

КОМПАРАТОР ЧАСТОТНЫЙ Ч7-12

МЕТОДИКА ПОВЕРКИ

2. 721. 107

## 12. ПОВЕРКА ПРИБОРА

Настоящий раздел устанавливает методы и средства первичной и периодической поверок приборов (при выпуске из производства, находящихся в эксплуатации, на хранении и выпускаемых из ремонта).

### 12.1. Операции поверки

При проведении поверки должны выполняться следующие операции.

12.1.1. Проверка частоты выходных сигналов и коэффициента умножения разности частот входных сигналов (п.12.5.3).

12.1.2. Проверка выходных напряжений (п.12.5.4).

12.1.3. Проверка вносимой нестабильности частоты прибором (п.12.5.5).

12.1.4. Определение отношения сигнала к шуму, вносимому компаратором (п.12.5.6).

### 12.2. Средства поверки

12.2.1. При проведении поверки должны применяться следующие средства поверки (табл. 5).

Таблица 5

Наименования средств поверки	Нормативно-технические характеристики (используемые параметры)
1. Анализатор спектра С4-48	Диапазон частот 10 Гц - 20 кГц. Динамический диапазон 80 дБ
2. Вольтметр ламповый ВК7-4	Диапазон частот 20 Гц - 700 МГц. Диапазон измеряемых напряжений 0,1 - 150 В
3. Милливольтметр ламповый ВЗ-37	Прибор может использоваться в качестве усилителя с коэффициентом усиления 100 и шириной полосы пропускания от 40 Гц до 30 МГц
4. Генератор кварцевый Ч1-40	Выходные частоты 1 и 5 МГц, отношение сигнал/шум на частотах более 110 Гц не менее 100 дБ для 5 МГц
5. Электронносчетный частотомер-периодомер ЧЗ-39	Диапазон измеряемых частот 10 Гц - 100 МГц Диапазон измеряемых интервалов времени $10^{-6}$ - 10 с.

Наименования средств поверки	Нормативно-технические характеристики (используемые параметры)
6. Милливольтметр самопишущий постоянного тока переносной Н39	Входное сопротивление не менее 200 кОм, пределы изменения 5 мВ - 100 В.

Примечания: 1. Допускается использование другой аппаратуры, имеющей аналогичные параметры. 2. Используемая аппаратура должна быть поверена в установленном порядке.

### 12.3. Условия поверки

12.3.1. При проведении поверки должны соблюдаться следующие условия:

- температура окружающей среды  $293 \pm 5^\circ \text{K}$  ( $20 \pm 5^\circ \text{C}$ );
- относительная влажность воздуха  $65 \pm 15\%$ ;
- атмосферное давление  $100 \pm 4 \text{ кН/м}^2$  ( $750 \pm 30 \text{ мм рт.ст.}$ );
- напряжение питающей сети  $220 \pm 11 \text{ В}$  частотой  $50 \pm 1 \text{ Гц}$  с содержанием гармоник до 5%.

Допускается проводить поверку в реально существующих условиях, отличных от приведенных, если они не выходят за пределы рабочих условий эксплуатации.

Питающая сеть не должна иметь резких скачков напряжения, рядом с рабочим местом не должно быть источников сильных магнитных полей.

### 12.4. Подготовка к поверке

12.4.1. Перед проведением поверки должны быть выполнены следующие подготовительные работы:

- произвести внешний осмотр прибора;
- проверить комплектность прибора (кроме ЗИП) и наличие технической документации;

- разместить прибор на рабочем месте, обеспечив при этом удобство работы;
- соединить проводом клеммы ЗЕМЛЯ поверяемого и применяемых для измерений приборов между собой и с земляной шиной помещения;
- до начала электрических измерений включить прибор в сеть и прогреть в течение не менее 10 мин.

