

Приложение  
к приказу Федерального агентства  
по техническому регулированию  
и метрологии  
от «14» марта 2025 г. № 514

Государственная система обеспечения единства измерений.

Частотомер электронно-счетный ЧЗ-54.

Методика поверки

МП 5480-2024

**ПАО «МЗИК»**

**Уникальный номер записи об аккредитации в реестре аккредитованных  
лиц 0659**

**СОГЛАСОВАНО**

**Главный метролог ПАО «МЗИК»**



**Е.В. Тоцкая**

**«19» августа 2024 г.**

**Государственная система обеспечения единства измерений**

**Частотомер электронно-счетный ЧЗ– 54**

**Методика поверки**

**МП 5480– 2024**

## 1 Общие положения

Настоящая методика распространяется на частотомеры электронно-счетные ЧЗ– 54 (далее частотомер или прибор) и устанавливает методы и средства их первичной и периодической поверки (находящихся в эксплуатации, на хранении и выпускаемых из ремонта).

При определении метрологических характеристик в рамках проводимой поверки обеспечивается передача единиц времени, частоты и национальной шкалы времени в соответствии с государственной поверочной схемой, утверждённой приказом Росстандарта от 26.09.2022 № 2360, подтверждающая прослеживаемость к государственному первичному эталону ГЭТ 1-2022.

Интервал между поверками – 12 месяцев.

Периодическая поверка частотомеров, в случае их использования для измерения на меньшем числе каналов измерений по отношению к указанным в разделе 2 «Технические данные» документа ЕЯ2.721.039 ТО «Частотомер электронно-счетный ЧЗ-43. Техническое описание и инструкция по эксплуатации», допускается на основании письменного заявления владельца, оформленного в произвольной форме

## 2 Перечень операции поверки средств измерений

2.1 При проведении поверки должны производиться операции, указанные в таблице 1.

Таблица 1 – Операции поверки

| Наименование операции,<br>производимой при поверке   | Номер пункта<br>раздела поверки. | Обязательность при проведении<br>поверки |               |
|--|----------------------------------|--|---------------|
|  |                                  | первичной                                | периодической |
| 1  | 2                                | 3  | 4             |
| Внешний осмотр   | 7                                | да                                       | да            |
| Опробование  | 8                                | да                                       | да            |
| Подготовка к поверке   | 8.1                              | да                                       | да            |
| Проверка работоспособности в<br>режиме «КОНТРОЛЬ»  | 8.2                              | да                                       | да            |
| Проверка измерения частоты<br>синусоидальных и частоты<br>следования импульсных<br>сигналов                                    | 8.3                              | да                                       | да            |
| Проверка измерения периода<br>синусоидальных и периода<br>следования импульсных<br>сигналов                                    | 8.4                              | да                                       | да            |
| Определение метрологических<br>характеристик и подтверждение<br>соответствия средства измерений<br>метрологическим требованиям | 9                                |  |               |
| Определение относительной<br>погрешности и подстройка<br>частоты кварцевого генератора.  | 9.1                              | да                                       | да            |
| Проверка составляющей<br>погрешности измерения частоты,<br>обусловленной дискретностью<br>счета                                | 9.2                              | да                                       | да            |

Продолжение таблицы 1

| 1   | 2   | 3  | 4  |
|---|-----|----|----|
| Проверка погрешности измерения периода в части составляющей погрешности<br>$\left(\frac{\delta_3}{n} + \frac{T_{\text{такт}}}{n \cdot T_{\text{изм}}}\right)$ | 9.3 | да | да |

### 3. Требования к условиям проведения поверки

3.1 При проведении поверки должны соблюдаться следующие условия:

- температура окружающей среды  $20 \pm 5^\circ\text{C}$ ;
- относительная влажность воздуха  $65 \pm 15\%$ ;
- атмосферное давление  $100 \pm 4$  кПа ( $750 \pm 30$  мм рт.ст.);
- напряжение питающей сети  $220 \pm 4,4$  В, частотой  $50 \pm 0,5$  Гц и содержанием гармоник не более 5%.

3.2 Условия проведения поверки должны соответствовать требованиям правил содержания и применения применяемых для поверки эталонов и требованиям эксплуатационных документов применяемых для поверки средств измерений и вспомогательных средств.

