

СОГЛАСОВАНО
Руководитель ГЦИ СИ -
Зам. Генерального директора
ФГУ «РОСТЕСТ – МОСКВА»

_____ А.С. Евдокимов

“ ” _____ 2009г.

6 Поверка прибора

Настоящая методика распространяется на генераторы сигналов произвольной формы АК ИП-3402 (далее приборы или генераторы) и устанавливает методы и средства их поверки.

Поверка генераторов производится один раз в год, а также после проведения ремонтных работ и калибровки характеристик.

6.1 Операции поверки

6.1.1 При первичной и периодической поверке генераторов выполняются операции, указанные в табл.6.1.

6.1.2 При получении отрицательных результатов при выполнении любой из операций поверка прекращается и генератор бракуется.

Таблица 6.1

Наименование операции	Номер пункта документа по поверке	Проведение операции при	
		первичной поверке	периодической поверке
1	2	3	4
Внешний осмотр	6.6.1	Да	Да
Опробование	6.6.2	Да	Да
Определение метрологических характеристик:			
6.6.3 Определение относительной погрешности установки частоты выходного сигнала.	6.6.3	Да	Да
6.6.4 Определение абсолютной погрешности установки размаха напряжения синусоидального сигнала.	6.6.4	Да	Да
6.6.5 Определение неравномерности АЧХ синусоидального сигнала.	6.6.5	Да	Да
6.6.6 Определение абсолютной погрешности	6.6.6	Да	Да

установки постоянного смещения.			
6.6.7 Определение уровня гармонических составляющих синусоидального сигнала относительно уровня несущей.	6.6.7	Да	Да

Продолжение Табл.6.1.

1	2	3	4
6.6.8 Определение длительности фронта и среза прямоугольного сигнала.	6.6.8	Да	Да
6.6.9 Определение абсолютной погрешности установки коэффициента заполнения 50 % прямоугольного сигнала.	6.6.9	Да	Да

6.2 Средства поверки

6.2.1 При проведении поверки должны применяться средства поверки, указанные в таблице 6.2.
Таблица 6.2.

Номер пункта методики поверки	Наименование и тип основного или вспомогательного средства поверки; обозначение нормативного документа, регламентирующего технические требования и метрологические и основные технические характеристики средства поверки.
6.6.2; 6.6.8	Осциллограф цифровой 54645D; полоса пропускания 100 МГц; $\delta_t \leq 10^{-4} \times t + 0,02 \times (\text{к-т развертки})$
6.6.3; 6.6.9	Стандарт частоты Ч1-50; $F = 5 \text{ МГц}$, $\delta F = \pm 1 \times 10^{-10}$
6.6.3; 6.6.9	Частотомер ЧЗ-64: диапазон частот 0,005 Гц – 1500 МГц, $\delta_{f,T} = \pm 5 \times 10^{-7} + 10^{-9} / \tau_{\text{счета}}$
6.6.4; 6.6.6	Вольтметр универсальный цифровой В7-78/1; диапазон измерения 100 мкВ...1000 В; $\delta U_{\sim} \leq \pm 0,09 \%$ на частоте 1 кГц, $\delta U_{\sim} \leq \pm 0,05 \%$
6.6.5	Вольтметр диодный компенсационный ВЗ-49, пределы измерения 10 мВ ...100 В, диапазон частот 20 Гц...1000 МГц, $\delta U \leq \pm (0,2 + 0,08/U)\%$
6.6.7	Анализатор спектра НР 8596Е, динамический диапазон(-112...30) дБм, диапазон частот (9 кГц...12,8 ГГц), уровень собственных гармонических искажений $\leq - 65 \text{ дБн}$
6.6.7	Измеритель уровня MV61; пределы измерения -100...20 дБ, диапазон частот 200 Гц...2,1 МГц; избирательность $\geq 80 \text{ дБ}$ при расстройке на $\pm 1 \text{ кГц}$
6.6.7	Фильтр режекторный из комплекта ГЗ-118; диапазон частот 20 Гц...200 кГц, ослабление на частоте режекции $\geq 50 \text{ дБ}$
6.6.4; 6.6.5; 6.6.6	Нагрузка Э9-159 из комплекта ЭК9-140, $R = 50 \text{ Ом}$ $\Delta R = \pm 0,1 \text{ Ом}$

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

6.2.3 Все средства поверки должны быть исправны, поверены и иметь свидетельства (отметки в формулярах или паспортах) о государственной поверке.

