

УТВЕРЖДАЮ

Руководитель ГЦИ СИ –
Заместитель генерального директора –
ФГУ «Ростест-Москва»


А.С. ЕВДОКИМОВ

« 6 » *сентября* 2011 г.

Анализаторы спектра низкочастотные
R&S UPV

МЕТОДИКА ПОВЕРКИ
МП РТ 1598-2011

Начальник лаборатории №441
ФГУ «Ростест-Москва»



В. М. Барabanщиков

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



Р. А. Осин

г. Москва
2011 год

Настоящий документ устанавливает методы и средства поверки анализаторов спектра низкочастотных R&S UPV (далее - анализаторы). Интервал между поверками – 2 года.

1. Операции поверки

1.1 При первичной и периодической поверке анализатора выполняются операции, указанные в таблице 1.

1.2 При получении отрицательных результатов при выполнении любой из операций поверка прекращается и прибор бракуется.

Таблица 1 - Перечень операций поверки.

Наименование операции	Номер пункта документа по поверке	Проведение операции при	
		первичной поверке	периодической поверке
Внешний осмотр	7.1	+	+
Опробование	7.2	+	+
Подтверждение идентификационных данных ПО	7.3	+	-
Определение погрешности измерения частоты анализатора	7.4	+	+
Определение погрешности измерения уровня и неравномерности АЧХ анализатора	7.5	+	+
Определение уровня шумов анализатора	7.6	+	+
Определение уровня гармонических искажений анализатора и погрешности измерения коэффициента гармоник	7.7	+	+
Определение погрешности установки частоты генератора	7.8	+	+
Определение погрешности установки уровня и неравномерности АЧХ генератора	7.9	+	+
Определение коэффициента гармоник генератора	7.10	+	+
Определение погрешности измерения и установки постоянного напряжения	7.11	+	+
Определение сопротивлений входа анализатора и выхода генератора	7.12	+	+

2. Средства поверки

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

2.2 Допускается применять другие средства измерений, обеспечивающие измерение значений соответствующих величин с требуемой точностью.

Таблица 2 - Перечень средств поверки.

Наименование и тип основных и вспомогательных средств поверки	Основные технические характеристики	
	пределы измерения	погрешность
Частотомер электронно-счетный ЧЗ-64/1	от 0,001 Гц до 1,5 ГГц	$\leq \pm 5 \times 10^{-7}$

Мультиметр 3458А	от 10 мкВ до 10 В от 0 Гц до 250 кГц	$\leq \pm 0,03 \%$
Установка К2С-57	Коэффициент гармоник: от 0,003 % до 100 % от 10 Гц до 200 кГц	$\leq \pm (0,010 Kг + 0,001)\%$
Анализатор спектра С4-77	от 20 Гц до 600 кГц динамический диапазон 80 дБ	$\leq \pm 3$ дБ

3. Требования безопасности

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

3.2. К работе с прибором допускаются лица, прошедшие инструктаж по технике безопасности при работе с электро- и радиоизмерительными приборами и изучившими техническую документацию на поверяемый генератор и применяемые средства поверки. При проведении поверки необходимо соблюдать требования техники безопасности, указанные в технической документации.

4. Условия поверки

При проведении поверки должны соблюдаться следующие требования ГОСТ 8.395-80:

- температура окружающей среды $(23 \pm 5)^\circ\text{C}$;
- относительная влажность воздуха $(65 \pm 15) \%$;
- атмосферное давление (100 ± 4) кПа

5. Требования к квалификации поверителей

К проведению поверки могут быть допущены лица, имеющие высшее образование, практический опыт работы в области радиотехнических измерений не менее одного года и квалификацию поверителя.

6. Подготовка к поверке

6.1 Поверитель должен изучить руководства по эксплуатации поверяемого прибора и используемых при поверке средств измерений

6.2 Перед включением приборов должно быть проверено выполнение требований безопасности.

6.3 Определение метрологических характеристик поверяемого прибора должно производиться по истечении времени установления рабочего режима, равного 30 мин.

7. Проведение поверки

7.1. 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.


7.2. Опробование

Проверяют отсутствие ошибок при включении и проводимой при этом самопроверки анализатора. При возникновении ошибок см. разделы проверка работоспособности прибора и сообщения об ошибках руководства по эксплуатации.

Приборы, имеющие неустранимые ошибки, бракуются и направляются в ремонт.

7.3. Подтверждение идентификационных данных ПО

Идентификационное наименование и номер версии программного обеспечения анализатора отображаются на дисплее прибора во время загрузки приложения анализатора спектра R&S UPV. Для загрузки приложения без завершения работы с ОС

Windows необходимо закрыть ПО нажатием клавиши  в строке заголовка программы, а затем запустить приложение нажатием иконки R&S UPV на рабочем столе либо в меню Start ОС Windows XP.