## 12.5. Проведение поверки

### Внешний осмотр

12.5.1. При проведении внешнего осмотра должно быть проверено:

- отсутствие механических повреждений, влияющих на работоспособность прибора;
- наличие и прочность крепления органов настройки;
- чистота соединительных разъемов;
- исправность соединительных кабелей, переходов и т.д.
- отсутствие дефектов лакокрасочных покрытий и четкости маркировок;
- отсутствие отъединившихся или слабо закрепленных элементов схемы (определяется на слух при наклонах прибора).

При обнаружении дефектов прибор подлежит забракованию и направлению в ремонт.

### Опробование

12.5.2. При опробовании прибора определяется соответствие показаний стрелочного индикатора данным, приведенным в пп. 8.8 и 8.9 настоящего технического описания.

При обнаружении неисправности прибор подлежит забракованию и направлению в ремонт.

### Определение метрологических параметров

12.5.3. Частоты выходных сигналов и коэффициенты умножения разности частот входных сигналов проверяются одновременно по одной методике согласно структурной схеме рис.6.

На соответствующие входы компаратора подаются сигналы частоты 5 МГц от двух кварцевых генераторов (например, ЧГ-40). К разъему Выход I МГц подсоединяется электронносчетный частотомер (например, ЧЗ-39). Опорные сигналы на частотомер и на вход компаратора подаются от одного и того же кварцевого генератора. Устанавливается разность частот входных сигналов  $\Delta f$  любая, но не более максимальной допустимой,

$$\Delta f \leq \frac{10^3}{N} \text{ Гц}$$

где  $N$  - коэффициент умножения ( $N = 2; 20; 2 \cdot 10^2; 2 \cdot 10^3$ )

Измеряются выходные частоты при всех положениях переключателя КОЭФФИЦИЕНТ УМНОЖЕНИЯ. Выходные частоты должны быть:

- с разъема Выход I МГц -  $1 \text{ МГц} \pm N \Delta f$ ;
- с разъема Выход 10 кГц блока преобразователя (вставлен БЛОК ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЯ) -  $10 \text{ кГц} \pm /N - 2/\Delta f$ ;
- с разъема Выход блока фазовых детекторов (вставлен БЛОК ФАЗОВЫХ ДЕТЕКТОРОВ) -  $\pm /N - 2/\Delta f$ .

Выходные частоты с разъемов Выход 10 кГц и Выход БЛОКА ФАЗОВЫХ ДЕТЕКТОРОВ при  $N = 2$  не проверяются.

Коэффициент умножения разности частот входных сигналов определяется из выражения:

$$N = \frac{f_{\text{изм.}} - 1 \text{ МГц}}{\Delta f} \quad (1)$$

где:  $f_{\text{изм.}}$  - измеренные значения частот выходных сигналов при разных положениях переключателя КОЭФФИЦИЕНТ УМНОЖЕНИЯ.

Выходные частоты и коэффициент умножения проверяется при частоте входных сигналов 1 МГц аналогичным образом, кроме положения переключателя  $N = 10^4$ , для которого необходимо иметь отношение

$$\frac{U_c}{U_{ш}} \geq 110 \text{ дБ}$$

После этого вставляется блок преобразователя. К разъему Выход 10 кГц подсоединяется кабель длиной 1,5 м, нагруженный на сопротивление 1 кОм. Измеряется напряжение на этом сопротивлении ламповым вольтметром при всех положениях переключателя КОЭФФИЦИЕНТ УМНОЖЕНИЯ. Все измерения повторяются для частот входных сигналов 5 МГц.

Напряжения должны быть не менее 0,5 В.

12.5.5. Разрешающая способность измерений проверяется следующим образом.

