

РЕСПУБЛИКА БЕЛАРУСЬ

ОАО «МНИПИ»



ЧАСТОТОМЕРЫ  
ЭЛЕКТРОННО - СЧЕТНЫЕ  
ЧЗ-96

МЕТОДИКА ПОВЕРКИ



ЕАС



Система обеспечения единства измерений  
Республики Беларусь

**ЧАСТОТОМЕРЫ  
ЭЛЕКТРОННО-СЧЕТНЫЕ  
ЧЗ-96**

**Методика поверки  
УШЯИ.411186.006 МП  
МРБ МП. 2686-2017**

## Содержание

|        |   |    |
|--------|---|----|
| 1      | Нормативные ссылки .....  | 3  |
| 2      | Операции поверки .....  | 4  |
| 3      | Средства поверки .....  | 5  |
| 4      | Требования к квалификации поверителей .....   | 6  |
| 5      | Требования безопасности .....   | 6  |
| 6      | Условия поверки .....   | 6  |
| 7      | Подготовка к поверке .....  | 7  |
| 8      | Проведение поверки .....  | 7  |
| 8.1    | Внешний осмотр .....  | 7  |
| 8.2    | Проверка электрической прочности изоляции и<br>сопротивления защитного заземления ..... | 7  |
| 8.3    | Опробование .....   | 8  |
| 8.3.1  | Проверка частотомера в режиме самоконтроля .....  | 8  |
| 8.3.2  | Подтверждение соответствия программного обеспечения .....                               | 8  |
| 8.3.3  | Проверка работоспособности в режиме измерения частоты .....                             | 8  |
| 8.3.4  | Проверка работоспособности в режиме измерения периода .....                             | 10 |
| 8.3.5  | Проверка работоспособности в режиме измерения<br>длительности импульсов .....           | 11 |
| 8.3.6  | Проверка работоспособности в режиме измерения<br>интервалов времени .....               | 12 |
| 8.3.7  | Проверка работоспособности в режиме измерения<br>отношения частот .....                 | 13 |
| 8.3.8  | Проверка работоспособности в режиме счета числа импульсов .....                         | 13 |
| 8.3.9  | Проверка работоспособности в режиме измерения<br>коэффициента заполнения .....          | 14 |
| 8.3.10 | Проверка работы частотомера от внешнего источника<br>опорной частоты .....              | 15 |
| 8.4    | Определение метрологических характеристик .....   | 15 |
| 9      | Оформление результатов поверки .....  | 20 |
|        | Приложение А (рекомендуемое) Форма протокола поверки .....                              | 21 |
|        | Библиография .....  | 26 |



## Библиография

- [1] ТУ ВУ 100039847.150-2017 Частотомеры электронно-счетные ЧЗ-96. Технические условия
- [2] Правила осуществления метрологической оценки для утверждения типа средств измерений и стандартных образцов, утвержденные постановлением Государственного комитета по стандартизации Республики Беларусь от 20 апреля 2021 г. № 38
- [3] Правила осуществления метрологической оценки в виде работ по государственной поверке средств измерений, утвержденные постановлением Государственного комитета по стандартизации Республики Беларусь от 21 апреля 2021 г. № 40
- [4] УШЯИ.411186.006 РЭ Частотомер электронно-счетный ЧЗ-96. Руководство по эксплуатации

Настоящая методика поверки (далее – МП)<sup>1</sup> распространяется на частотомеры электронно-счетные ЧЗ-96 и ЧЗ-96/1 (далее - частотомеры), выпускаемые по [1], производства ОАО «МНИПИ» и устанавливает методы и средства поверки.

Частотомеры предназначены для измерения частоты и периода синусоидальных и импульсных сигналов, измерения длительности импульсов, отношения частот электрических сигналов, интервалов времени, коэффициента заполнения, разности фаз, счета числа импульсов.

Настоящая МП разработана в соответствии с требованиями [2], [3].

## **1 Нормативные ссылки**

В настоящей МП использованы ссылки на следующие технические нормативные правовые акты в области технического нормирования и стандартизации (далее - ТНПА):

ТКП 181-2009 Правила технической эксплуатации электроустановок потребителей

ТКП 427-2012 Правила техники безопасности при эксплуатации электроустановок

ГОСТ IEC 61010-1-2014 Безопасность электрических контрольно-измерительных приборов и лабораторного оборудования. Часть 1. Общие требования.

Примечание – При пользовании настоящей МП целесообразно проверить действие ссылочных документов на официальном сайте Национального фонда технических нормативных правовых актов в глобальной компьютерной сети Интернет.

Если ссылочные документы заменены (изменены), то при пользовании настоящей МП следует руководствоваться действующими взамен документами. Если ссылочные документы отменены без замены, то положение, в котором дана ссылка на них, применяется в части, не затрагивающей эту ссылку.

---

<sup>1</sup> МП в редакции с изменением № 1



## 2 Операции поверки

2.1 При проведении поверки выполняют операции, указанные в таблице 2.1.

Таблица 2.1 - Операции поверки

| Наименование операции   | Номер пункта МП | Проведение операции при |                     |
|---|-----------------|-------------------------|---------------------|
|   |                 | первичной поверке       | последующей поверке |
| 1 Внешний осмотр  | 8.1             | Да                      | Да                  |
| 2 Проверка электрической прочности изоляции и сопротивления защитного заземления  | 8.2             | Да                      | Нет                 |
| 3 Опробование   | 8.3             |                         |                     |
| 3.1 Проверка частотомера в режиме самоконтроля  | 8.3.1           | Да                      | Да                  |
| 3.2 Подтверждение соответствия программного обеспечения   | 8.3.2           | Да                      | Нет                 |
| 3.3 Проверка работоспособности в режиме измерения частоты   | 8.3.3           | Да                      | Да                  |
| 3.4 Проверка работоспособности в режиме измерения периода   | 8.3.4           | Да                      | Да                  |
| 3.5 Проверка работоспособности в режиме измерения длительности импульсов  | 8.3.5           | Да                      | Да                  |
| 3.6 Проверка работоспособности в режиме измерения интервалов времени  | 8.3.6           | Да                      | Да                  |
| 3.7 Проверка работоспособности в режиме измерения отношения частот  | 8.3.7           | Да                      | Да                  |
| 3.8 Проверка работоспособности в режиме счета числа импульсов   | 8.3.8           | Да                      | Да                  |
| 3.9 Проверка работоспособности в режиме измерения коэффициента заполнения   | 8.3.9           | Да                      | Да                  |
| 3.10 Проверка работы частотомера от внешнего источника опорной частоты  | 8.3.10          | Да                      | Да                  |
| 4 Определение метрологических характеристик   | 8.4             | Да                      | Да                  |
| 4.1 Определение относительной погрешности частоты встроенного опорного генератора   | 8.4.1           | Да                      | Да                  |
| 4.2 Определение относительной погрешности измерения частоты   | 8.4.2           | Да                      | Да                  |
| 4.3 Определение относительной погрешности измерения периода   | 8.4.3           | Да                      | Да                  |
| Примечание - Если при проведении той или иной операции поверки получают отрицательный результат, дальнейшую поверку прекращают. |                 |                         |                     |

**А.4.3 Определение относительной погрешности измерения периода:**

- определение составляющей относительной погрешности измерения периода, обусловленной дискретностью счета  $\frac{T_c}{n \cdot T_x}$ , таблица А.7;

- определение составляющей относительной погрешности запуска  $\delta_{\text{зап}}$ , таблица А.8.