### 4. Требования к специалистам, осуществляющим поверку

К поверке приборов допускаются лица, имеющие необходимую квалификацию, опыт поверки средств измерений, изучившие эксплуатационные документы на поверяемые средства измерений и настоящую методику.

### 5. Метрологические и технические требования к средствам поверки

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

Таблица 2 – Средства поверки

| Операции поверки, требующие применение средств поверки | Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки |  | Перечень рекомендуемых средств поверки             |
|--|--|--|--|
| 1  | 2  | 3  | 3  |
| 8.3  | Диапазон частот<br>10 кГц – 1 ГГц  | 6 %  | Милливольтметр ВЗ–36                               |
| 9.1  | Номинальное значение частоты<br>5 МГц  | Рабочий эталон единиц времени и частоты четвертого разряда по Государственной поверочной схеме для средств измерений времени и частоты (приказ Росстандарта от 26.09.2022 № 2360). Средне-квадратическое относительное изменение частоты за сутки $\pm 3 \cdot 10^{-12}$ . | Стандарт частоты и времени<br>рубидиевый<br>СЧВ 74 |

Продолжение таблицы 2

| 1             | 2   | 3                                 | 4   |
|---------------|---|-----------------------------------|---|
| 9.1           | Диапазон частот<br>0,1 Гц – 300 МГц           | Частота опорного<br>сигнала 5 МГц | Частотомер<br>электронно-счетный<br>ЧЗ–54               |
| 9.1; 9.2      | Диапазон частот<br>0,1 Гц – 50 МГц            | Частота опорного<br>сигнала 5 МГц | Синтезатор частоты<br>Ч6–31                             |
| 9.1; 9.2      | Диапазон частот<br>50 МГц – 400 МГц           | Частота опорного<br>сигнала 5 МГц | Умножитель частоты<br>синтезаторный Ч6–2                |
| 9.1           | Сличение частот<br>1 и 5 МГц                  | $\pm 1 \cdot 10^{-11}$            | Компаратор частоты<br>Ч7–12                             |
| 8.3           | Полоса пропускания<br>0 – 80 МГц              | Измерение амплитуды<br>10 %       | Осциллограф<br>универсальный<br>широкополосный<br>С1–71 |
| 8.3; 8.4; 9.3 | Диапазон частот<br>0,01 Гц – 2 МГц            | $\pm 3 \cdot 10^{-7}$             | Генератор сигналов<br>прецизионный ГЗ–110               |
| 8.3           | Диапазон частот<br>10 МГц – 400 МГц           | 1 %                               | Генератор сигналов<br>высокочастотный<br>Г4–107А        |
| 8.3; 8.4; 9.3 | Частота следования<br>0,1– 10 <sup>6</sup> Гц | 2 %                               | Генератор парных<br>импульсов Г5–26А                    |
| 8.3           | Частота следования<br>1 кГц – 200 МГц         | 10 %                              | Генератор импульсов<br>Г5–59                            |

Примечания к таблице 2 – Допускается использовать при поверке другие утвержденные и аттестованные эталоны единиц величин, средства измерений утвержденного типа и поверенные, удовлетворяющие метрологическим требованиям, указанным в таблице 2.

## 6. Требования (условия) по обеспечению безопасности проведения поверки

При проведении поверки частотомеров электронно-счетных необходимо соблюдать правила техники безопасности при эксплуатации электроустановок и требования безопасности, определенные в эксплуатационных документах на оборудование, применяемое при поверке.

## 7. Внешний осмотр средства измерений

При проведении внешнего осмотра должно быть установлено соответствие прибора следующим требованиям:

- отсутствие механических повреждений, влияющих на работоспособность прибора;
- наличие и прочность крепление органов управления, четкость фиксации их положения, плавность вращения ручек органов настройки и т.п.;
- чистота соединительных разъёмов;
- исправность соединительных кабелей, переходов и т.п.;
- отсутствие дефектов лакокрасочных покрытий и четкость маркировок.

Приборы, имеющие дефекты, бракуются и направляются в ремонт.

## 8. Подготовка к поверке и опробование средства измерений

8.1 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 проводами клемму защитного заземления поверяемого прибора и применяемых для измерений приборов между собой и земляной шиной помещения;
- включить прибор в сеть до начала электрических измерений, прогреть в течении 2–х часов.