Вносимая нестабильность прибором при временах усреднения от 100 с и более. На соответствующие входы компаратора подается сигнал частоты 5 МГц от одного кварцевого генератора, частота и напряжение которого устанавливаются в соответствии с пп.2.1 и 2.2. Вставляется блок фазовых детекторов. К гнездам Вых. Самописец подсоединяется самозаписывающий милливольтметр (например, ИЭМ-1). Переключатель ПОСТ.ВРЕМ. S ставится в положение  $10^{-1}$ . Переключатель КОЭФФИЦИЕНТ УМНОЖЕНИЯ ставится в положение  $2 \cdot 10^3$ . После часового прогрева прибора производится запись на ленте самописца не менее 30 мин. Зная скорость движения ленты самописца, можно определить период колебаний на выходе компаратора, соответствующий дрейфу фазы выходного напряжения, вносимому компаратором:

$$T = \frac{I}{V} \quad (2)$$

где:  $T$  - период колебаний, с;

$\ell$  - длина ленты самописца между двумя ближайшими максимумами или минимумами, мм;

$V$  - скорость движения ленты самописца мм/с.

Частота колебания будет равна:  $F = \frac{\ell}{T}$  (3).

Разрешающая способность измерений при времени усреднения более 100 с определяется из выражения:

$$\frac{\Delta f}{f_0} = \frac{F}{N \cdot f_0} = \frac{V}{\ell \cdot N \cdot f_0} \quad (4)$$

где  $N$  - коэффициент умножения;

$f_0$  - частота опорного сигнала.

Пример определения

вносимой нестабильности прибором за  
время усреднения 100 с

Пусть скорость движения ленты самописца  $V = 10$  мм/мин  $= 0,17$  мм/с;  
длина ленты самописца между двумя максимумами или минимумами  
200 мм, тогда:

$$\frac{\Delta f}{f_0} = \frac{V}{\ell \cdot N \cdot f_0} = \frac{0,17}{200 \cdot 2 \cdot 10^3 \cdot 5 \cdot 10^6} \approx 8 \cdot 10^{-14}$$

Определение нестабильности частоты, вносимой компаратором при времени усреднения от  $10^{-3}$  с до 1 с, производится следующим образом. Вставляется блок преобразователя. На вход компаратора подается сигнал частоты 5 МГц от одного кварцевого генератора, частота и напряжение которого устанавливается в соответствие с пп. 2.1 и 2.2. Подключение производят согласно рис.6. К разъему ВХОД 10 кГц подсоединяется электронносчетный частотомер-периодометр (например, ЧЗ-39), установленный в режиме измерения периода.

Переключатель КОЭФФИЦИЕНТ УМНОЖЕНИЯ ставится в положение  $2 \cdot 10^2$ .

Производится 20-30 измерений периода частоты 10 кГц, умноженного на  $10^4$ , что соответствует времени усреднения 1 с. Вносимая нестабильность прибором определяется из выражения:

$$\frac{\Delta f}{f} = \frac{\sqrt{\frac{\chi_1^2 + \chi_2^2 + \dots + \chi_n^2}{n-1}}}{f_0 \cdot N \cdot 10^4} \quad (5)$$

здесь обозначено:

$\chi$  - отклонение от номинального значения частоты 10<sup>4</sup> выраженное в герцах;

$n$  - число измерений;  $\chi = N_i - N_0$  (6).

где  $N_0 = 1 \cdot 10^8$  для 43-39

$N_0 = 1 \cdot 10^7$  для 43-38

$f_0 = 5 \cdot 10^6$  Гц;

$N$  - коэффициент умножения компаратора ( $N = 2 \cdot 10^2$ ).

Для определения нестабильности время усреднения 0,1; 0,01; 0,001 с переключатель МНОЖИТЕЛЬ ПЕРИОДА частотомера устанавливается соответственно в положение  $10^3$ ,  $10^2$ ,  $10$ .

При этом в знаменателе приведенной формулы множитель  $10^4$  заменяется соответственно на  $10^3$ ,  $10^2$ ,  $10$ .