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

7.4. Определение погрешности измерения частоты анализатора

Анализатор с помощью перехода XLR-BNC и тройника BNC подключают к выходу установки К2С-57 (допускается вместо установки использовать встроенный в анализатор генератор или внешний синтезированный генератор, например ГЗ-110) и входу частотомера ЧЗ-64/1. На К2С-57 устанавливают частоту 99 кГц, уровень 1 В, уровень гармоник 0,1%, на частотомере – режим измерения частоты с временем счета 1 сек.

На анализаторе устанавливают настройки в соответствии с рис.1

Считывают с анализатора измеренное значение частоты $F_{изм}$, а с частотомера – действительное значение $F_{д}$.

Относительную погрешность измерения частоты вычисляют по формуле:

$$\delta f = (F_{изм} - F_{д}) / F_{изм}$$

Результаты поверки по данному пункту считают положительными, если погрешность измерения частоты не превышает $\pm 1 \times 10^{-5}$

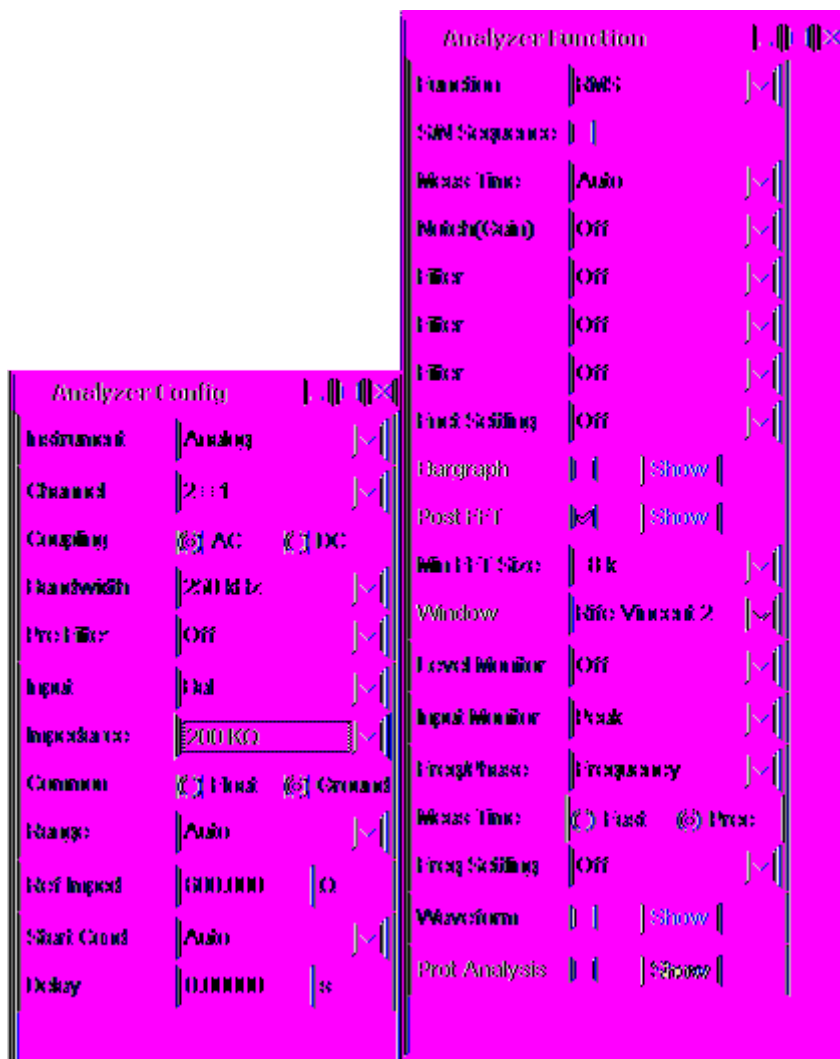


Рисунок 1

7.5. Определение погрешности измерения уровня и неравномерности АЧХ анализатора

Анализатор с помощью перехода XLR-BNC и тройника BNC подключают к выходу установки К2С-57 и входу мультиметра 3458А с помощью перехода BNC-«банан». На мультиметре устанавливают режим измерения переменного напряжения, на установке – частоты и уровни напряжения в соответствии с поверяемыми точками

На анализаторе устанавливают настройки в соответствии с рис.2.

Проводят измерения для опорной частоты 1 кГц и уровнях 75 мВ, 225 мВ, 0,45 В, 1,35 В, 2,25 В, 4,5 В, 22,5 В. Для этого считывают результат измерения с анализатора U_{изм} и действительное значение напряжения U_д с мультиметра.

Относительную погрешность вычисляют по формуле:

$$\delta U = 20 * \lg(U_{\text{изм}}/U_{\text{д}}), \text{ дБ}$$

Результаты поверки по данному пункту считают положительными, если погрешность измерения напряжения на частоте 1 кГц не превышает ±0,05 дБ.

