

УТВЕРЖДАЮ

Руководитель ГЦИ СИ -  
заместитель генерального директора  
ФГУП «ВНИИФТРИ»



М.Б. Балаханов

2009 г.

УТВЕРЖДАЮ

Начальник ГЦИ СИ «Воентест»  
32 ГНИИ МО РФ



С.И. Донченко

«15» 12 2009 г.

## ИНСТРУКЦИЯ

Анализаторы спектра H600 RFhawk и SA2600  
фирмы «Tektronix, Inc.», США

## МЕТОДИКА ПОВЕРКИ

г. Мытищи,  
2009 г.

Настоящая методика поверки распространяется на анализаторы спектра H600 RFHawk и SA2600 (далее – анализаторы) производства компании «Tektronix, Inc.» (США) и устанавливает методы и средства их первичной и периодической поверок.

Межповерочный интервал - один год.

### 1 ОПЕРАЦИИ ПОВЕРКИ

При проведении поверки должны быть выполнены операции, указанные в таблице 1.

Таблица 1

Наименование операций	Номер пункта методики	Проведение операции при	
		ввозе импорта (после ремонта)	периодической поверке
Внешний осмотр	7.1	Да	Да
Опробование	7.2	Да	Да
Определение метрологических характеристик	7.3	Да	Да
Определение относительной погрешности измерений частоты входного сигнала	7.3.1	Да	Да
Определение уровня фазового шума	7.3.2	Да	Да
Определение абсолютной погрешности измерений амплитуды	7.3.3	Да	Да
Определение уровня интермодуляционных искажений 3-го порядка	7.3.4	Да	Да
Определение уровня гармонических искажений 2-го порядка	7.3.5	Да	Да
Определение уровня собственных шумов анализатора	7.3.6	Да	Да

## 2 СРЕДСТВА ПОВЕРКИ

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

Таблица 2

Наименование и условное обозначение эталонные СИ	Основные технические характеристики эталонных СИ
Генератор сигналов низкочастотный ГЗ-120	диапазон частот от 5 Гц до 500 кГц, пределы допускаемой погрешности установки частоты $\pm(3+30/f)\%$ (где $f$ – частота сигнала) в диапазоне от 5 Гц до 300 кГц и $\pm 5 \%$ в диапазоне от 300 до 500 кГц
Генератор сигнала высокочастотный Г4-139	диапазон частот 0,5÷512 МГц, пределы допускаемой абсолютной погрешности воспроизведения частоты $\pm 5 \cdot 10^{-7}$
Генератор сигналов высокочастотный Г4-76А	диапазон частот 0,4÷1,2 ГГц, пределы допускаемой абсолютной погрешности воспроизведения частоты $\pm 10^{-2}$
Генератор сигналов высокочастотный Г4-80	диапазон частот 1,16÷1,78 ГГц, пределы допускаемой погрешности установки частоты $\pm 0,5 \%$ .
Генератор сигналов высокочастотный Г4-81	диапазон частот 1,78÷2,56 ГГц, пределы допускаемой погрешности установки частоты $\pm 0,5 \%$ .
Генератор сигналов высокочастотный Г4-82	диапазон частот 2,56÷4,0 ГГц, пределы допускаемой абсолютной погрешности воспроизведения частоты $\pm 5 \cdot 10^{-3}$
Генератор сигналов высокочастотный Г4-83	диапазон частот 4,0÷5,6 ГГц, пределы допускаемой погрешности установки частоты $\pm 0,5 \%$ .
Генератор сигналов высокочастотный Г4-111	диапазон частот 6,0÷17,85 ГГц, пределы допускаемой погрешности установки частоты $\pm 1 \%$ .
Ваттметр поглощаемой мощности МЗ-51	диапазон частот 0,02÷17,85 ГГц, диапазон 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
Набор мер КСВН и полного сопротивления 1 разряда ЭК9-140	диапазон частот от 0,02 до 4 ГГц, пределы допускаемой погрешности поверки по КСВН $\pm 1 \%$
Вольтметр переменного тока ВЗ-63	диапазон измерения напряжения 0,01÷100 В, пределы допускаемой относительной погрешности измерений напряжения $\pm (0,4 \div 2,5) \%$
Микровольтметр ВЗ-59	диапазон частот 10÷100 МГц, пределы допускаемой погрешности измерения напряжения $\pm (0,4 \div 1,5) \%$