8.2 Для опробования прибора в работе проведите поверку его работоспособности в режиме «КОНТРОЛЬ» в следующей последовательности:

- установите переключатель РОД РАБОТЫ в положение КОНТРОЛЬ;
- установите ручку ВРЕМЯ ИНДИКАЦИИ в положение, удобное для отсчета;
- включите кнопку ПАМЯТЬ (по желанию оператора);
- произведите отсчет цифрового табло прибора при установке переключателей МЕТКИ ВРЕМЕНИ и ВРЕМЯ СЧЕТ– МНОЖИТЕЛЬ в соответствии с таблицей 3.

Результаты измерений могут отличаться от значений, приведённых в таблице 3, не более чем на  $\pm 1$  единицу счета.

Таблица 3 – Результаты измерений

| Положение переключателя |               | Показания прибора |
|-------------------------|---------------|-------------------|
| ВРЕМЯ СЧЁТА             | МЕТКА ВРЕМЕНИ |                   |
| 1                       | 0,01 мкс      | 00100.000 МГц     |
| 1                       | 0,1 мкс       | 00010.000 МГц     |
| 10                      | 1 мкс         | 0001000.0 кГц     |
| $10^2$                  | 10 мкс        | 000100.00 кГц     |
| $10^3$                  | 0,1 мс        | 00010.000 кГц     |
| $10^4$                  | 1 мс          | 0001.0000 кГц     |

Неисправные приборы бракуются и направляются в ремонт.

8.3 Проверка измерения частоты синусоидальных и частоты следования импульсных сигналов производится с помощью генераторов сигналов ГЗ–110 и Г4–107 при синусоидальном сигнале и генераторов импульсов Г5–26А и Г5–59 – при импульсном сигнале. Измеряемый сигнал с выхода генератора подается на ВХОД А для частот до 150 МГц и на ВХОД Д (при наличие такого входа) для частот выше 150 МГц прибора (аттенюатор в положении 1:1), устанавливается минимальное необходимое значение напряжения входного сигнала и

проводятся измерения на частотах 1 и 10 Гц, 1, 10, 100 кГц, 1, 20, 40, 50, 80, 100, 120, 140, 150, 200, 260, 300 МГц. Контроль напряжения входного сигнала осуществляется при синусоидальном сигнале – вольтметром ВЗ–36, а на частотах до 20 МГц – по генератору ГЗ–110; при импульсном сигнале – по генератору Г5–26А, а при работе от генератора Г5–59 – по осциллографу С1–71.

Результаты проверки считаются удовлетворительными, если прибор производит измерение указанных частот при напряжении не более:

- 0,1 В эфф. – для синусоидального сигнала в диапазоне до 120 МГц;
- 0,2 В эфф. – для синусоидальных сигналов в диапазоне свыше 120 МГц;
- 0,3 В – для импульсного сигнала обеих полярностей.

8.4 Проверка измерения периода синусоидальных и периода следования импульсных сигналов производится с помощью генератора ГЗ–110 при синусоидальном сигнале и генератора Г5–26А при импульсном сигнале. Измеряемый сигнал с выхода генератора подается на ВХОД Б (аттенюатор в положение «1 V»), устанавливается минимально необходимое значение напряжение входного сигнала и производится измерение периода частот 1 Гц, 1 и 10 кГц, 1 МГц. Контроль напряжения входного сигнала осуществляется по генератору.

Результаты поверки считаются удовлетворительными, если прибор производит измерения периода указанных частот при входном напряжении не более:

- 0,1 В эфф. – для синусоидального сигнала в диапазоне до 120 МГц;
- 0,3 В – для импульсного сигнала обеих полярностей.

## **9. Определение метрологических характеристик и подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям**

9.1 Определение относительной погрешности по частоте кварцевого генератора (за межповерочный период) производится измерением его частоты с помощью аппаратуры, собранной по структурной схеме, приведенной на рисунке 1.