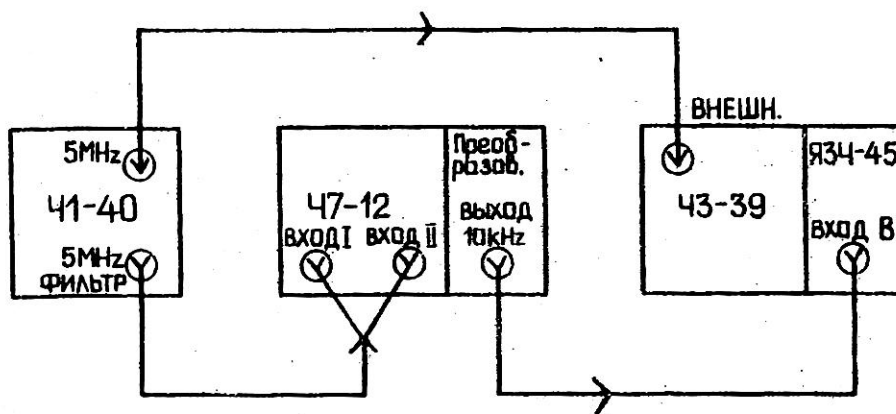


Рис.6. Структурная схема измерения нестабильности частоты, вносимой компаратором частоты 47-12

Пример определения вносимой нестабильности частоты компаратором частотным 47-12 за время усреднения 1 с

Пусть показания частотомера 43-39 (или 43-54) имеют значения:\*

- |                      |                       |
|----------------------|-----------------------|
| $N_1 = 100.000012$   | $N_{16} = 99.999999$  |
| $N_2 = 100.000014$   | $N_{17} = 100.000005$ |
| $N_3 = 100.000010$   | $N_{18} = 100.000004$ |
| $N_4 = 100.000011$   | $N_{19} = 100.000011$ |
| $N_5 = 100.000008$   | $N_{20} = 100.000010$ |
| $N_6 = 100.000004$   |                       |
| $N_7 = 100.000002$   |                       |
| $N_8 = 100.000000$   |                       |
| $N_9 = 99.999988$    |                       |
| $N_{10} = 99.999986$ |                       |
| $N_{11} = 99.999990$ |                       |
| $N_{12} = 99.999994$ |                       |
| $N_{13} = 99.999989$ |                       |
| $N_{14} = 99.999992$ |                       |
| $N_{15} = 99.999998$ |                       |

Определяем значения  $X$  и  $X^2$  по формуле 6

$X_1 = 100.000012 - 100.000000 = 12$	$X_1^2 = 12^2 = 144$
$X_2 = 100.000014 - 100.000000 = 14$	$X_2^2 = 14^2 = 196$
$X_3 = 100.000010 - 100.000000 = 10$	$X_3^2 = 10^2 = 100$
$X_4 = 100.000011 - 100.000000 = 11$	$X_4^2 = 11^2 = 121$
$X_5 = 100.000008 - 100.000000 = 8$	$X_5^2 = 8^2 = 64$
$X_6 = 100.000004 - 100.000000 = 4$	$X_6^2 = 4^2 = 16$
$X_7 = 100.000002 - 100.000000 = 2$	$X_7^2 = 2^2 = 4$
$X_8 = 100.000000 - 100.000000 = 0$	$X_8^2 = 0^2 = 0$
$X_9 = 99.999988 - 100.000000 = -12$	$X_9^2 = (-12)^2 = 144$
$X_{10} = 99.999986 - 100.000000 = -14$	$X_{10}^2 = (-14)^2 = 196$
$X_{11} = 99.999990 - 100.000000 = -10$	$X_{11}^2 = (-10)^2 = 100$
$X_{12} = 99.999994 - 100.000000 = -6$	$X_{12}^2 = (-6)^2 = 36$
$X_{13} = 99.999989 - 100.000000 = -11$	$X_{13}^2 = (-11)^2 = 121$
$X_{14} = 99.999992 - 100.000000 = -8$	$X_{14}^2 = (-8)^2 = 64$
$X_{15} = 99.999998 - 100.000000 = -2$	$X_{15}^2 = (-2)^2 = 4$
$X_{16} = 99.999999 - 100.000000 = -1$	$X_{16}^2 = (-1)^2 = 1$
$X_{17} = 100.000005 - 100.000000 = 5$	$X_{17}^2 = 5^2 = 25$
$X_{18} = 100.000004 - 100.000000 = 4$	$X_{18}^2 = 4^2 = 16$
$X_{19} = 100.000011 - 100.000000 = 11$	$X_{19}^2 = 11^2 = 121$
$X_{20} = 100.000010 - 100.000000 = 10$	$X_{20}^2 = 10^2 = 100$