Наименование и условное обозначение эталонные СИ	Основные технические характеристики эталонных СИ
Делитель напряжения ДН-1	диапазон рабочих частот 0 – 7 ГГц, коэффициент ослабления от 0 до 41 дБ, дискретность перестройки 1 дБ, пределы допускаемой погрешности установки ослабления не более $\pm 0,2$ дБ

2.2 Применяемые при поверке по настоящей методике в качестве рабочих эталонов приборы должны быть поверены и иметь отметку в свидетельствах о возможности их применения в качестве рабочих эталонов.

2.3 При проведении поверки допускается использование эталонных средств измерений, соответствующих по своим метрологическим и техническим характеристикам, указанным в таблице 2.

### 3 ТРЕБОВАНИЯ К КВАЛИФИКАЦИИ ПОВЕРИТЕЛЕЙ

3.1 К проведению поверки могут быть допущены лица, имеющие высшее или средне-техническое образование, практический опыт в области радиотехнических измерений и квалификацию поверителя.

### 4 ТРЕБОВАНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ

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

### 5 УСЛОВИЯ ПОВЕРКИ

5.1 При проведении поверки должны быть соблюдены нормальные условия, установленные ГОСТ 8.395-78, ГОСТ 22261-94 и тех. документацией компании «Tektronix, Inc.» относительно температуры окружающего воздуха ( $23 \pm 5$ ) °С.

### 6 ПОДГОТОВКА К ПОВЕРКЕ

6.1 Поверитель должен изучить технические описания и руководства по эксплуатации поверяемого прибора и используемых средств поверки.

6.2 Поверяемый прибор и используемые средства поверки должны быть заземлены и прогреты под током в течение времени, указанного в РЭ.

### 7 ПРОВЕДЕНИЕ ПОВЕРКИ

#### 7.1 Внешний осмотр

7.1.1 При проведении внешнего осмотра проверить:

- чистоту и исправность разъемов и гнезд;
- наличие предохранителей;
- отсутствие механических повреждений корпуса и ослабления;
- крепления элементов конструкции (определяется на слух при наклонах анализатора);
- сохранность органов управления, четкость фиксации их положения;
- комплектность.

Анализатор, имеющие дефекты, бракуют.

## 7.2 Опробование

Опробование состоит из проверок функционирования ряда элементов анализатора и процедур самотестирования и диагностики.

7.2.1 Включить питание анализатора, нажав кнопку **On/Standby**, и убедиться в том, что функционирует охлаждающий вентилятор. При неработающем вентиляторе пользоваться анализатором запрещается.

7.2.2 Проверить функционирование сенсорного экрана, для чего:

- убедиться в том, сенсорный экран включен (кнопка Touch Screen Off не подсвечена);
- коснуться пальцем нескольких наименований на экране (например, RBW или SPAN) и убедиться в том, что они активируются при прикосновении.

7.2.3 Проверить прохождение процедуры самотестирования при включении питания анализатора:

1) Открыть страницу диагностики, выбрав пункт **Diagnostics** в меню **Tools**.

2) Выбрать вкладку **Power-On Self Tests** и убедиться в том, что все тесты прошли успешно.

7.2.4 Запустить процедуру полной диагностики поверяемого прибора:

1) Выбрать вкладку **Diagnostics**.

2) Выбрать пункты **All Modules, All Tests** в верхней части списка.

3) Коснуться кнопки **RUN**. Диагностические тесты отнимут некоторое время и некоторые из них являются интерактивными:

а) Диагностический драйвер источника шума 28VDC попросит поверителя измерить выход источника шума на задней панели анализатора.