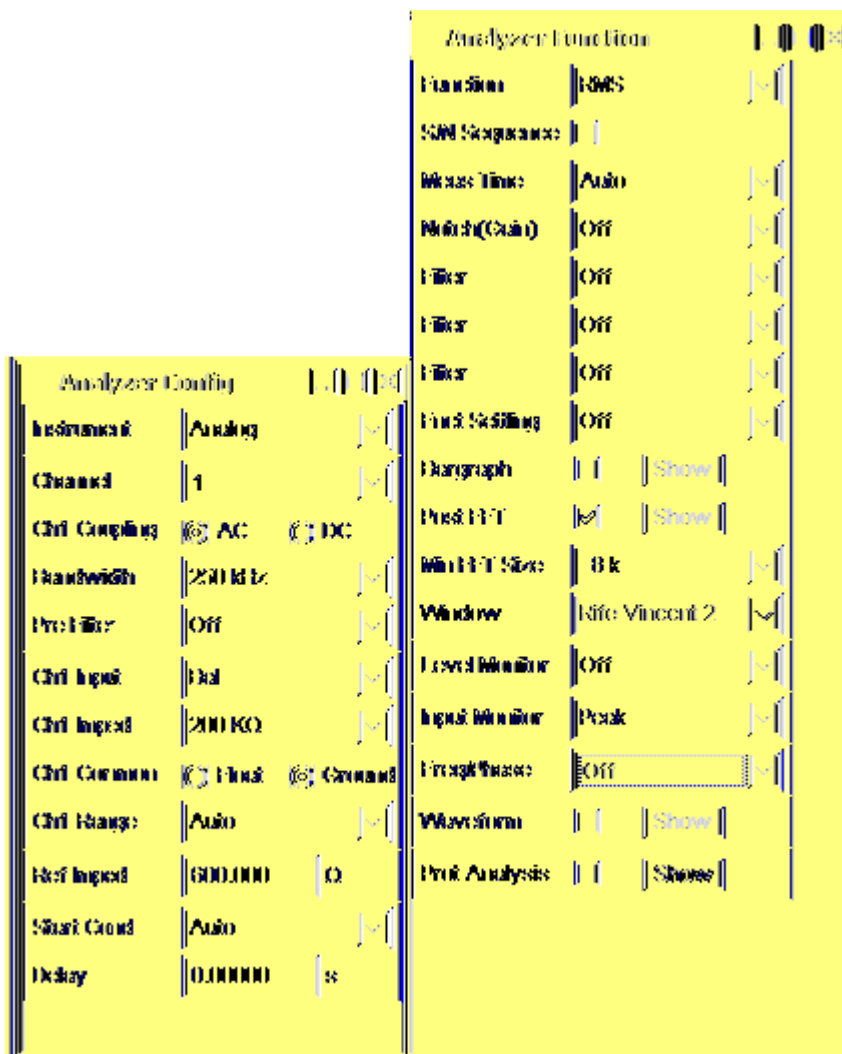


Рисунок 2

Для определения неравномерности АЧХ на установке с помощью мультиметра на частоте 1 кГц устанавливают значение 2,25 В. Затем изменяют на установке частоту выходного сигнала, поддерживая по мультиметру заданный уровень. Частоты устанавливаются из ряда:

- для полосы анализатора 22 кГц: 10 Гц, 20 Гц, 50 Гц, 100 Гц, 300 Гц, 500 Гц, 800 Гц, 1 кГц, 2 кГц, 5 кГц, 8 кГц, 10 кГц, 15 кГц, 18 кГц, 20 кГц, 22 кГц;
- для полосы анализатора 40 кГц: 100 Гц, 1 кГц, 5 кГц, 10 кГц, 22 кГц, 40 кГц;
- для полосы анализатора 80 кГц: 100 Гц, 1 кГц, 5 кГц, 10 кГц, 22 кГц, 50 кГц, 80 кГц;
- для полосы анализатора 250 кГц: 1 кГц, 2 кГц, 5 кГц, 10 кГц, 20 кГц, 50 кГц, 80 кГц, 100 кГц, 120 кГц, 150 кГц, 180 кГц, 200 кГц, 250 кГц.

Считывают результат измерения на установленной частоте U_f , неравномерность АЧХ вычисляют по формуле:

$$\delta AЧХ = 20 * \lg(U_f / U_{1\text{кГц}}), \text{ дБ}$$

Повторяют измерения для второго канала анализатора.

Результаты поверки по данному пункту считают положительными, если неравномерность АЧХ не превышает:

20 Гц...20 кГц	±0,01 дБ
20 кГц...50 кГц	±0,03 дБ
50 кГц...100 кГц	±0,1 дБ
100 кГц...250 кГц	±0,3 дБ

7.6. Определение уровня шумов анализатора

Ко входу анализатора через адаптер XLR-BNC подключают коаксиальную нагрузку 50 Ом. На анализаторе устанавливают настройки в соответствии с рис. 3.