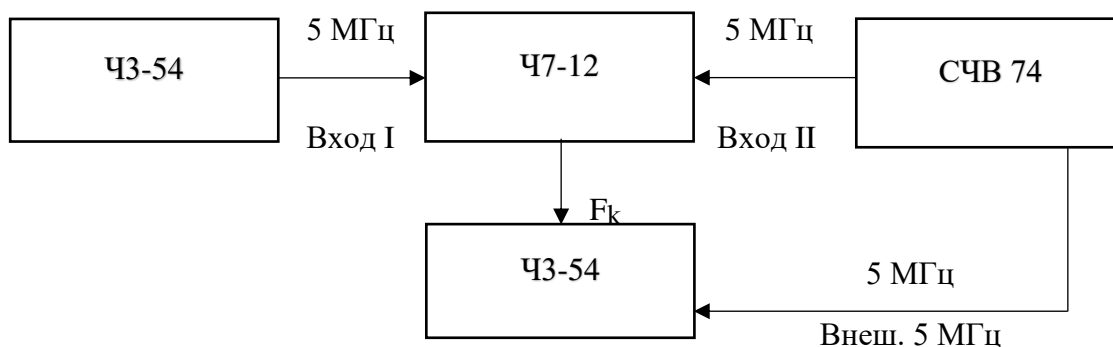


Рисунок 1 – Структурная схема измерения частоты кварцевого генератора

Сигнал внутреннего кварцевого генератора для этих измерений снимается с разъема «5 МГц» поверяемого прибора и подается на разъем ВХОД I компаратора Ч7–12. С источника образцовой частоты – стандарта частоты СЧВ 74, сигнал частотой 5 МГц подается одновременно на разъем ВХОД II – 5 МГц компаратора Ч7–12 и разъем ВНЕШ. 5 МГц частотомера Ч3–54, использующего этот сигнал вместо собственного кварцевого генератора.

Сигнал  $F_k$  с компаратора частотой 1 МГц поступает на вход А частотомера Ч3–54, работающего в режиме измерения частоты. Время счета частотомера равно 1 или 10 с. Для повышения достоверности результатов измерений проводят не менее 10 последовательных измерений и находят действительное значение частоты  $F_{k\text{ ср}}$

$$F_{k\text{ ср}} = \frac{\sum_{i=1}^{N=10} F_{ki}}{N},$$

где  $F_{ki}$  – показания частотомера, Гц;

$N$  – число проведенных измерений.

Относительная погрешность частоты кварцевого генератора определяется по формуле:

$$\delta = \frac{F_{k\text{ ср}} - F_{ko}}{M \cdot \tau \cdot f_n},$$

где  $F_{ko}$  – показания частотомера, соответствующее номинальному значению частоты ( $F_{ko}=10^6$  Гц при  $\tau=1$  с и  $F_{ko}=10^7$  при  $\tau=10$  с);

$\tau$  – время единичного измерения частотомера, с

$f_n$  – номинальное значение частоты кварцевого генератора, Гц ( $f_n=5 \cdot 10^6$  Гц)

$M$ -коэффициент умножения компаратора ( $M=2 \cdot 10^3$ )

Относительная погрешность по частоте кварцевого генератора должна быть не более  $\pm 5 \cdot 10^{-7}$

После определения относительной погрешности частоты кварцевого генератора необходимо установить его частоту с погрешностью не более  $\pm 2 \cdot 10^{-8}$ . Подстройка частоты кварцевого генератора производится путем вращения шлица КОРРЕКТОР ЧАСТОТЫ.

9.2 Проверка составляющей погрешности измерения частоты, обусловленной дискретностью счета ( $\pm 1$  единица счета) производится в режиме ЧАСТОТА А при измерении кварцеванной частоты 150 МГц, подаваемой от умножителя частоты синтезатора Ч6–2, работающего с синтезатором Ч6–31. Синтезатор частоты Ч6–31 работает от внешнего опорного сигнала 5 МГц, подаваемого от поверяемого частотомера электронно-счетного.



Результаты поверки считаются удовлетворительными если показания прибора соответствуют приведённым в таблице 4 или отличаются от них не более, чем на  $\pm 1$  единицу счета.