- Проверить вольтметром, что напряжение составляет  $28 \pm 1$  В.

б) Диагностическая проверка светодиодов даст запрос поверителю проверить, что все подсвеченные светодиоды включены:

- Сопоставить подсвеченные светодиоды на диагностическом дисплее с кнопками на передней панели.

• Нажать каждую клавишу на передней панели. Соответствующие клавиши на диагностическом дисплее должны стать зелеными. Проверить, что каждая клавиша опознана.

- Кликнуть кнопкой **PASS** или **FAIL** по завершении операции.

в) Испытательная процедура пикселей дисплея сделает запрос относительно поиска видео проблем на испытательной структуре:

- Проверить Зеленый экран на склеенные или пропущенные пиксели. Всякие нажатия клавиш, клики или прикосновения будут приводить к следующему виду экрана.

• Повторить то же с Красным экраном, Синим экраном и Серым экраном. Выбрать **Yes** или **No**, когда диалоговое окно испытаний ЖКД запросит: «Вы нашли какие-либо видео проблемы?»

4) Когда все диагностические тесты будут завершены, проверить наличие оценочной отметки рядом с наименованием каждого объекта диагностики. Наличие индекса X вместо оценочной отметки указывает на отрицательный результат диагностики.

5) Вызвать информационную таблицу **Diagnostics Failure** и проверить отсутствие информации об отрицательных результатах диагностики.

7.2.5 Перед проведением проверки нормированных метрологических характеристик необходимо провести настройку поверяемого анализатора.

- 1) Выбрать **Alignments** в меню **Tools**. Откроется диалоговый бокс настройки.
  - 2) Выбрать **Align Now**. Процесс настройки займет несколько минут.
  - 3) Проверить, что нет сообщений об отрицательных результатах настройки.
- Приборы, не прошедшие опробование, бракуют.

### 7.3 Определение метрологических характеристик

#### 7.3.1 Определение относительной погрешности измерений частоты входного сигнала

7.3.1.1 Поверку проводить по схеме соединения оборудования, показанной на рисунке 1.

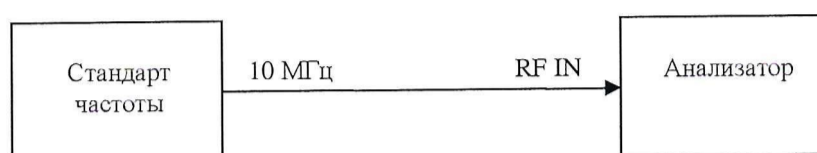


Рисунок 1

7.3.1.2 Соединить выход стандарта частоты с входом **RF IN** верхней панели анализатора.

7.3.1.3 С стандарта частоты подать на вход анализатора частоту 10 МГц.

7.3.1.4 Измерить анализатором частоту входного сигнала ( $f_{изм}$ ).

7.3.1.5 Погрешность измерений частоты ( $\Delta f$ ) вычислить по формуле (1):

$$\Delta f = (f_{изм} - 1 \cdot 10^7) / 1 \cdot 10^7. \quad (1)$$

Результаты поверки считать положительными, если относительная погрешность измерений частоты входного сигнала находится в пределах  $\pm 0,5 \cdot 10^{-6}$ . В противном случае анализатор бракуется и направляется в ремонт.

#### 7.3.2 Определение уровня фазового шума

7.3.2.1 Соединить ВЧ выход генератора с ВЧ входом (RF IN) поверяемого анализатора с помощью 50-омного N-N кабеля (Рисунок 2).

7.3.2.2 Установить анализатор на заводские настройки, нажав клавишу **Preset**, или выбрав **Preset** из меню **Setup**.



Рисунок 2

7.3.2.3 Выполнить на поверяемом приборе следующие установки:

Center Frequency.....1000 MHz  
 Span.....100 kHz  
 Ref Level.....5 dBm

7.3.2.4 Установить на поверяемом приборе режим однократных измерений:

- а) Выбрать программную клавишу **ACQ**.
- б) Выбрать **Single** из всплывающего меню **RUN**.