**Таблица А.7 - Результаты измерений и оценка составляющей относительной погрешности измерения периода, обусловленной дискретностью счета**

| Параметры входного сигнала |            | Метки времени, с | Число усредняемых периодов (N) | Пределы допускаемых показаний частотомера, мкс | Результаты измерений, мкс |        |
|----------------------------|------------|------------------|--------------------------------|--|---------------------------|--------|
| Период (частота)           | Напряжение |                  |                                |  | Вход А                    | Вход С |
| 10 мкс<br>(100 кГц)        | 0,02 В     | 10 <sup>-6</sup> | 1                              | 10 ± 1   |                           |        |
|                            |            |                  | 10                             | 10,0 ± 0,1                                     |                           |        |
|                            |            |                  | 100                            | 10,00 ± 0,01                                   |                           |        |
|                            |            |                  | 1 К                            | 10,000 ± 0,001                                 |                           |        |
|                            |            |                  | 10 К                           | 10,0000 ± 0,0001                               |                           |        |
|                            |            |                  | 100 К                          | 10,00000 ± 0,00001                             |                           |        |
| 1 мкс<br>(1000 кГц)        | 0,02 В     |                  | 10                             | 1,0 ± 0,1                                      |                           |        |
|                            |            |                  | 100                            | 1,00 ± 0,01                                    |                           |        |
|                            |            |                  | 1 К                            | 1,000 ± 0,001                                  |                           |        |
|                            |            |                  | 10 К                           | 1,0000 ± 0,0001                                |                           |        |
|                            |            |                  | 100 К                          | 1,00000 ± 0,00001                              |                           |        |

**Таблица А.8 - Результаты измерений и оценка составляющей относительной погрешности запуска  $\delta_{\text{зап}}$**

| Параметры входного сигнала |               | Метки времени, с | Число усредняемых периодов (N) | Пределы допускаемых показаний частотомера, мс | Результаты измерений, мс |        |
|----------------------------|---------------|------------------|--------------------------------|---|--------------------------|--------|
| Период, мс                 | Напряжение, В |                  |                                |   | Вход А                   | Вход С |
| 110                        | 0,02          | 10 <sup>-4</sup> | 1                              | 110,0 ± 3,3                                   |                          |        |
| 10                         |               | 10 <sup>-5</sup> | 1                              | 10,00 ± 0,33                                  |                          |        |

Заключение \_\_\_\_\_  
соответствует/не соответствует

Свидетельство (заключение о непригодности) № \_\_\_\_\_

Поверитель \_\_\_\_\_  
подпись, расшифровка подписи

**Таблица А.4 - Проверка работоспособности в режиме измерения коэффициента заполнения**

| Параметры входного сигнала |                   |               |               | Пределы допускаемых показаний частотомера | Результаты измерений |        |
|----------------------------|-------------------|---------------|---------------|---|----------------------|--------|
| Период, мкс                | Длительность, мкс | Напряжение, В | Полярность    |   | Вход А               | Вход С |
| 100000                     | 99990             | 0,05          | Положительная | (999,88 – 999,92) E-3                     |                      |        |
|                            | 5000              |               |               | (49,989 – 50,105) E-3                     |                      |        |
|                            | 1000              |               |               | (9,989 – 10,101) E-3                      |                      |        |

Проверка работы частотомера от внешнего источника опорной частоты \_\_\_\_\_

А.4 Определение метрологических характеристик \_\_\_\_\_

А.4.1 Определение относительной погрешности частоты встроенного опорного генератора

**Таблица А.5 – Результаты измерений и оценка относительной погрешности частоты встроенного опорного генератора**

| Определение относительной погрешности частоты встроенного опорного генератора | Значение относительной погрешности |                       |
|---|------------------------------------|-----------------------|
|   | измеренное                         | допускаемое           |
| Относительная погрешность частоты на интервале 12 мес $\delta_{012}$          |                                    | $\pm 5 \cdot 10^{-8}$ |
| Относительная погрешность частоты $\delta_0$                                  |                                    | $\pm 5 \cdot 10^{-9}$ |

Значение калибровочного числа \_\_\_\_\_

А.4.2 Определение относительной погрешности измерения частоты

Определение составляющей относительной погрешности измерения частоты, обусловленной дискретностью счета  $\frac{K}{f_s \cdot \tau_{сч}}$

**Таблица А.6 - Результаты измерений и оценка составляющей относительной погрешности измерения частоты, обусловленной дискретностью счета**

| Параметры входного сигнала |                       | Время счета | Пределы допускаемых показаний частотомера | Результаты измерений МГц (ГГц) |        |
|----------------------------|-----------------------|-------------|---|--------------------------------|--------|
| Частота, кГц               | Напряжение (мощность) |             |   | Вход А                         | Вход С |
| Частотомер ЧЗ-96           |                       |             |   |                                |        |
| 100000                     | 0,02 В                | 1 мс        | (100,000 ± 0,001) МГц                     |                                |        |
|                            |                       | 10 мс       | (100,0000 ± 0,0001) МГц                   |                                |        |
|                            |                       | 100 мс      | (100,00000 ± 0,00001) МГц                 |                                |        |
|                            |                       | 1 с         | (100,000000 ± 0,000001) МГц               |                                |        |
|                            |                       | 10 с        | 99,9999999 МГц или OL                     |                                |        |
| 1200000                    | 0,03 В                | 1 мс        | (1,200000 ± 0,000016) ГГц                 | Вход В                         |        |
|                            |                       | 10 мс       | (1,2000000 ± 0,0000016) ГГц               |                                |        |
|                            |                       | 100 мс      | (1,20000000 ± 0,00000016) ГГц             |                                |        |
| Частотомер ЧЗ-96/1         |                       |             |   |                                |        |
| 100000                     | 0,02 В                | 1 мс        | (100,000 ± 0,001) МГц                     |                                |        |
|                            |                       | 10 мс       | (100,0000 ± 0,0001) МГц                   |                                |        |
|                            |                       | 100 мс      | (100,00000 ± 0,00001) МГц                 |                                |        |
|                            |                       | 1 с         | (100,000000 ± 0,000001) МГц               |                                |        |
|                            |                       | 10 с        | 99,9999999 МГц или OL                     |                                |        |
| 1200000                    | -15 дБм               | 1 мс        | (1,200000 ± 0,000016) ГГц                 | Вход В                         |        |
|                            |                       | 10 мс       | (1,2000000 ± 0,0000016) ГГц               |                                |        |
|                            |                       | 100 мс      | (1,20000000 ± 0,00000016) ГГц             |                                |        |

### 3 Средства поверки

3.1 При проведении поверки применяют средства поверки, указанные в таблице 2.2.

Таблица 3.1 – Средства поверки

| Номер пункта МП                      | Наименование и тип (условное обозначение) эталонов и вспомогательных средств поверки, их метрологические и основные технические характеристики, обозначение ТНПА  |
|--------------------------------------|---|
| 6.1                                  | Гигрометр – термометр цифровой ГТЦ-1:<br>- диапазон измерения температуры от минус 30 °С до плюс 60 °С;<br>- пределы допускаемой абсолютной погрешности измерения температуры $\pm 0,6$ °С;<br>- диапазон измерения относительной влажности от 10 % до 100 %, пределы допускаемой абсолютной погрешности измерения относительной влажности $\pm 3$ %.<br>Барометр – anerоид БАММ-1: диапазон измерений от 80 до 106 кПа, пределы допускаемой основной погрешности $\pm 0,2$ кПа |
| 8.2                                  | Установка высоковольтная измерительная (испытательная) УПУ-22. Диапазон выходного напряжения постоянного и переменного тока от 0 до 5 кВ, пределы допускаемой приведенной погрешности $\pm 3$ %. Сопротивление 0,01 Ом, пределы допускаемой приведенной погрешности $\pm 5$ %   |
| 8.3.3,<br>8.3.4,<br>8.3.10           | Генератор сигналов низкочастотный ГЗ-112/1.<br>Диапазон частот от 10 до $10 \cdot 10^6$ Гц, пределы допускаемой погрешности $\pm 3$ %. Выходное напряжение от 0,1 до 10 В, пределы допускаемой погрешности $\pm 6$ %  |
| 8.3.3,<br>8.3.4,<br>8.4.3            | Генератор сигналов низкочастотный прецизионный ГЗ-122.<br>Диапазон частот от 0,001 Гц до 2 МГц; пределы допускаемой погрешности $\pm 5 \cdot 10^{-7}$ . Выходное напряжение от 0,2 мВ до 2,5 В, пределы допускаемой погрешности $\pm 4$ %   |
| 8.3.3,<br>8.4.2                      | Генератор сигналов MG3692C. Диапазон частот от 0,01 Гц до 20 ГГц, пределы допускаемой погрешности $\pm 2 \cdot 10^{-9}$ . Мощность от минус 15 дБм до плюс 15 дБм, пределы допускаемой погрешности $\pm 0,6$ дБ   |
| 8.3.3 -<br>8.3.5,<br>8.3.7,<br>8.3.8 | Генератор сигналов высокочастотный программируемый Г4-164.<br>Диапазон частот от 0,1 до 640 МГц, пределы допускаемой погрешности $\pm 5 \cdot 10^{-7}$ . Выходное напряжение от 32 мкВ до 2 В, пределы допускаемой погрешности $\pm 1$ дБ   |
| 8.3.3 -<br>8.3.9                     | Генератор импульсов Г5-60. Длительность импульсов $\tau$ от 10 нс до 10 с, пределы допускаемой погрешности $\pm (1 \cdot 10^{-6} \tau + 10 \text{ нс})$ .<br>Период повторения T от 100 нс до 10 с, пределы допускаемой погрешности $\pm 1 \cdot 10^{-6} \cdot T$ . Амплитуда импульсов U от 0,01 до 10 В, пределы допускаемой погрешности $\pm (0,03 U + 2 \text{ мВ})$  |
| 8.3.3,<br>8.3.10,<br>8.4.2           | Милливольтметр ВЗ-36.<br>Выходное напряжение от 0,01 до 3 В в диапазоне частот от 10 кГц до 1 ГГц, пределы допускаемой погрешности $\pm 4$ %  |
| 8.3.3                                | Ваттметр МЗ-54. Диапазон частот от 0 до 17,85 ГГц.<br>Мощность от $10^{-4}$ до 1 Вт, пределы допускаемой погрешности $\pm 6$ %  |