Устанавливая на анализаторе полосы 22 кГц, 40 кГц, 80 кГц и 250 кГц, считывают значение уровня собственных шумов анализатора, для полос 80 и 250 кГц фильтр выключают.

Повторяют измерения для второго входа анализатора.

Результаты поверки по данному пункту считают положительными, если уровень шумов не превышает:

Полоса 22кГц/40 кГц	Не более 1,4 мкВ
Полоса 80 кГц	Не более 2,8 мкВ
Полоса 250 кГц	Не более 7 мкВ

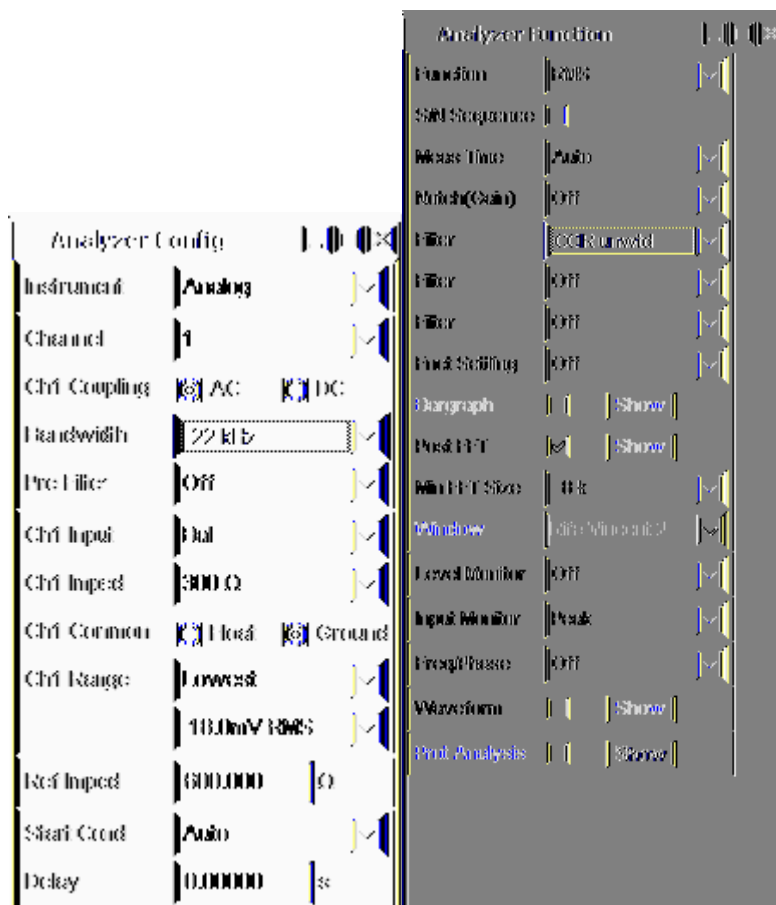


Рисунок 3

7.7. Определение уровня гармонических искажений анализатора и погрешности измерения коэффициента гармоник

Выполняют соединение приборов по схеме рис. 4.

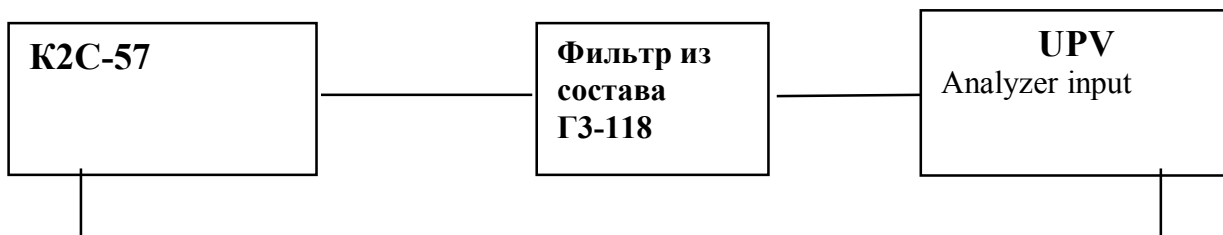


Рисунок 4

На K2C-57 устанавливают частоту 2 кГц, напряжение 1 В, $K_T=0,003\%$, режекторный фильтр устанавливают также на частоту 2 кГц. Ручками фильтра по анализатору UPV настраивают фильтр на максимальное подавление. Затем на K2C-57 устанавливают частоту 1 кГц.