7.3.2.5 Выбрать вкладку **Traces** в меню **Settings** и установить на 100 усреднений:

Trace:.....Trace 1  
 Detection:.....+Peak  
 Function:.....Average  
 Averages.....100

7.3.2.6 На ВЧ генераторе установить частоту 1000 МГц и амплитуду 5 dBm.

7.3.2.7 Включить опорный маркер MR (Reference Marker) и маркер M1 (Marker 1), а затем установить их для дельта-операции; установить шумовой режим (Noise Mode).

- а) Выбрать **Define Markers** в меню **Markers**.
- б) Выбрать программную клавишу **Add**, чтобы добавить MR маркер.
- в) Выбрать снова программную клавишу **Add**, чтобы добавить маркер M1.
- г) Выбрать **Delta** из всплывающего меню **Readouts**.
- д) Выбрать кнопку **Settings**, кликнуть вкладку **Prefs** и затем выбрать **Marker Noise**

**Mode.**

7.3.2.8 Выбрать опорный маркер MR и коснуться программной клавиши **Peak**, чтобы установить маркер MR на пик несущей частоты (1 ГГц).

7.3.2.9 Подстроить амплитуду выходного сигнала ВЧ генератора так, чтобы пик сигнала находился в пределах 1 дБ от верхнего края экрана.

7.3.2.10 Установить на анализаторе значения полосы обзора, указанные в таблице 3.

7.3.2.11 Повторить следующие шаги для каждой установки полосы обзора:

- а) Нажать клавишу **Run**.
- б) Установить маркер M1 на смещенную частоту, указанную в таблице 3. Это должно расположить маркер между центральной частотой ( $F_{Ц}$ ) и правым краем дисплея.
- в) Занести измеренные значения уровня фазового шума по показаниям дельта-маркера (правый верхний угол экрана) в третий столбец таблицы 3.

Таблица 3

Полоса обзора	Смещение частоты (положение M1)	Измеренное значение фазового шума, dBc/Hz	Предельное значение уровня шума, dBc/Hz
40 кГц	$F_{Ц} + 10$ кГц		минус 95
80 кГц	$F_{Ц} + 20$ кГц		минус 95
120 кГц	$F_{Ц} + 30$ кГц		минус 95
400 кГц	$F_{Ц} + 100$ кГц		минус 97
4 MHz	$F_{Ц} + 1$ МГц		минус 110

Результаты поверки считать положительными, если измеренные значения уровня фазового шума ниже пределов, указанных в таблице 3. В противном случае анализатор бракуется и направляется в ремонт.

### 7.3.3 Определение абсолютной погрешности измерения мощности

7.3.3.1 Соединить ВЧ генератор, делитель мощности, измеритель мощности МЗ-51 и анализатор, как показано на рисунке 3. Если проверяется опция 01 с включенным предусилителем, то ко входу анализатора подсоединяется внешний аттенюатор 30 дБ.

Одно плечо делителя мощности подсоединяется непосредственно к ВЧ входу анализатора (или к аттенюатору 30 дБ) через переходник (без кабеля), другое плечо соединяется с датчиком измерителя МЗ-51.

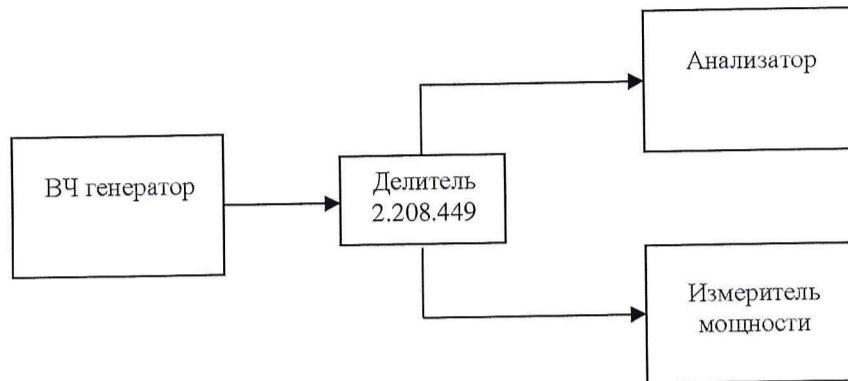


Рисунок 3

7.3.3.2 Установить уровень внутреннего аттенюатора анализатора на 10 dB:

- а) Выбрать пункт **Amplitude** из меню **Setup**.
- б) Щелкнуть кнопку **Manual** в разделе **Internal attenuator**.
- в) Установить аттенюатор на 10 dB.