Далее находим сумму значения

$$\begin{aligned} (X_1^2 + X_{20}^2) \sum_{X=1}^{X=20} &= 144 + 196 + 100 + 121 + 64 + 16 + 4 + 0 + 144 \\ &+ 196 + 100 + 36 + 121 + 64 + 4 + 1 \\ &+ 25 + 16 + 121 + 100 = 1768 \end{aligned}$$

По формуле 5 определяем

$$\frac{\Delta f}{f} = \frac{\sqrt{\frac{1573}{20 - 1}}}{5 \cdot 10^6 \cdot 2 \cdot 10^2 \cdot 10^4} \approx 9,2 \cdot 10^{-13}$$

первая слева цифра "1" ( $N_1 + 8$  и  $N_{17} + 20$ ) не индицируется, т.к. табло счетчика восьмиразрядное

12.5.6. Для определения отношения сигнала к шуму, вносимому прибором, вставляется блок фазовых детекторов. К одному из разъемов Выход ФДІ или Выход ФДІІ подсоединяется анализатор гармоник С4-48. Переключатель ПОСТ.ВРЕМ.С устанавливается в положение  $10^{-5}$ . На выходы компаратора подаются сигналы от двух кварцевых генераторов, частоты и напряжения которых устанавливаются в соответствии с пп.2.1 и 2.2, разность частот которых не превышает  $\pm 1 \cdot 10^{-6}$ . Переключатель КОЭФФИЦИЕНТ УМНОЖЕНИЯ устанавливается в положение  $2 \cdot 10^2$ . С помощью анализатора гармоник С4-40 измеряется напряжение разностной частоты  $U_c$ . После этого один из кварцевых генераторов отсоединяется и на вход компаратора подается сигнал от одного кварцевого генератора. С помощью анализатора гармоник измеряется напряжение шумов  $U_{ш}$  на частотах анализа 20 Гц, 50 Гц, 100 Гц, 1 кГц. Вычисляется спектральная плотность фазовых флуктуаций:

$$K = \frac{U_c \cdot N \cdot \sqrt{2}}{U_{ш}} = 20 \lg \left( \frac{U_c \cdot N \cdot \sqrt{2}}{U_{ш}} \right) \text{ дБ} \quad (6)$$

Пример определения отношения сигнала к шуму вносимым прибором.

Пусть  $U_c = 1,7 \text{ В}$ , а  $U_{ш} = 0,5 \text{ мВ}$  на частоте анализа 50 Гц, тогда по формуле (6) определяем

$$K(\text{дБ}) = \frac{1,7 \cdot 2 \cdot 10^2 \cdot 2}{0,5 \cdot 10^{-3}} = 20 \lg (9,52 \cdot 10^5) = 119,6 \text{ дБ}$$

Оформление результатов поверки

12.4. Положительные результаты первичной поверки должны оформляться путем записи в формуляре прибора, заверенной поверителем с нанесением оттиска поверительного клейма.

Положительные результаты периодической государственной или ведомственной поверки должны оформляться в установленном порядке с выполнением соответствующих записей в формуляре прибора.

В случае отрицательных результатов поверки выпуск приборов в обращение и применение запрещается. При этом на прибор выдается извещение о непригодности *его* к применению.