### Продолжение таблицы 3.1

| Номер пункта МП  | Наименование и тип (условное обозначение) эталонов и вспомогательных средств поверки, их метрологические и основные технические характеристики, обозначение ТНПА                   |
|--|--|
| 8.3.3  | Ваттметр МЗ-90. Диапазон частот от 0,02 до 17,85 ГГц.<br>Мощность от $10^{-7}$ до $10^{-2}$ Вт, пределы допускаемой погрешности $\pm 6\%$  |
| 8.3.10   | Частотомер электронно-счетный ЧЗ-88. Диапазон частот от 0,1 до 10 МГц, пределы допускаемой относительной погрешности по частоте опорного генератора $\pm 1 \cdot 10^{-7}$ (за год) |
| 8.4.1  | Стандарт частоты СЧВ-74. Сигнал частотой 5 МГц,<br>пределы допускаемой относительной погрешности $\pm 3,65 \cdot 10^{-10}$   |
|  | Компаратор частоты Ч7-39. Сличение частот 5 МГц,<br>нестабильность частоты $\pm 1 \cdot 10^{-11}$  |
| 8.4.2  | Синтезатор частоты Ч6-71. Диапазон частот от 10 до 1300 МГц,<br>погрешность внешнего опорного сигнала $\pm 1 \cdot 10^{-9}$  |
| <b>Примечания</b><br>1 Допускается применять другие средства поверки, обеспечивающие определение метрологических характеристик поверяемых частотомеров с требуемой точностью.<br>2 Все средства поверки, должны иметь действующие клейма и (или) свидетельства о поверке (калибровке). |  |

## 4 Требования к квалификации поверителей

4.1 К проведению измерений при поверке и (или) обработке результатов измерений допускают лиц, имеющих необходимую квалификацию в области обеспечения единства измерений.

4.2 Перед проведением поверки поверитель должен ознакомиться с настоящей МП, эксплуатационной документацией (далее – ЭД) на поверяемый частотомер [4] и на применяемые средства поверки.

## 5 Требования безопасности

5.1 При проведении поверки должны быть соблюдены требования безопасности, установленные в ТКП 181, ТКП 427, а также меры безопасности, изложенные в [4] и в ЭД на применяемые средства поверки.

5.2 Перед проведением операций поверки средства поверки, подлежащие заземлению, должны быть надежно заземлены. Подсоединение зажимов защитного заземления к контуру заземления должно быть проведено ранее других.

## 6 Условия поверки

6.1 При проведении поверки должны быть соблюдены следующие условия:

- температура окружающего воздуха  $(20 \pm 5)^\circ\text{C}$ ;
- относительная влажность воздуха от 30 % до 80 %;
- атмосферное давление от 84 до 106,7 кПа;
- напряжение питающей сети частотой 50 Гц  $(230 \pm 23)$  В.

Продолжение таблицы А.1

| Параметры входного сигнала                                 |                                   | Дели-<br>тель | Входное<br>сопро-<br>тивление | Время счета<br>(число усред-<br>нений - N) | Метки<br>времени,<br>с | Результаты<br>измерений |        |
|--|-----------------------------------|---------------|-------------------------------|--|------------------------|-------------------------|--------|
| Напряже-<br>ние<br>(мощность)                              | Частота (период,<br>длительность) |               |                               |  |                        | Вход А                  | Вход С |
| <b>Измерение длительности импульсов (режим "nΔt")</b>      |                                   |               |                               |  |                        |                         |        |
| 0,05 В   | τ = 1 мкс, T = 100 мкс            | 1:1           | 50 Ом                         | -  | 10 <sup>-8</sup>       | -                       | -      |
|  | полярность положит.               |               |                               |  |                        |                         |        |
|  | полярность отрицат.               |               |                               |  |                        |                         |        |
| 10 В   | полярность положит.               | 1:10          |                               |  |                        |                         |        |
|  | полярность отрицат.               |               |                               |  |                        |                         |        |
| <b>Измерение длительности импульсов (режим "nΔt/1 нс")</b> |                                   |               |                               |  |                        |                         |        |
| 170 мВ<br>(СКЗ)  | f = 5 МГц                         | 1:1           | 50 Ом                         | -  | -                      |                         |        |
|  | f = 10 МГц                        |               |                               |  |                        |                         |        |
|  | f = 50 МГц                        |               |                               |  |                        |                         |        |

Таблица А.2 - Проверка работоспособности в режиме измерения интервалов времени

| Параметры входного сигнала |                         |                         |                    | Метки<br>времени,<br>с | Пределы допускаемых<br>показаний<br>частотомера, мкс | Результаты<br>измерений,<br>мкс |
|----------------------------|-------------------------|-------------------------|--------------------|------------------------|--|---------------------------------|
| Период,<br>мкс             | D <sub>1</sub> ,<br>мкс | D <sub>2</sub> ,<br>мкс | Напря-<br>жение, В |                        |  |                                 |
| 10                         | 1                       | 2                       | 1,0 В              | 10 <sup>-8</sup>       | 1,00 ± 0,02  |                                 |
| 10                         | 3                       |                         |                    |                        | 3,00 ± 0,02  |                                 |
| 10                         | 5                       |                         |                    |                        | 5,00 ± 0,02  |                                 |
| 10                         | 0,5                     |                         |                    |                        | 0,50 ± 0,02  |                                 |
| 100                        | 40                      |                         |                    |                        | 40,00 ± 0,02   |                                 |

Таблица А.3 - Проверка работоспособности в режиме измерения отношения частот

| Параметры входного<br>сигнала |         | Вход<br>чasto-<br>томера | Отношение<br>частот<br>сигналов<br>по входам | Число<br>усредняемых<br>периодов (N) | Пределы<br>допускаемых<br>показаний<br>частотомера | Результаты<br>измерений |
|-------------------------------|---------|--------------------------|--|--------------------------------------|--|-------------------------|
| Напря-<br>жение, В            | Частота |                          |  |                                      |  |                         |
| 0,05                          | 200 МГц | A                        | f(A)/f(C)                                    | 1                                    | (200,000 ± 0,001) E3                               |                         |
| 0,05                          | 1 кГц   | C                        |  |                                      |  |                         |
| 0,02                          | 1 МГц   | A                        |  | 100 K                                | 1,00000 ± 0,00001                                  |                         |
| 0,05                          | 1 МГц   | C                        |  |                                      |  |                         |
| 0,05                          | 1 МГц   | A                        |  |                                      |  |                         |
| 0,05                          | 200 МГц | C                        | f(C)/f(A)                                    | 1                                    | (200,000 ± 0,001) E3                               |                         |
| 0,05                          | 1 кГц   | A                        |  |                                      |  |                         |
| 0,05                          | 200 МГц | C                        |  | 100 K                                | 1,00000 ± 0,00001                                  |                         |
| 0,02                          | 1 МГц   | C                        |  |                                      |  |                         |
| 0,05                          | 200 МГц | A                        |  |                                      |  |                         |
| 0,05                          | 1 МГц   | C                        | f(B)/f(C)                                    | 1                                    | (200,000 ± 0,016) E3*                              |                         |
| 0,05                          | 1 кГц   | C                        |  |                                      |  |                         |
| 0,04                          | 200 МГц | B                        |  | 100                                  | 200,00 ± 0,16 *                                    |                         |
| 0,05                          | 1 МГц   | A                        |  |                                      |  |                         |
| 0,05                          | 1 МГц   | A                        |  |                                      |  | 200,00 ± 0,64 **        |

\* Пределы допускаемых показаний приведены для частотомера ЧЗ-96.

\*\* Пределы допускаемых показаний приведены для частотомера ЧЗ-96/1.