7.3.3.3 Выбрать вкладку **Traces** в меню **Settings** и установить на 10 усреднений:

Trace:.....Trace 1  
 Detection:.....+Peak  
 Function:.....Average  
 Averages.....10

7.3.3.4 Установить на ВЧ генераторе частоту и уровень выходного сигнала согласно табл.

4.

7.3.3.5 Разность показаний измерителя мощности и анализатора есть абсолютная погрешность измерения мощности входного сигнала.



Таблица 4

Несущая частота, ГГц	Предусилитель	Полоса пропускания анализатора, кГц	Диапазон мощности сигнала, дБм	Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений мощности
От 0,001 до 3,2	Выкл.	Менее 100	От минус 60 до 20	1,2
		Не менее 100	От минус 40 до 20	
От 0,01 до 3,2	Вкл.	Менее 100	От минус 75 до минус 60	2,4
		Не менее 100	От минус 55 до минус 40	
От 3,2 до 6,2	Выкл.	Менее 100	От минус 50 до 20	1,8
		Не менее 100	От минус 40 до 20	
	Вкл.	Менее 100	От минус 75 до минус 50	3,0
		Не менее 100	От минус 55 до минус 40	

Результаты поверки считать положительными, если значение погрешности лежит в пределах, указанных в таблице 4. В противном случае анализатор бракуется и направляется в ремонт.

### 7.3.4 Определение уровня интермодуляционных искажений 3-го порядка

7.3.4.1 Соединить генераторы синусоидальных сигналов, смеситель сигналов и поверяемый анализатор, как показано на рисунке 4.

7.3.4.2 Сделать на анализаторе следующие установки:

Reference Level.....0 dBm  
Span.....10 kHz  
RBW.....Auto  
Attenuator.....0 dB  
Pream.....OFF (только опция 01)  
Averaging.....10

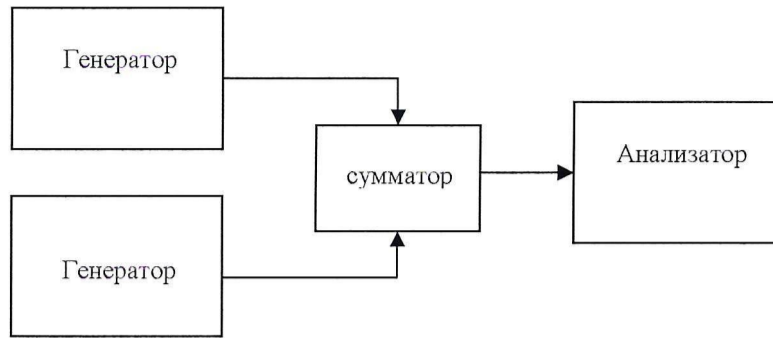


Рисунок 4

7.3.4.3 Нажать кнопку **Settings** и затем выбрать вкладку **BW**.

7.3.4.4 Выбрать пункт **Maximum Dynamic Range** в всплывающем меню **RF & IF Optimization**.

7.3.4.5 Установить частоту выходного сигнала первого генератора  $f_1$ , частоту второго генератора  $f_2$ .

7.3.4.6 Установить центральную частоту анализатора  $f_1$  и использовать показания маркера пика, чтобы установить выходной уровень первого генератора на дисплее 0 dBm.

7.3.4.7 Установить центральную частоту анализатора  $f_2$  и использовать показания маркера пика, чтобы установить выходной уровень второго генератора на дисплее пика, чтобы установить выходной уровень первого генератора на дисплее 0 dBm.