На анализаторе устанавливают настройки по рис. 5

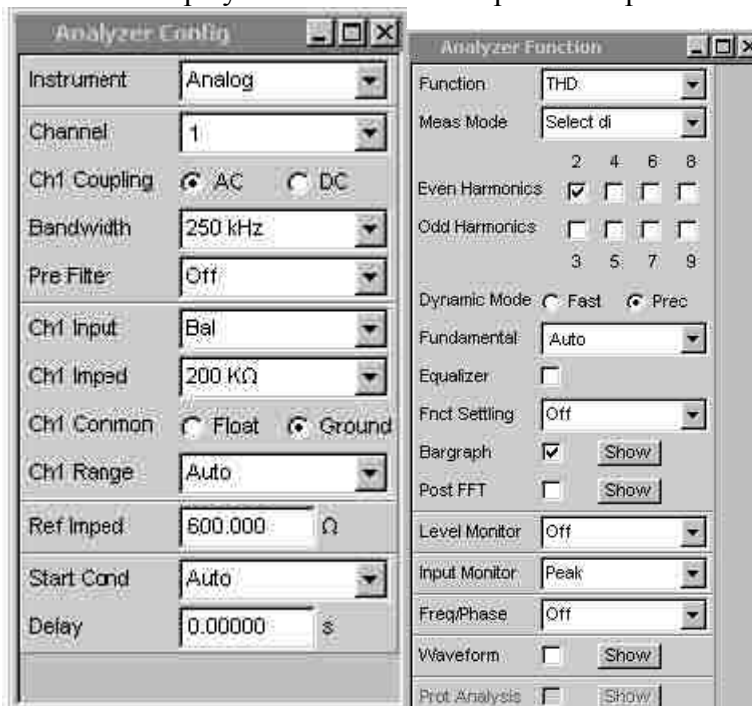


Рисунок 5

Проводят измерения уровня второй гармоники в полосах анализатора 22 кГц, 40 кГц, 80 кГц, 250 кГц.

Повторяют измерения на частоте 19,9 кГц в полосах анализатора 40 кГц, 80 кГц, 250 кГц и частоте 100 кГц в полосе анализатора 250 кГц.

Результаты поверки по данной операции считают положительными, если уровень гармонических искажений анализатора не превышает:

	Все полосы	20 Гц...20 кГц 20 кГц...110 кГц	Не более -103 дБ Не более -90 дБ
с опцией UPV-B1	Полоса 22 кГц	20 Гц...10,95 кГц	Не более -110 дБ
	Полоса 40/80/250 кГц	50 Гц...20 кГц 20 кГц...110 кГц	Не более -100 дБ Не более -90 дБ

Для определения погрешности измерения коэффициента гармоник соединяют К2С-57 непосредственно с входом анализатора через адаптер XLR-BNC. На установке задают частоту 1 кГц, уровень 3 В и Кг(д) из ряда: 100 % (-3 дБ), 10 % (-20 дБ), 1 % (-40 дБ), 0,1 % (-60 дБ).

Считывают с анализатора значение коэффициента гармоник Кг(изм) для 2 и 3 гармоник в полосе 22 кГц. Затем устанавливают на К2С-57 частоту 19,9 кГц и проводят измерения коэффициента гармоник на анализаторе в полосе 250 кГц.

Повторяют измерения для второго входа анализатора.

Погрешность измерения коэффициента гармоник вычисляют по формуле:

$$\delta K_g = K_g(\text{изм}) - K_g(\text{д}), \text{ дБ}$$

Результаты поверки по данной операции считают положительными, если погрешность измерения коэффициента гармоник не превышает $\pm 0,5$ дБ.

7.8. Определение погрешности установки частоты генератора

Выход генератора подключают с помощью адаптера XLR-BNC ко входу частотомера. На частотомере устанавливают режим измерения частоты со временем счета 1 сек. На генераторе устанавливают настройки по рис.6.

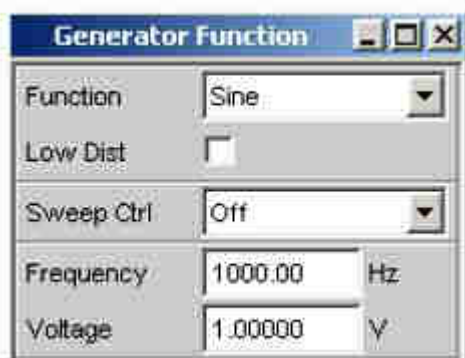


Рисунок 6

Считывают значение частоты Физм с частотомера. Относительную погрешность установки частоты вычисляют по формуле:

$$\delta f = (1\text{кГц}-\text{Физм}) / \text{Физм}$$

Результаты поверки по данной операции считают положительными, если погрешность установки частоты не превышает:

	$\pm 1 \cdot 10^{-5}$
Опция UPV-B1	$\pm 0,5\%$

7.9. Определение погрешности установки уровня и неравномерности АЧХ генератора

Генератор с помощью перехода XLR-BNC подключают ко входу мультиметра 3458А с помощью перехода BNC-«банан». На мультиметре устанавливают режим измерения переменного напряжения.