Проверка работоспособности в режиме счета числа импульсов \_\_\_\_\_

**Таблица А.1 - Проверка работоспособности в режимах измерения частоты, периода, длительности импульсов**

| Параметры входного сигнала                       |   | Дели-<br>тель | Входное<br>сопро-<br>тивление | Время счета<br>(число усред-<br>нений - N) | Метки<br>времени,<br>с | Результаты<br>измерений |        |
|--|---|---------------|-------------------------------|--|------------------------|-------------------------|--------|
| Напряжение<br>(мощность)                         | Частота (период,<br>длительность)   |               |                               |  |                        | Вход А                  | Вход С |
| <b>Частотомеры ЧЗ-96, ЧЗ-96/1</b>                |   |               |                               |  |                        |                         |        |
| <b>Измерение частоты синусоидального сигнала</b> |   |               |                               |  |                        | Вход А                  | Вход С |
| 0,02 В   | 1 Гц  | 1:1           | 1 МОм                         | 10 с                                       | -                      |                         |        |
|  | 100 Гц  |               |                               | 1 с  |                        |                         |        |
|  | 10 кГц  |               |                               | 50 Ом                                      |                        | 1 с                     |        |
| 100 МГц  |   |               |                               |  |                        |                         |        |
| 0,03 В   | 170 МГц   |               |                               |  |                        |                         |        |
| 0,05 В   | 200 МГц   |               |                               |  |                        |                         |        |
| 1 В  | 1 МГц   | 1:1           | 1 МОм                         | 10 мс                                      |                        |                         |        |
| 2 В  |   | 1:10          |                               |  |                        |                         |        |
| 10 В   |   |               |                               |  |                        |                         |        |
| <b>Частотомер ЧЗ-96</b>                          |   |               |                               |  |                        |                         |        |
|  |   |               |                               |  |                        | Вход В                  |        |
| 0,03 В   | 100 МГц   | -             | -                             | 100 мс                                     | -                      |                         |        |
| 10 мВт   |   |               |                               | 10 мс                                      |                        |                         |        |
| -17 дБм  |   |               |                               | 1200 МГц                                   |                        |                         |        |
| -10 дБм  |   |               |                               | 2500 МГц                                   |                        |                         |        |
| +10 дБм  | 3200 МГц  |               |                               |  |                        |                         |        |
| <b>Частотомер ЧЗ-96/1</b>                        |   |               |                               |  |                        |                         |        |
| -15 дБм  | 0,2 ГГц   | -             | -                             | 10 мс                                      | -                      |                         |        |
|  | 1 ГГц   |               |                               |  |                        |                         |        |
|  | 4 ГГц   |               |                               |  |                        | 10 мс                   |        |
| +10 дБм  | 6 ГГц   |               |                               |  |                        |                         |        |
| -10 дБм  | 8 ГГц   |               |                               |  |                        |                         |        |
| 0 дБм  | 10 ГГц  |               |                               |  |                        |                         |        |
| <b>Частотомеры ЧЗ-96, ЧЗ-96/1</b>                |   |               |                               |  |                        |                         |        |
| <b>Измерение частоты импульсного сигнала</b>     |   |               |                               |  |                        | Вход А                  | Вход С |
| 0,05 В   | τ = 10 нс, T = 100 нс,<br>f = 10 МГц,<br>полярность положит.<br>полярность отрицат. | 1:1           | 50 Ом                         | 10 мс                                      | -                      | -                       | -      |
|  |   |               |                               |  |                        |                         |        |
| <b>Измерение периода синусоидального сигнала</b> |   |               |                               |  |                        | Вход А                  | Вход С |
| 0,05 В   | T = 5 нс (f = 200 МГц)  | 1:1           | 50 Ом                         | (100 К)                                    | 10 <sup>-8</sup>       |                         |        |
|  |   |               |                               | (10 К)                                     | 10 <sup>-7</sup>       |                         |        |
| 0,02 В   | T = 10 нс (f = 100 МГц)<br>T = 1 мкс (f = 1 МГц)                                    | 1:1           | 1 МОм                         | (10 К)                                     | 10 <sup>-7</sup>       |                         |        |
|  |   |               |                               | (100 К)                                    | 10 <sup>-8</sup>       |                         |        |
|  | (10 К)  |               |                               | 10 <sup>-7</sup>                           |                        |                         |        |
|  | (1 К)   |               |                               | 10 <sup>-5</sup>                           |                        |                         |        |
|  | (100)   |               |                               | 10 <sup>-3</sup>                           |                        |                         |        |
| 10 В   | T = 100 мкс (f = 10 кГц)  | 1:10          | 1 МОм                         | (100)                                      | 10 <sup>-5</sup>       |                         |        |
| <b>Измерение периода импульсного сигнала</b>     |   |               |                               |  |                        |                         |        |
| 0,05 В   | τ = 10 нс, T = 100 нс,<br>полярность положит.<br>полярность отрицат.                | 1:1           | 50 Ом                         | (10 К)                                     | 10 <sup>-7</sup>       | -                       | -      |
|  |   |               |                               |  |                        |                         |        |
|  |   |               |                               |  |                        |                         |        |

## **7 Подготовка к поверке**

**7.1** Перед проведением поверки частотомер выдержать в условиях, установленных в 6.1 не менее 4 ч.

**7.2** Средства поверки подготовить к работе в соответствии с их ЭД.

**7.3** При подготовке к поверке частотомера должны быть выполнены подготовительные работы, указанные в [4].

**7.4** Частотомер обеспечивает работоспособность через 1 мин после включения, а метрологические характеристики – через 1 ч (кроме 8.4.1).

## **8 Проведение поверки**

### **8.1 Внешний осмотр**

**8.1.1** При проведении внешнего осмотра устанавливают соответствие поверяемого частотомера следующим требованиям:

- соответствие комплектности требованиям [4];
- функционирование органов управления, четкость фиксации их положения, наличие вставок плавких и их соответствие маркировочным надписям;
- сохранность пломб, отсутствие механических повреждений;
- чистота и исправность разъемов, четкость маркировочных надписей.

**8.1.2** Результаты внешнего осмотра считают положительными при соответствии частотомера требованиям 8.1.1.

### **8.2 Проверка электрической прочности изоляции и сопротивления защитного заземления**

**8.2.1** Проверку электрической прочности изоляции цепи питания частотомера проводят в нормальных условиях применения по ГОСТ IEC 61010-1 с помощью установки высоковольтной измерительной (испытательной) УПУ-22 при испытательном напряжении 1500 В (среднее квадратическое значение напряжения).

Подают испытательное напряжение между соединенными вместе питающими штырями и корпусным штырем вилки сетевого кабеля, начиная со значения 230 В (сетевой выключатель должен быть включен). Плавно увеличивают испытательное напряжение до значения 1500 В за время от 5 до 10 с. Изоляция должна выдерживать действие испытательного напряжения в течение 1 мин.

Проверку сопротивления защитного заземления проводят по ГОСТ IEC 61010-1 с помощью установки высоковольтной измерительной (испытательной) УПУ-22.

Измерения проводят между заземляющим штырем сетевой вилки частотомера и всеми доступными для прикасания токопроводящими частями частотомера.

Результаты проверки считают положительными, если во время проверки электрической прочности изоляции не произошло пробоя или поверхностного перекрытия изоляции, а измеренное значение сопротивления защитного заземления не превышает 0,1 Ом.



### **8.3 Опробование**

#### **8.3.1 Проверка частотомера в режиме самоконтроля**

8.3.1.1 Включают частотомер, через 30 с на индикаторе частотомера установится "нулевое" показание и мигание индикатора "\*", а также будет отображаться номер версии встроенного программного обеспечения (ПО).

Проводят самоконтроль частотомера в соответствии с [4].

В случае обнаружения неисправностей частотомер к дальнейшей поверке не допускается.

#### **8.3.2 Подтверждение соответствия программного обеспечения**

8.3.2.1 Идентификационные данные (признаки) встроенного ПО:

- идентификационное наименование ПО – "Reff";
- номер версии (идентификационный номер) ПО – не ниже 1.1 частотомера ЧЗ-96, не ниже 1.2 частотомера ЧЗ-96/1;
- цифровой идентификатор – недоступен.

Идентификационные данные ПО подтверждаются определением номера версии ПО. Для определения номера версии ПО проверяют информацию, отображаемую на экране частотомера при его включении.

Результаты проверки считают положительными, если номер версии встроенного ПО соответствует данным 8.3.2.1.

#### **8.3.3 Проверка работоспособности в режиме измерения частоты**

8.3.3.1 Работоспособность частотомера по входу А (С, В) при синусоидальной форме входного сигнала проверяют при минимальном и максимальном уровнях входных сигналов на частотах, указанных в таблице 8.1.

На частотомере устанавливают режим измерения частоты ("f") по проверяемому входу А (С, В), вход открытый.

От источника подают сигнал на соответствующий вход частотомера и проводят измерение частоты в режимах согласно таблице 8.1.

Уровень входного сигнала (мощности) контролируют милливольтметром ВЗ-36 (ваттметрами МЗ-90, МЗ-54).

Примечание - При проведении измерений по входу А (С) при помощи кнопок "КАНАЛЫ" и "АВТО" (или ручкой "УСТАНОВКА") устанавливают такое значение уровня запуска, при котором наблюдаются устойчивые показания частотомера.

Фиксируют показания частотомера и результаты заносят в протокол поверки, форма которого приведена в приложении А.