6.3 Требования к квалификации поверителей

6.3.1 К проведению поверки могут быть допущены лица, аттестованные в качестве поверителя и имеющие практический опыт работ в области радиотехнических измерений не менее 2-х лет.

6.3.2 Перед проведением операций поверки поверителю необходимо изучить руководство по эксплуатации на данные анализаторы.

6.4 Условия поверки

При проведении поверки должны соблюдаться следующие условия:

- температура окружающего воздуха (23 ± 5) °С;
- относительная влажность воздуха 30 – 80%;
- атмосферное давление 84 – 106 кПа (630 – 800 мм.рт.ст.);
- напряжение источника питания (220 ± 22) В;
- частота $(50 \pm 0,5)$ Гц.

6.5 Подготовка к поверке

Перед проведением поверки необходимо выполнить следующие подготовительные работы:

- Произвести внешний осмотр прибора;
- Проверить комплектность прибора, наличие технической документации;
- Расположить прибор на рабочем месте, обеспечив удобство работы и исключив попадание на него прямых солнечных лучей;
- Выполнить указания по подготовке к работе поверяемого прибора и средств поверки в соответствии с РЭ, ТО и ИЭ.
- Включить прибор. Прогреть в течение времени не менее 15 минут.

6.6 Проведение поверки

6.6.1 Внешний осмотр

При проведении внешнего осмотра должны быть проверены:

- комплектность прибора;
- отсутствие видимых механических повреждений, влияющих на работоспособность прибора;
- наличие и прочность крепления органов управления и коммутации, четкость фиксации их положений;
- отсутствие дефектов лакокрасочных покрытий и четкость маркировок.

Приборы, имеющие дефекты, к поверке не допускаются и направляются в ремонт.

6.6.2 Опробование

Включают питание прибора. При включении питания генератор выполняет самопроверку, длящуюся несколько секунд. По окончании проверки не должны появляться сообщения об ошибках: “Self-Test Failed”. Затем через нагрузку 50 Ом подключают выход генератора к входу осциллографа 54645D. На генераторе устанавливают синусоидальный сигнал размахом 100 мВ, частотой 1 кГц. Кнопкой **Выход** включают выходной сигнал генератора. На осциллографе

нажимают кнопку **Auto-scale**. На экране наблюдают синусоидальный сигнал. Устанавливая на генераторе сигналы прямоугольной и пилообразной формы, проверяют наличие соответствующих сигналов на выходе прибора по экрану осциллографа.

Результаты поверки считают удовлетворительными, если при включении прибора не возникают сообщения об ошибках, на выходе генератора обеспечивается воспроизведение сигналов синусоидальной, прямоугольной и пилообразной формы.

6.6.3 Определение относительной погрешности установки частоты выходного сигнала.

Определение относительной погрешности установки частоты выходного сигнала проводят методом прямых измерений с помощью частотомера ЧЗ-64 и стандарта частоты Ч1-50, который используется в качестве опорного генератора. Схема соединения приборов представлена на рисунке 6.1.

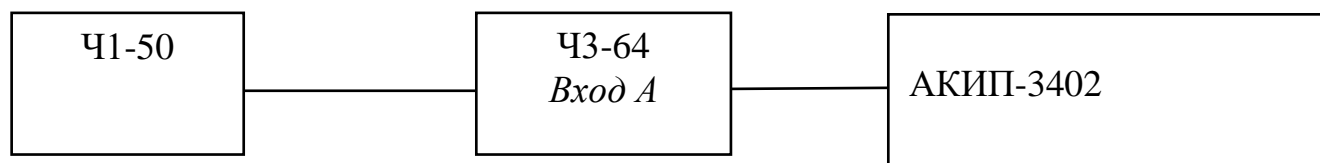


Рис. 6.1.

Подключают стандарт частоты ко входу "5 МГц" на задней панели частотомера ЧЗ-64 и переводят переключатель частотомера "Внут/Внеш" в положение "ВНЕШ". Выход генератора подключают к входу А частотомера. На генераторе устанавливают следующие сигналы: синусоидальный частотой 1 МГц и 50 МГц, прямоугольный частотой 1 Гц, размах напряжения 400 мВ. На частотомере устанавливают режим измерения частоты по входу А, входное сопротивление 50 Ом, время счета 1 с.