На генераторе устанавливают настройки в соответствии с рис.7. Задают частоту 1 кГц и уровень напряжения $U_{уст}$ из ряда: 12 мВ, 250 мВ, 500 мВ, 1 В, 2 В, 4 В, 8 В. Считывают с мультиметра действительное значение напряжения U_d .

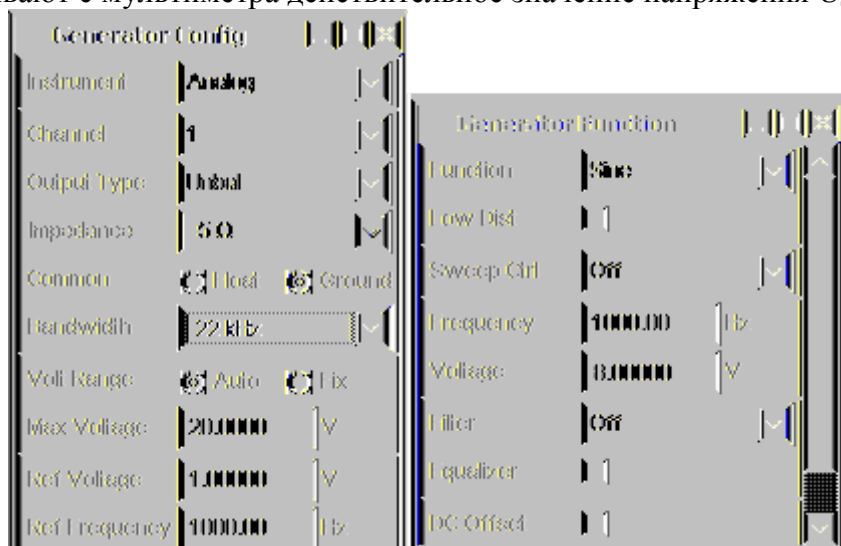


Рисунок 7

Относительную погрешность вычисляют по формуле:

$$\delta U = 20 \cdot \lg(U_{изм}/U_d), \text{ дБ}$$

Результаты поверки по данной операции считают положительными, если значения погрешности установки уровня на частоте 1 кГц не превышают $\pm 0,05$ дБ.

Для определения неравномерности АЧХ на генераторе устанавливают частоту 1 кГц, напряжение 2 В. Затем изменяют частоту из ряда: 10 Гц, 20 Гц, 50 Гц, 100 Гц, 500 Гц, 1 кГц, 5 кГц, 10 кГц, 15 кГц, 20 кГц, 25 кГц, 50 кГц, 80 кГц. (дополнительно для опции UPV-B1 - 100 кГц, 125 кГц, 150 кГц, 185 кГц).

Считывают результат с мультиметра на установленной частоте U_f , неравномерность АЧХ вычисляют по формуле:

$$\delta АЧХ = 20 \cdot \lg(U_f/U_{1кГц}), \text{ дБ}$$

При наличии опции UPV-B3 повторяют измерения для второго канала генератора.

Результаты поверки по данному пункту считают положительными, если неравномерность АЧХ не превышает:

	от 20 Гц до 20 кГц	$\pm 0,01$ дБ
	от 20 кГц до 70 кГц	$\pm 0,05$ дБ
	от 70 кГц до 80 кГц	$\pm 0,1$ дБ
с опцией UPV-B1	от 20 Гц до 20 кГц	$\pm 0,01$ дБ
	от 20 кГц до 100 кГц	$\pm 0,05$ дБ
	от 100 кГц до 150 кГц	$\pm 0,15$ дБ
	от 150 кГц до 185 кГц	$\pm 0,25$ дБ

7.10. Определение коэффициента гармоник генератора

Выполняют соединение приборов по схеме рис. 8.

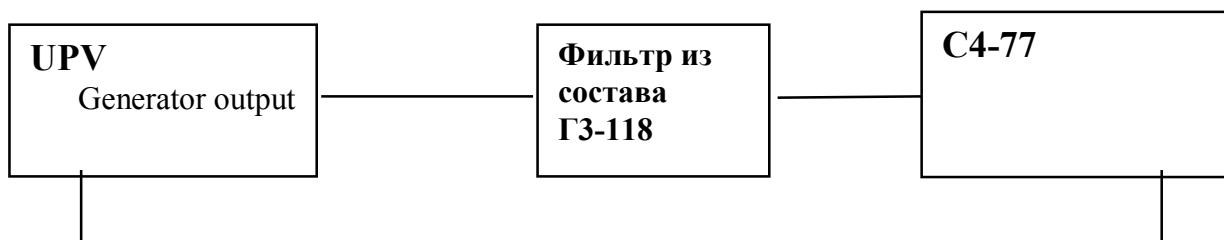


Рисунок 8

Устанавливают на генераторе настройки в соответствии с рис.7., напряжение 3 В, частота 1 кГц. Ручками регулировки фильтра по показаниям анализатора С4-77 настраивают фильтр на максимальное подавление. Затем устанавливают на генераторе частоты второй и третьей гармоник (2 кГц и 3 кГц) и измеряют напряжение $U_{2,3}$ по анализатору С4-77.