**Приложение А**  
**(рекомендуемое)**  
**Форма протокола поверки**

\_\_\_\_\_

наименование организации проводящей поверку

**ПРОТОКОЛ № \_\_\_\_\_ - \_\_\_\_\_**

поверки частотомера электронно-счетного ЧЗ-96 (ЧЗ-96/1) № \_\_\_\_\_

принадлежащего \_\_\_\_\_

наименование организации

Изготовитель:      **ОАО «МНИПИ»**

Дата проведения поверки \_\_\_\_\_

с ... по ...

Поверка проводится по методике      **МРБ МП. 2686 -2017**

Средства поверки \_\_\_\_\_

указывают наименование, тип, номер

Условия поверки:

- температура окружающего воздуха, °C \_\_\_\_\_
- относительная влажность воздуха, % \_\_\_\_\_
- атмосферное давление, кПа \_\_\_\_\_
- напряжение питающей сети, В \_\_\_\_\_

Результаты поверки

A.1 Внешний осмотр \_\_\_\_\_

A.2 Проверка электрической прочности изоляции  
и сопротивления защитного заземления \_\_\_\_\_

A.3 Опробование \_\_\_\_\_

Проверка частотомера в режиме самоконтроля \_\_\_\_\_

Подтверждение соответствия программного обеспечения \_\_\_\_\_

Фиксируют показания частотомера и результаты заносят в протокол поверки.

Результаты поверки считают положительными, если показания частотомеров находятся в пределах допускаемых значений, указанных в таблице 8.10.

## **9 Оформление результатов поверки**

**9.1** Результаты поверки заносят в протокол, рекомендуемая форма которого приведена в приложении А.

**9.2** При положительных результатах поверки на частотомер и (или) [4] наносят знак поверки и выдают свидетельство о поверке по форме, установленной в [3] и (или) ТНПА в области технического нормирования и стандартизации по вопросам обеспечения единства измерений.

В свидетельстве о поверке и в разделе "Особые отметки" [4] записывают значение калибровочного числа, наносят знак поверки и заверяют подписью поверителя.

**9.3** При отрицательных результатах поверки, ранее нанесенный знак поверки подлежит уничтожению путем приведения его в состояние, непригодное для дальнейшего применения, предыдущее свидетельство прекращает свое действие, и выписывают заключение о непригодности по форме, установленной в [3] и (или) ТНПА в области технического нормирования и стандартизации по вопросам обеспечения единства измерений и (или) делают соответствующую запись в [4].

**Таблица 8.1 - Проверка работоспособности в режиме измерения частоты**

| Параметры входного сигнала        |                       |          | Вход частотомера | Делитель | Входное сопротивление | Время счета |
|-----------------------------------|-----------------------|----------|------------------|----------|-----------------------|-------------|
| Тип источника                     | Напряжение (мощность) | Частота  |                  |          |                       |             |
| <b>Частотомеры ЧЗ-96, ЧЗ-96/1</b> |                       |          |                  |          |                       |             |
| ГЗ-122                            | 0,02 В                | 1 Гц     | А (С)            | 1:1      | 1 МОм                 | 10 с        |
|                                   |                       | 100 Гц   |                  |          |                       | 1 с         |
|                                   |                       | 10 кГц   |                  |          |                       |             |
| Г4-164                            |                       | 100 МГц  |                  | 1:1      | 50 Ом                 | 1 с         |
| Г4-164                            | 0,03 В                | 170 МГц  |                  |          |                       |             |
|                                   | 0,05 В                | 200 МГц  |                  |          |                       |             |
| ГЗ-112/1                          | 1 В                   | 1 МГц    |                  | 1:1      | 1 МОм                 | 10 мс       |
|                                   | 2 В                   |          |                  | 1:10     |                       |             |
|                                   | 10 В                  |          |                  |          |                       |             |
| <b>Частотомер ЧЗ-96</b>           |                       |          |                  |          |                       |             |
| Г4-164                            | 0,03 В                | 100 МГц  | В                |          | -                     | 100 мс      |
|                                   | 10 мВт                |          |                  |          |                       |             |
| MG3692C                           | -17 дБм               | 1200 МГц |                  |          |                       | 10 мс       |
|                                   | -10 дБм               | 2500 МГц |                  |          |                       |             |
|                                   | +10 дБм               | 3200 МГц |                  |          |                       |             |
| <b>Частотомер ЧЗ-96/1</b>         |                       |          |                  |          |                       |             |
| MG3692C                           | -15 дБм               | 0,2 ГГц  | В                |          | -                     | 10 мс       |
|                                   |                       | 1 ГГц    |                  |          |                       |             |
|                                   |                       | 4 ГГц    |                  |          |                       |             |
|                                   | +10 дБм               | 6 ГГц    |                  |          | 10 мс                 |             |
|                                   | -10 дБм               | 8 ГГц    |                  |          |                       |             |
|                                   | 0 дБм                 | 10 ГГц   |                  |          |                       |             |

Результаты проверки считают положительными, если показания частотомеров по входам А, С, В соответствуют установленным на генераторе значениям частоты синусоидального сигнала с учетом погрешности их установки и нестабильности.

8.3.3.2 Работоспособность частотомера по входу А (С) при импульсной форме входного сигнала проверяют при минимальном уровне входного сигнала при положительной и отрицательной полярности входных импульсов.

На частотомере устанавливают режим измерения частоты по входу А, вход А открытый, делитель 1:1, входное сопротивление 50 Ом, время счета – 10 мс, полярность в соответствии с полярностью входного сигнала.

От генератора Г5-60 на вход А частотомера подают сигнал с параметрами:

- длительность импульса 10 нс; период следования 100 нс;
- амплитуда импульса 0,05 В, положительная полярность.

Проводят измерение частоты (10 МГц) частотомером. Повторяют измерение частоты, установив на генераторе Г5-60 импульсы отрицательной полярности. Результаты измерений заносят в протокол проверки.

Аналогичные измерения проводят по входу С частотомера.

Результаты проверки считают положительными, если показания частотомеров по входам А, С соответствуют установленным на генераторе значениям частоты импульсного сигнала с учетом погрешности их установки и нестабильности.

### 8.3.4 Проверка работоспособности в режиме измерения периода

8.3.4.1 Работоспособность частотомера по входу А (С) при синусоидальной форме входного сигнала проверяют при минимальном и максимальном уровнях входного сигнала и значениях периода, указанных в таблице 8.2.

На частотомере устанавливают режим измерения периода ("Т") по входу А, вход А открытый, делитель 1:1.

От источника подают сигнал на вход А частотомера и проводят измерение его периода в режимах согласно таблице 8.2.

Таблица 8.2 - Проверка работоспособности в режиме измерения периода

| Параметры входного сигнала |                    |                     | Дели-<br>тель | Входное<br>сопро-<br>тивление | Метки<br>времени,<br>с | Число<br>усредняемых<br>периодов (N) |
|----------------------------|--------------------|---------------------|---------------|-------------------------------|------------------------|--------------------------------------|
| Тип<br>источника           | Напря-<br>жение, В | Период<br>(частота) |               |                               |                        |                                      |
| Г4-164                     | 0,05               | 5 нс (200 МГц)      | 1:1           | 50 Ом                         | $10^{-8}$              | 100 К                                |
|                            |                    | 10 нс (100 МГц)     |               |                               | $10^{-7}$              | 10 К                                 |
|                            | 0,02               | 1 мкс (1 МГц)       |               |                               | $10^{-7}$              | 10 К                                 |
| Г3-122                     | 0,02               | 1 мкс (1 МГц)       | 1:1           | 1 МОм                         | $10^{-8}$              | 100 К                                |
|                            |                    | 100 мкс (10 кГц)    |               |                               | $10^{-7}$              | 10 К                                 |
|                            |                    | 1 мс (1 кГц)        |               |                               | $10^{-5}$              | 1 К                                  |
|                            |                    | 1 с (1 Гц)          |               |                               | $10^{-3}$              | 100                                  |
|                            |                    | 1 с (1 Гц)          |               |                               | $10^{-3}$              | 1                                    |
| Г3-112/1                   | 10                 | 100 мкс (10 кГц)    | 1:10          | 1 МОм                         | $10^{-5}$              | 100                                  |

Аналогичные измерения проводят по входу С.

Фиксируют показания частотомера и результаты заносят в протокол поверки.

Результаты проверки считают положительными, если показания частотомеров по входам А, С соответствуют установленным на генераторе значениям периода сигналов синусоидальной формы с учетом погрешности их установки и нестабильности.

8.3.4.2 Работоспособность частотомера по входу А (С) при импульсной форме входного сигнала проверяют, измеряя период следования импульсов при минимальном уровне входного сигнала при положительной и отрицательной полярности входных импульсов.