Измеряют частоту сигнала на выходе генератора. Относительную погрешность установки частоты находят по формуле 1:

$$\delta_f = \frac{f_{изм} - f_{уст}}{f_{уст}} \quad (1)$$

где: $f_{изм}$ – показания частотомера, $f_{уст}$ – частота, установленная на генераторе.

Результаты поверки считают удовлетворительными, если значение относительной погрешности установки частоты находится в пределах $\pm 2 \times 10^{-5}$, с опцией 01 погрешности установки частоты находится в пределах $\pm 5 \times 10^{-7}$.

6.6.4 Определение абсолютной погрешности установки размаха напряжения синусоидального сигнала.

Абсолютную погрешность установки размаха напряжения синусоидального сигнала определяют при помощи вольтметра В7-78/1 по схеме, приведенной на рис. 6.2.

Для подключения нагрузки Э9-159 к выходу генератора используют переходы СР-50-95ФВ и Э2-114/4. На генераторе устанавливают сигнал синусоидальной формы, выходное сопротивление 50 Ом, частоту 1 кГц, значения размаха напряжения $U_{уст} = (10; 30; 100; 300; 500)$ мВ; (1; 3; 5; 7,5; 10) В. Мультиметром в режиме измерения напряжения переменного тока измеряют действующие значения напряжения $U_{изм}$.

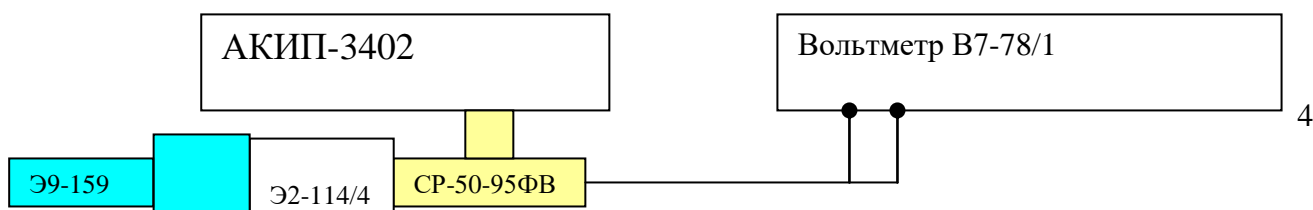


Рис. 6.2.

Абсолютную погрешность установки размаха напряжения находят по формуле 2:

$$\Delta U = U_{\text{изм}} \cdot 2 \cdot \sqrt{2} - U_{\text{уст}} \quad (2)$$

где: $U_{\text{изм}}$ – показания вольтметра В7-78/1, $U_{\text{уст}}$ – размах напряжения, установленный на генераторе.

Результаты поверки считают удовлетворительными, если значение абсолютной погрешности установки размаха напряжения синусоидального сигнала на частоте 1 кГц на нагрузке 50 Ом находится в пределах $\pm (0,01 \times U_{\text{уст}} + 1 \text{ мВ})$.

6.6.5 Определение неравномерности АЧХ синусоидального сигнала.

Неравномерность АЧХ синусоидального сигнала относительно частоты 1 кГц определяют при помощи вольтметра ВЗ-49 по схеме, приведенной на рис. 6.3.

Для подключения генератора к соединителю ТП-121 используют переход Э2-114/4. На генераторе устанавливают сигнал синусоидальной формы, выходное сопротивление 50 Ом, значение размаха напряжения 1 В, значения частоты 20 Гц; 100 кГц, (1; 5; 10; 20; 30; 40; 50) МГц. Вольтметром измеряют действующие значения напряжения $U_{\text{изм}}$.

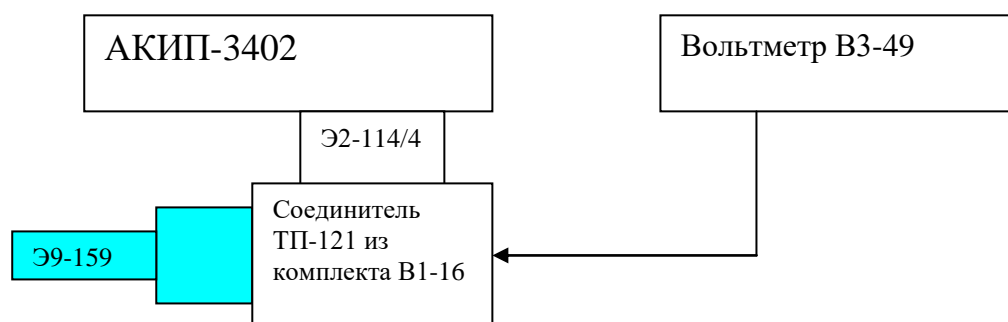


Рис. 6.3.