Затем снова устанавливают частоту 1 кГц и измеряют по анализатору уровни напряжения второй и третьей гармоник $U_{Kг2}$ и $U_{Kг3}$.

Коэффициент гармоник генератора вычисляют по формуле:

$$Kг = 20 * \lg(\sqrt{(U_{Kг2}/U_2)^2 + (U_{Kг3}/U_3)^2})$$

Повторяют измерения на частоте 20 кГц.

При наличии опции UPV-B1 повторяют измерения на частотах 20 кГц и 100 кГц.

Результаты поверки по данной операции считают положительными, если $Kг$ генератора не превышает:

с опцией UPV-B1	от 20 Гц до 20 кГц	Не более минус 90 дБ
	1 кГц	Не более минус 120 дБ
	от 20 Гц до 7 кГц	Не более минус 105 дБ
	от 7 кГц до 20 кГц	Не более минус 100 дБ
	от 20 кГц до 50 кГц	Не более минус 88 дБ
	от 50 кГц до 100 кГц	Не более минус 80 дБ

7.11. Определение погрешности установки и измерения постоянного напряжения

Генератор UPV с помощью переходов XLR-BNC и тройника BNC подключают к входу мультиметра 3458А с помощью перехода BNC-«банан» и входу анализатора UPV. На мультиметре устанавливают режим измерения постоянного напряжения.

На UPV устанавливают настройки в соответствии с рис.9.

Устанавливают на генераторе уровень постоянного напряжения $U_{уст}$ и считывают результат измерения с анализатора $U_{изм}$ и действительное значение напряжения $U_{д}$ с мультиметра. Относительную погрешность вычисляют по формуле:

$$\delta U_{ген} = 100\% * (U_{уст} - U_{д}) / U_{д} \text{ для генератора}$$

$$\delta U_{ас} = 100\% * (U_{изм} - U_{д}) / U_{д} \text{ для анализатора}$$

Результаты поверки по данному пункту считают положительными, если погрешность измерения напряжения не превышает $\pm 2\%$ для генератора и $\pm 1\%$ для анализатора.

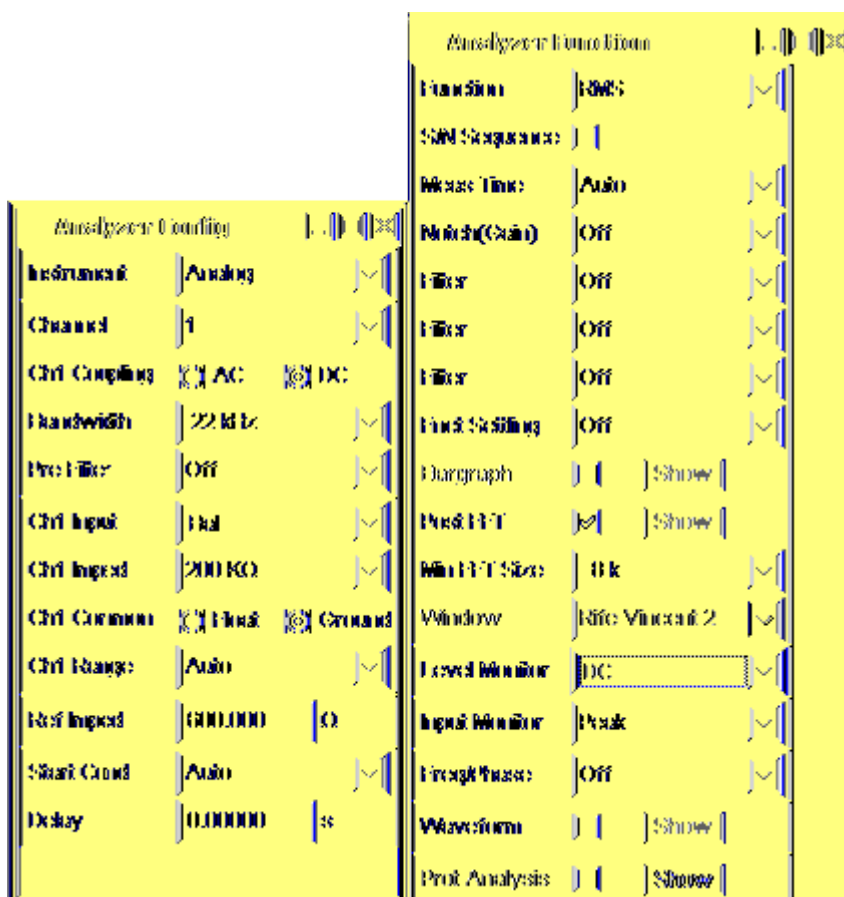
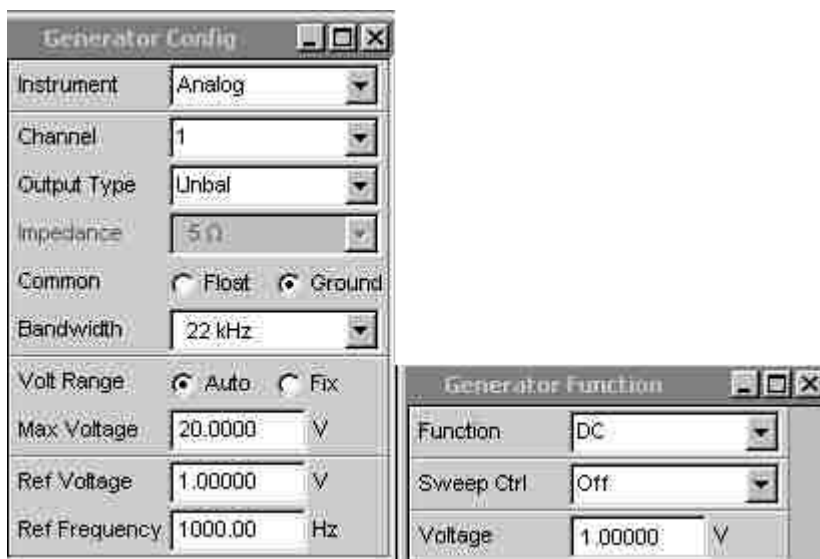