На частотомере устанавливают режим измерения периода по входу А, вход А открытый, метки времени -  $10^{-7}$  с, число усредняемых периодов - 10 К, входное сопротивление 50 Ом, полярность в соответствии с полярностью входного сигнала.

От генератора Г5-60 на вход А частотомера подают сигнал с параметрами:

- длительность импульса 10 нс; период следования 100 нс;
- амплитуда импульса 0,05 В, положительная полярность.

Проводят измерение периода частотомером. Повторяют измерение периода, установив на генераторе Г5-60 импульсы отрицательной полярности.

Аналогичные измерения проводят по входу С частотомера.

Результаты проверки считают положительными, если показания частотомеров по входам А, С соответствуют установленным на генераторе значениям периода импульсного сигнала с учетом погрешности их установки и нестабильности.

8.4.3.1 Определение относительной погрешности измерения периода, обусловленной дискретностью счета, проводят путем измерения периода сигнала, подаваемого от генератора ГЗ-122 на вход А (С) поверяемого частотомера (рисунок 8.3). При этом генератор ГЗ-122 включают в режим внешнего запуска от опорного генератора поверяемого частотомера.

На частотомере устанавливают режим измерения периода по входу А, делитель 1:1, вход А открытый, входное сопротивление 1 МОм, режим работы от внутреннего источника опорной частоты. Значение периода выходного сигнала генератора ГЗ-122, метки времени и число усредняемых периодов на частотомере устанавливают согласно таблице 8.9.

Аналогичные измерения проводят по входу С частотомера.

Фиксируют показания частотомера и результаты заносят в протокол поверки.

**Таблица 8.9 – Определение составляющей относительной погрешности измерения периода, обусловленной дискретностью счета**

| Параметры входного сигнала |            | Метки времени, с | Число усредняемых периодов (N) | Пределы допускаемых показаний частотомера, мкс |
|----------------------------|------------|------------------|--------------------------------|--|
| Период (частота)           | Напряжение |                  |                                |  |
| 10 мкс<br>(100 кГц)        | 0,02 В     | $10^{-6}$        | 1                              | $10 \pm 1$                                     |
|                            |            |                  | 10                             | $10,0 \pm 0,1$                                 |
|                            |            |                  | 100                            | $10,00 \pm 0,01$                               |
|                            |            |                  | 1 К                            | $10,000 \pm 0,001$                             |
|                            |            |                  | 10 К                           | $10,0000 \pm 0,0001$                           |
|                            |            |                  | 100 К                          | $10,00000 \pm 0,00001$                         |
| 1 мкс<br>(1000 кГц)        | 0,02 В     |                  | 10                             | $1,0 \pm 0,1$                                  |
|                            |            |                  | 100                            | $1,00 \pm 0,01$                                |
|                            |            |                  | 1 К                            | $1,000 \pm 0,001$                              |
|                            |            |                  | 10 К                           | $1,0000 \pm 0,0001$                            |
|                            |            |                  | 100 К                          | $1,00000 \pm 0,00001$                          |

Результаты поверки считают положительными, если показания частотомеров находятся в пределах допускаемых значений, указанных в таблице 8.9.

8.4.3.2 Определение относительной погрешности запуска  $\delta_{\text{зап}}$  для синусоидального входного сигнала при запуске в точке с максимальной крутизной проводят по входам А и С частотомера с помощью генератора ГЗ-122.

На частотомере устанавливают режим измерения периода по входу А (С), делитель 1:1, вход А (С) открытый, входное сопротивление 1 МОм, уровень запуска значением 0 мВ. От генератора подают сигнал на вход А (С) частотомера и проводят измерение его периода согласно таблице 8.10.

**Таблица 8.10 – Определение относительной погрешности запуска  $\delta_{\text{зап}}$**

| Параметры входного сигнала |               | Метки времени, с | Число усредняемых периодов (N) | Пределы допускаемых показаний частотомера, мс |
|----------------------------|---------------|------------------|--------------------------------|---|
| Период, мс                 | Напряжение, В |                  |                                |   |
| 110                        | 0,02          | $10^{-4}$        | 1                              | $110,0 \pm 3,3$                               |
| 10                         |               | $10^{-5}$        | 1                              | $10,00 \pm 0,33$                              |

При проверке по каналу В частотомера ЧЗ-96/1 используют генератор MG3692С.

На частотомере устанавливают режим измерения частоты по проверяемому входу, входное сопротивление 50 Ом, делитель 1:1, вход открытый.

Значение частоты выходного сигнала синтезатора Ч6-71 и время счета на частотомере, соответствующие поверяемой точке, устанавливают по таблице 8.8. Уровень входного сигнала контролируют милливольтметром ВЗ-36.

**Таблица 8.8 – Определение составляющей относительной погрешности измерения частоты, обусловленной дискретностью счета**

| Параметры входного сигнала |                       | Вход частотомера | Время счета | Пределы допускаемых показаний частотомера |
|----------------------------|-----------------------|------------------|-------------|---|
| Частота, кГц               | Напряжение (мощность) |                  |             |   |
| Частотомеры ЧЗ-96, ЧЗ-96/1 |                       |                  |             |   |
| 100000                     | 0,02 В                | А (С)            | 1 мс        | (100,000 ± 0,001) МГц                     |
|                            |                       |                  | 10 мс       | (100,0000 ± 0,0001) МГц                   |
|                            |                       |                  | 100 мс      | (100,00000 ± 0,00001) МГц                 |
|                            |                       |                  | 1 с         | (100,000000 ± 0,000001) МГц               |
|                            |                       |                  | 10 с        | 99,9999999 МГц или OL                     |
| Частотомер ЧЗ-96           |                       |                  |             |   |
| 1200000                    | 0,03 В                | В                | 1 мс        | (1,200000 ± 0,000016) ГГц                 |
|                            |                       |                  | 10 мс       | (1,2000000 ± 0,0000016) ГГц               |
|                            |                       |                  | 100 мс      | (1,20000000 ± 0,00000016) ГГц             |
| Частотомер ЧЗ-96/1         |                       |                  |             |   |
| 1200000                    | -15 дБм               | В                | 1 мс        | (1,200000 ± 0,000016) ГГц                 |
|                            |                       |                  | 10 мс       | (1,2000000 ± 0,0000016) ГГц               |
|                            |                       |                  | 100 мс      | (1,20000000 ± 0,00000016) ГГц             |

Фиксируют показания частотомера и результаты заносят в протокол поверки.

Результаты поверки считают положительными, если показания частотомеров находятся в пределах допускаемых значений, указанных в таблице 8.8.

#### 8.4.3 Определение относительной погрешности измерения периода

Относительную погрешность измерения периода  $\delta_T$  определяют для синусоидального входного сигнала по составляющим погрешности:

- относительной погрешности частоты встроенного опорного генератора  $\delta_\delta$  (определяется при поверке по 8.4.1);

- относительной погрешности измерения, обусловленной дискретностью счета  $\frac{T_0}{n \cdot T_x}$  (метод 8.4.3.1),

где  $n$  – число усредняемых периодов входного сигнала;

$T_0$  – период меток времени частотомера, с;

$T_x$  – период входного сигнала, с;

- относительной погрешности запуска  $\delta_{\text{зан}}$  (метод 8.4.3.2).

### 8.3.5 Проверка работоспособности в режиме измерения длительности импульсов

8.3.5.1 Работоспособность частотомера по входу А (С) в режиме измерения длительности импульсов проверяют с помощью генератора Г5-60 при минимальной длительности импульса входного сигнала положительной и отрицательной полярности при минимальной и максимальной амплитуде.

На частотомере устанавливают режим измерения длительности импульсов (режим "nΔt") по входу А, вход А открытый, делитель 1:1, метки времени –  $10^{-8}$  с, входное сопротивление 50 Ом, полярность в соответствии с полярностью входного сигнала.

От генератора Г5-60 на вход А частотомера подают сигнал с параметрами:

- длительность импульса 1 мкс; период следования 100 мкс;
- полярность импульсов положительная;
- амплитуда импульса 0,05 В, а затем 10 В при включенном делителе 1:10.

Проводят измерение длительности импульса частотомером. Повторяют измерение длительности импульса, установив на генераторе Г5-60 импульсы отрицательной полярности. Результаты измерений заносят в протокол поверки.

Аналогичные измерения проводят по входу С частотомера.

Результаты проверки считают положительными, если показания частотомеров соответствуют установленным на генераторе значениям длительностей импульсов с учетом погрешности их установки и нестабильности.

8.3.5.2 Измерение длительности импульсов по входу А (С) в режиме "nΔt/1 нс" проверяют с помощью генератора Г4-164.

На частотомере устанавливают режим измерения длительности ("nΔt/1 нс") по входу А, вход А открытый, делитель 1:1, входное сопротивление 50 Ом, уровень запуска 0 мВ.