Неравномерность АЧХ находят по формуле 3:

$$\Delta_{\text{АЧХ}} = 20 \log(U_{\text{изм}}^{(f)} / U_{\text{изм}}^{(1 \text{ кГц})}) \quad (3)$$

где: $U_{\text{изм}}^{(f)}$ – значения измеренного вольтметром напряжения на вышеуказанных частотах генератора, $U_{\text{изм}}^{(1 \text{ кГц})}$ – значение измеренного вольтметром напряжения на частоте 1 кГц.

Результаты поверки считают удовлетворительными, если неравномерность АЧХ не превышает:

- $\pm 0,1$ дБ в диапазоне частот до 100 кГц,
- $\pm 0,15$ дБ в диапазоне частот от 100 кГц до 5 МГц,

$\pm 0,3$ дБ в диапазоне частот от 5 МГц до 20 МГц,
 $\pm 0,5$ дБ в диапазоне частот от 20 МГц до 50 МГц.

6.6.6 Определение абсолютной погрешности установки постоянного смещения.

Абсолютную погрешность установки постоянного смещения определяют при помощи вольтметра В7-78/1 по схеме, приведенной на рис. 6.2. На генераторе устанавливают сигнал синусоидальной формы, выходное сопротивление 50 Ом, частоту 1 кГц, значение размаха напряжения 10 мВ. Устанавливают значения постоянного смещения $U_{уст} = \pm(10; 30; 100; 300)$ мВ; $\pm(1; 3; 4,995)$ В. Вольтметра В7-78/1 в режиме измерения напряжения постоянного тока определяют постоянную составляющую напряжения на выходе генератора.

Абсолютную погрешность установки постоянного смещения находят по формуле 4:

$$\Delta U = U_{изм} - U_{уст} \quad (4)$$

где: $U_{изм}$ – показания вольтметра В7-78/1, $U_{уст}$ – значения постоянного смещения, установленные на генераторе.

Результаты поверки считают удовлетворительными, если значение абсолютной погрешности установки постоянного смещения находится в пределах $\pm(0,02 \times U_{уст} + 1 \text{ мВ})$

6.6.7 Определение уровня гармонических составляющих синусоидального сигнала относительно уровня несущей.

Уровень гармонических составляющих генератора определяют на частотах (1; 20; 100) кГц при помощи измерителя уровня MV-61, на частотах (1, 5; 10; 20) МГц при помощи анализатора спектра HP 8596E.

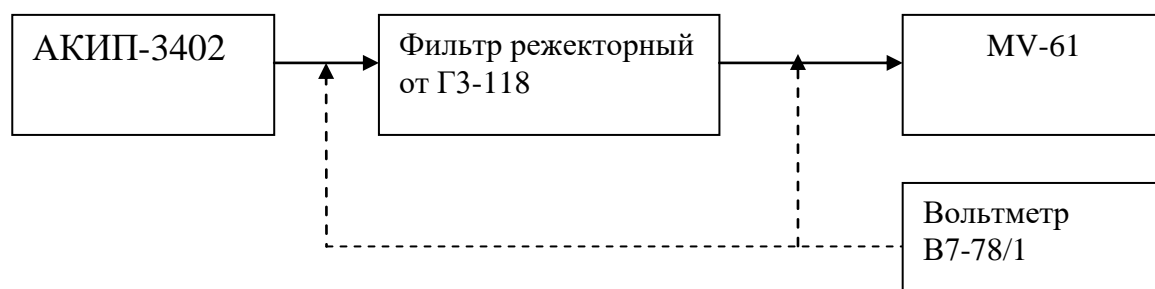


Рис. 6.4.

Собирают схему измерения, приведенную на рис. 6.4.