Рисунок 9

7.12. Определение сопротивлений входа анализатора и выхода генератора

Мультиметр 3458А подключают по четырехпроводной схеме ко входу анализатора (клеммы 2 и 3). На анализаторе устанавливают настройки в соответствии с рис. 10, на мультиметре – режим измерения сопротивления. Выбирая на анализаторе входные сопротивления из ряда 300 Ом, 600 Ом, 200 кОм, считывают значение сопротивления R_d с мультиметра.

Относительную погрешность вычисляют по формуле:

$$\delta R = 100\% * (R_{уст} - R_d) / R_d$$

Результаты поверки по данному пункту считают положительными, если погрешность сопротивления не превышает $\pm 1\%$.

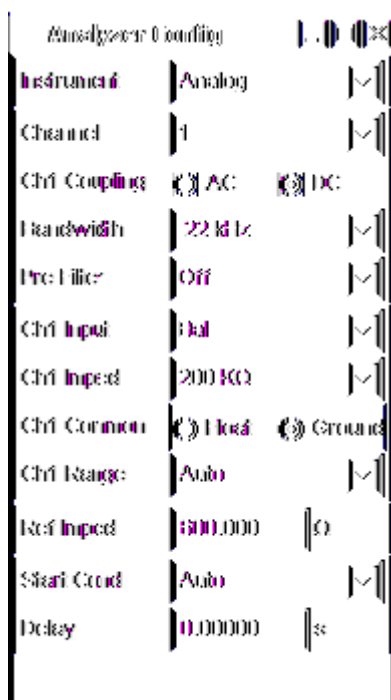


Рисунок 10

Определение выходного сопротивления генератора производится при деактивированном канале. На UPV устанавливают настройки в соответствии с рис.11. К выходу анализатора по четырехпроводной схеме подключают мультиметр 3458А в режиме измерения постоянного сопротивления (клеммы 2 и 3).

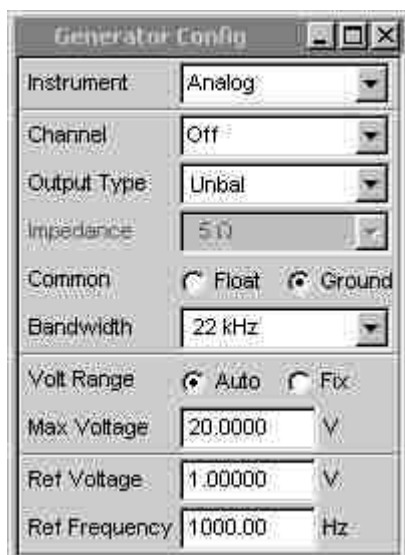


Рисунок 11

Результаты поверки по данному пункту считают положительными, если выходное сопротивление генератора не превышает 5 Ом.

8. Оформление результатов поверки

8.1 Результаты измерений, полученные в процессе поверки, заносят в протокол произвольной формы.

8.2 При положительных результатах поверки на прибор выдается "Свидетельство о поверке" установленного образца.

8.3 При отрицательных результатах поверки на прибор выдается "Извещение о непригодности" установленного образца с указанием причин непригодности.