Нажимают кнопку "ТЕСТ" и выполняют калибровку измерителя малых длительностей.

На индикаторе должны отображаться значения двух калибровочных чисел, по которым контроллер индикации вычисляет коэффициенты калибровки.

Включают режим измерений, нажав повторно кнопку "ТЕСТ".

От генератора Г4-164 на вход А частотомера подают сигнал и проводят измерение длительности импульса частотомером согласно таблице 8.3.

Таблица 8.3 - Проверка измерения длительности импульсов в режиме "nΔt/1 нс"

| Параметры входного сигнала |                      | Пределы допускаемых показаний частотомера, нс |
|----------------------------|----------------------|---|
| Частота, МГц               | Напряжение, мВ (СКЗ) |   |
| 5                          | 170                  | 100 ± 3                                       |
| 10                         |                      | 50 ± 3  |
| 50                         |                      | 10 ± 3  |

Аналогичные измерения проводят по входу С частотомера.

Фиксируют показания частотомера и результаты заносят в протокол поверки.

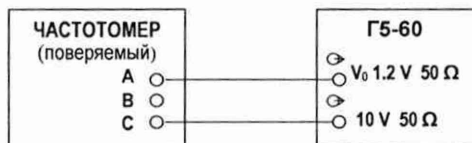
Результаты проверки считают положительными, если частотомеры выполняют измерение длительности импульсов в соответствии с таблицей 8.3.



### 8.3.6 Проверка работоспособности в режиме измерения интервалов времени

8.3.6.1 Работоспособность частотомера по входу А (С) в режиме измерения интервалов времени проверяют с помощью генератора Г5-60.

Собирают схему в соответствии с рисунком 8.1.



Г5-60 - генератор импульсов.

Рисунок 8.1 - Схема подключения приборов при измерении интервалов времени

На частотомере устанавливают:

- режим измерения интервала времени ("Интервал"), метки времени  $10^{-8}$  с, канал А активный;

- на канале А - вход А открытый, делитель 1:10, входное сопротивление 50 Ом, уровень запуска минус 500 мВ, полярность отрицательная;

- на канале С - вход С открытый, делитель 1:10, входное сопротивление 50 Ом, уровень запуска 100 мВ, полярность положительная.

На генераторе Г5-60 устанавливают:

- режим работы "3", полярность сигнала положительная,

- напряжение сигнала 1,0 В; временной сдвиг  $D_2$  2 мкс.

Проводят измерение интервалов времени частотомером в режимах согласно таблице 8.4.

Таблица 8.4 - Проверка работоспособности в режиме измерения интервалов времени

| Параметры входного сигнала |             |               | Пределы допускаемых показаний частотомера, мкс |
|----------------------------|-------------|---------------|--|
| Период, мкс                | $D_1$ , мкс | Напряжение, В |  |
| 10                         | 1           | 1,0           | $1,00 \pm 0,02$                                |
| 10                         | 3           |               | $3,00 \pm 0,02$                                |
| 10                         | 5           |               | $5,00 \pm 0,02$                                |
| 10                         | 0,5         |               | $0,50 \pm 0,02$                                |
| 100                        | 40          |               | $40,00 \pm 0,02$                               |

Фиксируют показания частотомера и результаты заносят в протокол поверки.

Результаты проверки считают положительными, если частотомеры выполняют измерения интервалов времени в соответствии с таблицей 8.4.

8.4.1.2 После определения относительной погрешности частоты встроенного опорного генератора, производят установку его частоты с погрешностью в пределах  $\pm 5 \cdot 10^{-9}$ .

Подстройку частоты встроенного опорного генератора проводят через 2 ч после включения частотомера путем изменения значения калибровочного числа и сохранения его в памяти частотомера.

После подстройки частоты частотомер выключают на 30 мин, затем снова включают и по истечении времени установления рабочего режима, равного 1 ч, определяют относительную погрешность частоты встроенного опорного генератора по методу, описанному выше.

Результаты поверки считают положительными, если относительная погрешность частоты встроенного опорного генератора находится в пределах  $\pm 5 \cdot 10^{-9}$ . В противном случае подстройку частоты повторить.

#### 8.4.2 Определение относительной погрешности измерения частоты

Относительную погрешность измерения частоты  $\delta_f$  определяют для синусоидального сигнала по составляющим погрешности:

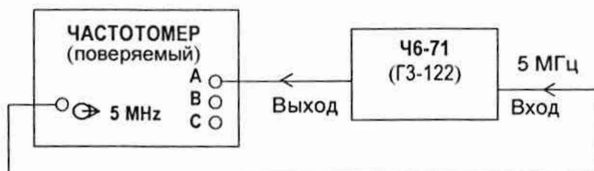
- относительной погрешности частоты встроенного опорного генератора  $\delta_0$  (определяется при поверке по 8.4.1);
- относительной погрешности измерения, обусловленной дискретностью счета  $\frac{K}{f_x \cdot T_{сч}}$  (метод 8.4.2.1),

где  $K$  – коэффициент;  $K = 1$  для каналов А, С;  $K = 16$  для канала В;

$f_x$  – измеряемая частота, Гц;

$T_{сч}$  – время счета частотомера (установленное) при измерении частоты по входу А (С, В), с.

8.4.2.1 Определение относительной погрешности измерения, обусловленной дискретностью счета по входу А (С, В) частотомера, проводят путем измерения частоты, подаваемой от эталонного синтезатора частоты Ч6-71, при этом опорная частота 5 МГц для синтезатора подается от поверяемого частотомера. Измерения проводят по схеме, приведенной на рисунке 8.3.



ГЗ-122 - генератор сигналов низкочастотный прецизионный;

Ч6-71 - синтезатор частоты.

Примечание – При определении составляющих погрешности измерения периода по входу А (С) вместо синтезатора частоты Ч6-71 использовать генератор ГЗ-122.

**Рисунок 8.3 - Схема подключения приборов при определении составляющих погрешности измерения частоты по входу А (С, В) и измерения периода по входу А (С), обусловленных дискретностью счета**

На частотомере устанавливают режим счета импульсов по входу В – режим "В (τС)", вход С открытый, делитель 1:1, входное сопротивление 50 Ом, время индикации 1 с.

От генераторов на проверяемые входы частотомера подают сигналы и проводят измерения в режимах согласно таблице 8.6.

**Таблица 8.6 - Проверка работоспособности в режиме счета числа импульсов**

| Параметры входного сигнала   |            |                             |              |            | Пределы допускаемых показаний частотомера |
|------------------------------|------------|-----------------------------|--------------|------------|---|
| По входу В (источник Г4-164) |            | По входу С (источник Г5-60) |              |            |   |
| Частота, МГц                 | Напряжение | Период                      | Длительность | Напряжение |   |
| Частотомер ЧЗ-96             |            |                             |              |            |   |
| 600                          | 0,04 В     | 100 мкс                     | 10 мкс       | 0,05 В     | (6,000 ± 0,16) Е3                         |
| 400                          |            |                             |              |            |   |
| 100                          |            | 10 мкс                      | 1 мкс        |            | 100 ± 0,16                                |
| Частотомер ЧЗ-96/1           |            |                             |              |            |   |
| 600                          | 0,04 В     | 100 мкс                     | 10 мкс       | 0,05 В     | (6,000 ± 0,64) Е3                         |
| 400                          |            |                             |              |            | (4,000 ± 0,64) Е3                         |
| 200                          |            |                             |              |            | (2,000 ± 0,64) Е3                         |

Результаты проверки считают положительными, если частотомеры выполняют счет числа импульсов в соответствии с таблицей 8.6.

### 8.3.9 Проверка работоспособности в режиме измерения коэффициента заполнения

8.3.9.1 Работоспособность частотомера в режиме измерения коэффициента заполнения проверяют путем измерения длительности и периода импульсных сигналов по входу А (С). Измерения проводят с помощью генератора Г5-60.

На частотомере устанавливают режим измерения коэффициента заполнения ("1/С") по входу А, вход А открытый, делитель 1:1, входное сопротивление 50 Ом, полярность в соответствии с полярностью входного сигнала.

От генератора Г5-60 на вход А частотомера подают сигнал в соответствии с таблицей 8.7, измеряют частотомером коэффициент заполнения импульсов. Результаты измерений заносят в протокол поверки.

**Таблица 8.7 - Проверка работоспособности в режиме измерения коэффициента заполнения**

| Параметры входного сигнала |                   |               |               |                  | Пределы допускаемых показаний частотомера |
|----------------------------|-------------------|---------------|---------------|------------------|---|
| Период, мкс                | Длительность, мкс | Напряжение, В | Полярность    | Метки времени, с |   |
| 100000                     | 99990             | 0,05          | Положительная | 10 <sup>-5</sup> | (999,880 – 999,920) Е-3                   |
|                            | 5000              |               |               | 10 <sup>-6</sup> | (49,989 – 50,105) Е-3                     |
|                            | 1000              |               |               | 10 <sup>-7</sup> | (9,989 – 10,101) Е-3                      |

Аналогичные измерения проводят по входу С частотомера.