На генераторе устанавливают синусоидальный сигнал размахом 1 В, выходное сопротивление High Z, частоту 1 кГц. На измерителе уровня устанавливают входное сопротивление ≥ 20 кОм, полосу пропускания 0,1 кГц. Подают напряжение с выхода генератора через фильтр режекторный на несимметричный вход измерителя уровня. На фильтре устанавливают частоту режекции равную частоте несущей генератора. Вольтметром В7-78/1 измеряют напряжение на входе $U_{вх}$ и выходе $U_{вых}$ фильтра и ручками настройки фильтра

добиваются соотношения $U_{\text{вых}}/U_{\text{вх}} = 0,01$. Измерителем уровня MV-61 измеряют уровень основной гармоники A_1^ϕ [дБ], 2-й и 3-й гармонической составляющей A_2^ϕ [дБ] и A_3^ϕ [дБ] на выходе фильтра. Уровень гармонических составляющих на выходе генератора находят по формуле 5:

$$A_n = A_n^\phi - A_1^\phi + 20 \cdot \log\left(\frac{0,01}{K_n}\right) \text{ [дБн]} \quad (5)$$

где: K_n – коэффициенты передачи n-гармоник, определяемые при аттестации фильтра; $n = 1; 2$.

Повторяют измерения на частотах 20 кГц и 100 кГц.

Подключают выход генератора через аттенюатор Д2-32 (20 дБ) к входу анализатора спектра НР 8596Е. На генераторе устанавливают синусоидальный сигнал размахом 1 В, выходное сопротивление 50 Ом, частоту 1 МГц. На анализаторе спектра устанавливают опорный уровень –10 дБм, аттенюатор –30 дБ, полосу пропускания 30 Гц. Маркер анализатора спектра устанавливают на частоту основной гармоники, обнуляют показание маркера и, устанавливая маркер на частоты 2 и 3 гармонической составляющей сигнала, измеряют относительный уровень гармонических составляющих [дБн]. Повторяют измерения на частотах (5, 10, 20, 50) МГц.

Результаты поверки считаются удовлетворительными, если уровни 2-й и 3-й гармонических составляющих относительно уровня несущей составляют:

- ≤ -70 дБн в диапазоне частот до 20 кГц,
- ≤ - 65 дБн в диапазоне частот от 20 кГц до 100 кГц,
- ≤ - 50 дБн в диапазоне частот от 100 кГц до 1 МГц,
- ≤ - 40 дБн в диапазоне частот от 1 МГц до 20 МГц,
- ≤ - 35 дБн в диапазоне частот от 20 МГц...50 МГц.

6.6.8 Определение длительности фронта и среза прямоугольного сигнала.

Длительность фронта и среза прямоугольного сигнала определяют при помощи осциллографа 54645D. На генераторе устанавливают прямоугольный сигнал, коэффициент заполнения 50 %, размах сигнала 1 В, частоту 1 МГц. Подключают выход генератора через нагрузку 50 Ом к входу осциллографа. В режиме автоматических измерений временных параметров осциллографа определяют длительность фронта и среза прямоугольного сигнала.

Результаты поверки считаются удовлетворительными, если длительность фронта и среза сигнала прямоугольной формы не превышает 10 нс.

6.6.9 Определение абсолютной погрешности установки коэффициента заполнения 50 % прямоугольного сигнала.

Абсолютную погрешность установки коэффициента заполнения определяют методом косвенных измерений.

Схема соединения приборов представлена на рисунке 6.1.

На генераторе устанавливают прямоугольный сигнал, коэффициент заполнения $K_{\text{уст}} = 50 \%$, размах сигнала 1 В. На частотомере устанавливают режим измерения периода по входу А, входное сопротивление 50 Ом. Подключают выход генератора к входу А частотомера и проводят измерения периода следования прямоугольного сигнала $T_{\text{изм}}$ на частотах 1 кГц, 10 МГц и 25 МГц.

Частотомер переводят в режим измерения длительности импульса по входу А и проводят измерения длительности импульса $\tau_{\text{изм}}$ на указанных частотах.

Абсолютную погрешность установки коэффициента заполнения 50 % определяют по формуле 6:

$$\Delta_K = K_{\text{уст}} - \tau_{\text{изм}} / T_{\text{изм}} * 100\% \quad (6)$$

Результаты поверки считаются удовлетворительными, если абсолютная погрешность установки коэффициента заполнения 50 % не превышает $\pm (1 + \frac{5_{\text{НС}}}{T} \cdot 100)\%$.

7. Оформление результатов поверки

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

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

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