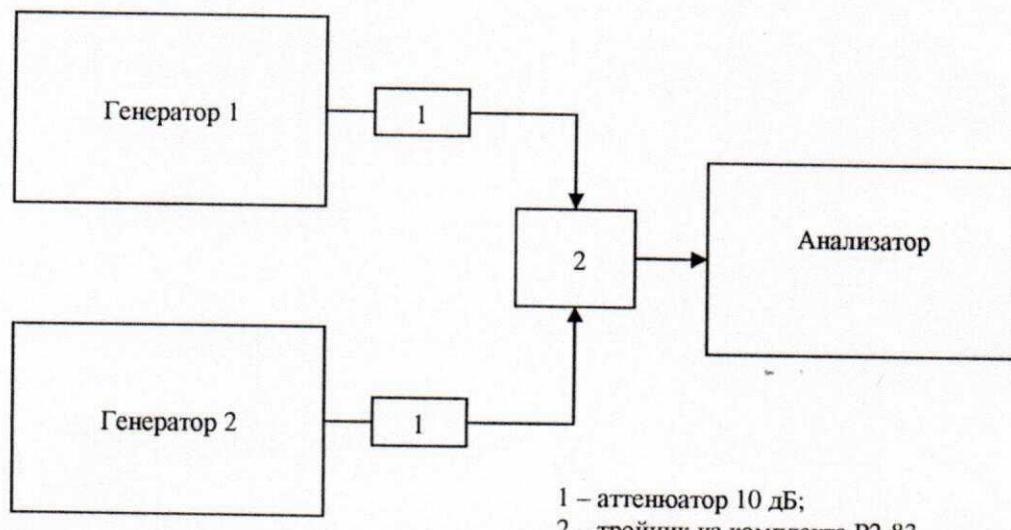


Рисунок 4

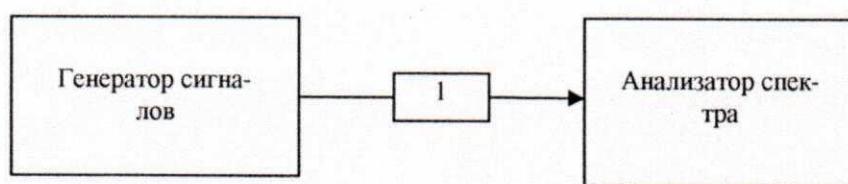
Результаты испытаний считать удовлетворительными, если уровень помех, обусловленных интермодуляционными искажениями третьего порядка не превысит значений, указанных в таблице 2.

Таблица 2

Диапазон частот	Уровень помех, дБмВт , не более
от 300 МГц до 3,6 ГГц	минус 60
от 3,6 ГГц до 40 ГГц	минус 54

8.3.5 Определение относительного уровня помех, обусловленных гармоническими искажениями второго порядка

Относительный уровень помех, обусловленных гармоническими искажениями второго порядка определить путем подачи на вход анализатора спектра гармонического сигнала уровнем минус 10 дБмВт с частотой f_1 и измерением по отсчетному устройству анализатора спектра уровня сигнала на частоте $2f_1$ (рисунок 5).



1 – аттенюатор 10 дБ

Рисунок 5

Результаты испытаний считать удовлетворительными, если уровень помех, обусловленных гармоническими искажениями второго порядка не превысит значений, указанных в таблице 3.

Таблица 3

Диапазон частот	Уровень помех, дБмВт , не более
от 20 Гц до 3,5 ГГц	минус 55
от 3,5 ГГц до 20 ГГц	минус 100

8.3.6 Определение погрешности измерений уровня синусоидального сигнала.

Погрешность измерений уровня гармонического сигнала на фиксированной частоте определить путем подачи на вход анализатора сигнала с генератора сигналов. Уровень сигнала на выходе генератора контролируется ваттметром МЗ-51. Выходной уровень с выхода генератора последовательно на каждой частотной точке устанавливается на следующие значения: минус 10 дБм; 0 дБм; 3 дБм. Погрешность определяется как разница значений мощности, измеренных при помощи анализатора и при помощи ваттметра.

Результаты испытаний считать удовлетворительными, если максимальное значение погрешности измерений уровня входного синусоидального сигнала не превысит значений, указанных в таблице 4.

Таблица 4

Диапазон частот	Абсолютная погрешность измерения уровня, дБ
от 9 кГц до 10 МГц	0,39
от 10 МГц до 3,6 ГГц	0,28
от 3,6 до 7 ГГц	0,39
от 7 до 13,6 ГГц	1
от 13,6 до 30 ГГц	1,32
от 30 до 40 ГГц	1,65

8.3.7 Определение неравномерности АЧХ

Неравномерность АЧХ в установленной полосе частот определять методом «постоянного входа».

Уровень входного гармонического сигнала поддерживать постоянным при помощи измерителя напряжения (мощности) (рисунок 6), а отсчет производить по соответствующим устройствам анализатора.

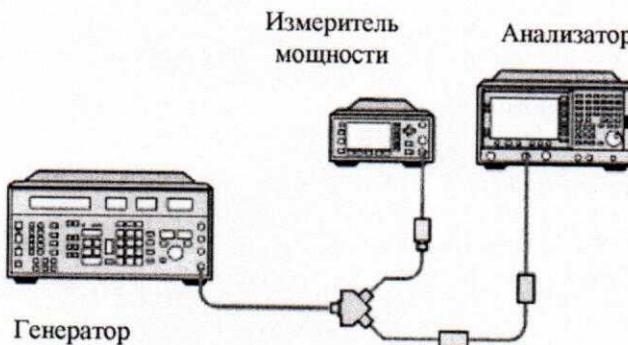


Рисунок 6

Неравномерность АЧХ $\delta_{A\chi}$ вычислять по формуле:

$$\delta_{A\chi} = \pm \frac{1}{2} B \lg \frac{A_{\max}}{A_{\min}},$$

где: В - коэффициент, равный 20 при измерении напряжения и 10 при измерении мощности;

A_{\max} и A_{\min} - максимальное и минимальное показания выходного измерительного устройства АС при изменении частоты входного сигнала в полосе частот в децибелах.

Результаты испытаний считать удовлетворительными, если результаты измерений неравномерности АЧХ не превышают следующих значений, указанных в таблице 5.

Таблица 5

Частота	Неравномерность АЧХ
от 9 кГц до 10 МГц	0,5
от 10 МГц до 3,6 ГГц	0,3
от 3,6 до 7 ГГц	0,5
от 7 до 13,6 ГГц	1,5
от 13,6 до 30 ГГц	2
от 30 до 40 ГГц	2,5

9 Оформление результатов поверки

9.1 При положительных результатах поверки оформляется Свидетельство о поверке с указанием полученных метрологических и технических характеристик, которое выдаётся владельцу анализатора.

9.2 При отрицательных результатах поверки анализатор бракуется и отправляется в ремонт, на анализатор выдаётся извещение о непригодности к применению с указанием причин.

Начальник отдела ГЦИ СИ «Воентест»
32 ГНИИ МО РФ



O.B. Каминский

Научный сотрудник ГЦИ СИ «Воентест»
32 ГНИИ МО РФ



A.A. Калинин

Начальник НО-1 ФГУП «ВНИИФТРИ»

B.З. Маневич

Начальник ИЛ СИ ВН «НавТест»



A.V. Ефимов