Результаты проверки считают положительными, если частотомеры выполняют измерение коэффициента заполнения в соответствии с таблицей 8.7.

### **8.3.10 Проверка работы частотомера от внешнего источника опорной частоты**

8.3.10.1 Проверку работы частотомера от внешнего источника опорной частоты 5 МГц проводят путем подачи на вход "  $\oplus$  5 MHz " частотомера от генератора ГЗ-112/1 сигнала частотой  $(5000,0 \pm 0,1)$  кГц напряжением от 0,5 до 3 В среднего квадратического значения.

На частотомере устанавливают режим работы от внешнего источника опорной частоты ("ИНДИКАЦИЯ/ОГ/Внешний") и режим "Тест измерения частоты" по входу А.

Напряжение входного сигнала контролируют милливольтметром ВЗ-36, частоту - частотомером ЧЗ-88.

Результаты проверки считают положительными, если при изменении напряжения входного сигнала частотой 5 МГц в пределах от 0,5 до 3 В среднего квадратического значения выполняется "Тест измерения частоты" по входу А.

## **8.4 Определение метрологических характеристик**

Метрологические характеристики частотомеров определяют поэлементным методом.

### **8.4.1 Определение относительной погрешности частоты встроенного опорного генератора**

Определение относительной погрешности частоты встроенного опорного генератора на интервале времени 12 мес  $\delta_{0,12}$  проводят по схеме, приведенной на рисунке 8.2.

Время установления рабочего режима поверяемого частотомера не менее 1 ч, режим работы от внутреннего источника опорной частоты ("Внутренний").

8.4.1.1 Перед определением погрешности проверяют значение калибровочного числа:

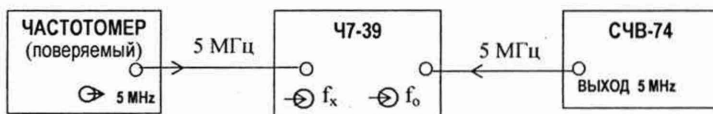
- устанавливают на частотомере режим калибровки, нажав последовательно кнопки "ИНДИКАЦИЯ", "F4 (КАЛИБР)". На частотомере должна высветиться надпись "Калибровка xxx", где xxx – калибровочное число.

- сравнивают соответствие значений калибровочного числа на частотомере с калибровочным числом, указанным в свидетельстве о предыдущей поверке или [4].

Если значение калибровочного числа на частотомере другое, то устанавливают значение калибровочного числа, указанное в свидетельстве или [4].

Изменение значения калибровочного числа и сохранение нового значения в памяти частотомера осуществляют в соответствии с приложением А [4].

Сигнал частотой 5 МГц опорного генератора с выхода "⊕ 5 MHz" поверяемого частотомера подают на "⊖ f<sub>x</sub>" компаратора Ч7-39. На "⊖ f<sub>0</sub>" компаратора Ч7-39 подают сигнал частотой 5 МГц от эталонного источника частоты – стандарта частоты СЧВ-74.



СЧВ -74 - стандарт частоты;  
Ч7-39 - компаратор частоты.

**Рисунок 8.2 - Схема подключения приборов при измерении частоты встроенного опорного генератора**

На компараторе Ч7-39 устанавливают режим измерения " $\Delta f/f$ ", период измерения 1 с, число усреднений 1. Записывают не менее 10 последовательных показаний компаратора  $\delta_{oi}$  и находят их среднее арифметическое относительной погрешности частоты опорного генератора  $\delta_o$ .

Относительную погрешность частоты встроенного опорного генератора  $\delta_o$  определяют по формуле

$$\delta_o = \frac{\sum_{i=1}^n \delta_{oi}}{n}, \quad (8.1)$$

где  $\delta_{oi}$  – значение  $i$ -го наблюдения относительной погрешности частоты;  
 $n$  – число проведенных единичных наблюдений.

Полученные результаты измерений заносят в протокол поверки.

Результаты поверки считают положительными, если относительная погрешность частоты встроенного опорного генератора на интервале времени 12 мес  $\delta_{o,12}$  находится в пределах  $\pm 5 \cdot 10^{-8}$ .

Примечания

1 Время 12 мес отсчитывают с момента предыдущей поверки, когда действительное значение частоты встроенного опорного генератора было установлено с относительной погрешностью  $\pm 5 \cdot 10^{-9}$ .

2 В случае не предоставления свидетельства о предыдущей поверке ([4]) со значением калибровочного числа или превышения срока действия этого свидетельства, то операцию 8.4.1.1 не выполняют, а приступают к 8.4.1.2 и фиксируют значение калибровочного числа. Через 30 дней определяют относительную погрешность частоты опорного генератора по 8.4.1.2 (без подстройки частоты). Если относительная погрешность частоты опорного генератора находится в пределах  $\pm 5 \cdot 10^{-9}$ , то поверку частотомера продолжают.

### 8.3.7 Проверка работоспособности в режиме измерения отношения частот

8.3.7.1 Работоспособность частотомера в режиме измерения отношения частот проверяют в режимах согласно таблице 8.5.

На частотомере устанавливают режим измерения отношения частот, входы А, С открытые, делитель 1:1, входное сопротивление 50 Ом.

От источников на проверяемые входы частотомера подают сигналы и проводят измерения отношения частот в режимах согласно таблице 8.5.

Таблица 8.5 - Проверка работоспособности в режиме измерения отношения частот

| Параметры входного сигнала |               |         | Вход частотомера | Отношение частот сигналов по входам | Число усредняемых периодов (N) | Пределы допускаемых показаний частотомера |
|----------------------------|---------------|---------|------------------|-------------------------------------|--------------------------------|---|
| Тип источника              | Напряжение, В | Частота |                  |                                     |                                |   |
| Г4-164                     | 0,05          | 200 МГц | А                | f(A)/f(C)                           | 1                              | (200,000 ± 0,001) E3                      |
| Г5-60                      | 0,05          | 1 кГц   | С                |                                     |                                |   |
| Г4-164                     | 0,02          | 1 МГц   | А                |                                     | 100 K                          | 1,00000±0,00001                           |
| Г5-60                      | 0,05          | 1 МГц   | С                |                                     |                                |   |
| Г5-60                      | 0,05          | 1 МГц   | А                |                                     | 1 K                            | (5 ± 1) E-3                               |
| Г4-164                     | 0,05          | 200 МГц | С                |                                     |                                |   |
| Г5-60                      | 0,05          | 1 кГц   | А                | f(C)/f(A)                           | 1                              | (200,000 ± 0,001) E3                      |
| Г4-164                     | 0,05          | 200 МГц | С                |                                     |                                |   |
| Г5-60                      | 0,05          | 1 МГц   | А                |                                     | 100 K                          | 1,00000 ± 0,00001                         |
| Г4-164                     | 0,02          | 1 МГц   | С                |                                     |                                |   |
| Г4-164                     | 0,05          | 200 МГц | А                |                                     | 1 K                            | (5 ± 1) E-3                               |
| Г5-60                      | 0,05          | 1 МГц   | С                |                                     |                                |   |
| Г4-164                     | 0,04          | 200 МГц | В                | f(B)/f(C)                           | 1                              | (200,000 ± 0,016) E3 *                    |
| Г5-60                      | 0,05          | 1 кГц   | С                |                                     |                                | (200,000 ± 0,064) E3**                    |
| Г4-164                     | 0,04          | 200 МГц | В                | f(B)/f(A)                           | 100                            | 200,00 ± 0,16 *                           |
| Г5-60                      | 0,05          | 1 МГц   | А                |                                     |                                | 200,00 ± 0,64 **                          |

\* Пределы допускаемых показаний приведены для частотомера ЧЗ-96.  
 \*\* Пределы допускаемых показаний приведены для частотомера ЧЗ-96/1.

Фиксируют показания частотомера и результаты заносят в протокол поверки.

Результаты проверки считают положительными, если частотомеры выполняют измерения отношения частот сигналов в соответствии с таблицей 8.5.

### 8.3.8 Проверка работоспособности в режиме счета числа импульсов

8.3.8.1 Работоспособность частотомера в режиме счета числа импульсов проверяют по входу В частотомера за время действия длительности сигнала "GATE" по входу С.

Подключают генераторы к частотомеру:

- Г4-164 выход "0,03 μV... 2 V 50 Ω" ко входу В частотомера;
- Г5-60 выход "10 V 50 Ω" ко входу С частотомера через аттенуатор "40 dB" из комплекта генератора Г5-60.