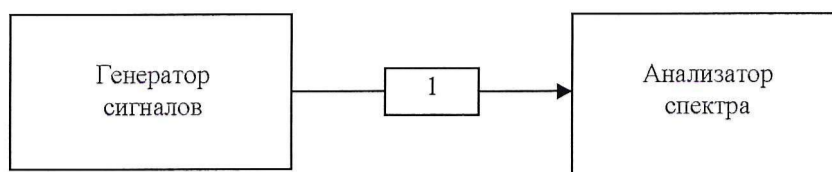
7.3.4.8 Установить центральную частоту анализатора  $2f_1-f_2$  и использовать амплитудный маркер, чтобы определить уровень амплитуды. Записать эту амплитуду.

7.3.4.9 Установить центральную частоту анализатора  $2f_2-f_1$  и использовать амплитудный маркер, чтобы определить уровень амплитуды. Записать эту амплитуду.

Результаты поверки считать положительными, если наибольшее из этих двух показаний будет меньше -70 dBc. В противном случае анализатор бракуется и направляется в ремонт.

### 7.3.5 Определение уровня гармонических искажений 2-го 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 анализатора уровня сигнала на частоте  $2f_1$  (рисунок 5).



1 – аттенуатор 10 дБ

Рисунок 5

Результаты поверки считать положительными, если уровень помех, обусловленных гармоническими искажениями второго порядка не превысит минус 56 дБн.

### 7.3.6 Определение уровня собственных шумов анализатора

7.3.6.1 Подключить к ВЧ входу анализатора согласованную коаксиальную нагрузку 50 Ом.

7.3.6.2 Установить анализатор на заводские настройки, нажав кнопку **Preset** на передней панели или выбрав **Preset** из меню **Setup**.

7.3.6.3 На анализаторе выполнить следующие установки:

Reference Level.....-50 dBm  
 Center Frequency.....9 kHz  
 Span.....100 kHz  
 RBW.....1 kHz  
 Averages.....100  
 Attenuator.....0 dB  
 Preamp (только опция 01).....OFF

7.3.6.4 Установить маркеры на работу в шумовом режиме:

- а) Нажать кнопку **Markers** на передней панели или выбрать соответствующую программную клавишу.
- б) Выбрать программную клавишу **Define**.
- в) Выбрать программную клавишу **Add**, чтобы включить опорный маркер MR.
- г) Установить опорный маркер на 0 Hz.
- д) Выбрать снова программную клавишу **Add**, чтобы добавить маркер M1.
- е) Нажать кнопку **Settings**, открыть вкладку **Prefs** и затем выбрать бокс **Marker Noise Mode**.

7.3.6.5 На анализаторе установить поочередно центральные частоты, указанные в таблице 5, и использовать маркер M1, чтобы измерить уровень шума на каждой центральной частоте в дБм.

Таблица 5

Диапазоны частот	Средний уровень собственных шумов, дБм, не более
от 10 МГц до 2 ГГц	минус 153
от 2 до 4 ГГц	минус 152
от 4 до 5 ГГц	минус 151
от 5 до 6,2 ГГц	минус 145

Результаты поверки считать положительными, если максимальные измеренные уровни собственных шумов в частотных диапазонах не превысят значений, указанных в таблице 5. В противном случае анализатор бракуется и направляется в ремонт.

## 8 ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ

8.1 При выполнении операций поверки оформляются протоколы по произвольной форме.

8.2 Результаты поверки оформляются путем выдачи "Свидетельства о поверке" или "Извещения о непригодности" в соответствии с ПР 50.2.006-94.

Начальник отдела  
ГЦИ СИ «Воентест» 32 ГНИИИ МО РФ



О.В. Каминский

Начальник лаборатории  
ГЦИ СИ «Воентест» 32 ГНИИИ МО РФ



А.А. Калинин

Начальник НИО-1 ГЦИ СИ ФГУП «ВНИИФТРИ»



В.З. Маневич