Таблица 4 – Результаты измерений

| Положение переключателя<br>ВРЕМЯ СЧЁТА | Показания прибора |
|--|-------------------|
| 1                                      | 00150.000 МГц     |
| 10                                     | 0150000.0 кГц     |
| $10^2$                                 | 150000.00 кГц     |
| $10^3$                                 | 50000.000 кГц     |
| $10^4$                                 | 0000.0000 кГц     |

9.3 Определение погрешности измерения периода в части составляющей погрешности  $(\frac{\delta_z}{n} + \frac{T_{\text{такт}}}{n \cdot T_{\text{изм}}})$  производится отдельно для синусоидальных и импульсных сигналов.

Определение погрешности измерения периода синусоидальных сигналов производится с помощью генератора ГЗ–110 путем измерения периода сигналов частотой 1 кГц и 1 МГц при метках времени 0,01 мкс, при этом:

- соединить кабелем разъем «5 MHz» частотомера с разъемом ВНЕШН. генератора частоты ГЗ–110 и тумблер ВНЕШН. – ВНУТР. последнего установить в положение ВНЕШН.;
- соединить кабелем гнездо ВЫХОД генератора ГЗ–110 со ВХОДОМ Б прибора и произвести измерения периода сигналов с частотой 1 кГц и 1 МГц (напряжение входного сигнала 0,1 В и частота устанавливается по генератору ГЗ–110, соответственно ручкой ВЫХ. НАПРЯЖ. и переключателями MHz, kHz, Hz).

Измерения периода сигналов с частотой 1 МГц, производятся с разъёма ВЫХОД 1 MHz синтезатора частоты при нажатой кнопке 1V/10V ВХОДА Б.

Результаты поверки считаются удовлетворительными, если показания прибора находятся в пределах значений, приведённых в таблице 5.

Таблица 5 – Показания прибора при проверке погрешности периода синусоидальных сигналов

| Измеряемый период<br>(частота) |        | Положение переключателя ВРЕМЯ СЧЁТА– МНОЖИТЕЛЬ |             |              |               |                |
|--------------------------------|--------|--|-------------|--------------|---------------|----------------|
|                                |        | 1  | 10          | $10^2$       | $10^3$        | $10^4$         |
| 1 мс<br>(1,0 кГц)              | период | 001000.00                                      | 01000.000   | 1000.0000    | 000.00000     | 00.000000      |
|                                | допуск | $\pm 3,01$                                     | $\pm 0,301$ | $\pm 0,0301$ | $\pm 0,00301$ | $\pm 0,000301$ |
| 1 мкс<br>(1 МГц)               | период | 000001.00                                      | 00001.000   | 0001.0000    | 001.00000     | 01.0000000     |
|                                | допуск | $\pm 0,01$                                     | $\pm 0,001$ | $\pm 0,0001$ | $\pm 0,00001$ | $\pm 0,000001$ |

Определение погрешности измерения периода импульсных сигналов производится с помощью генератора Г5–26А и частотомера ЧЗ–54, путем измерения периода отрицательных импульсов частотой следования 1 кГц при метках времени 0,01 мкс. Амплитуда импульсов 0,3 В и длительностью не более 0,1 мс устанавливается по генератору Г5–26А, при этом:

- соединить кабелем разъем «5 MHz» поверяемого прибора с разъемом «5 MHz» генератора Г5-26А и тумблер ВНЕШ.–ВНУТР. последнего установить в положение ВНЕШН.;
- установить частотомер ЧЗ–54 в режим выдачи кварцеванной частоты 1 кГц для получения с разъёма ВЫХОД (задняя панель) сигналов опорных частот производится следующим образом: переключатель РОД РАБОТЫ установить в положение КОНТРОЛЬ; установить переключатель ВРЕМЯ СЧЕТА в положение 1, тумблер ВЧ–НЧ (задняя панель) в положение НЧ;
- запустить генератор Г5–26А сигналом 1 кГц с разъёма ВЫХОД частотомера ЧЗ–54;
- соединить кабелем гнездо ОСНОВНОЙ ИМПУЛЬС генератора Г5–26А со ВХОДОМ Б поверяемого прибора и произвести измерение периода.

Результаты поверки считаются удовлетворительным, если показания прибора соответствуют номинальному значению периода или отличаются от них не более чем на  $\pm 1$  единицу счета.

## **10. Подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям**

### **10.1 Определение относительной погрешности по частоте кварцевого генератора.**

Результаты поверки считать положительными, если полученные значения не превышают  $\pm 5 \cdot 10^{-7}$  (п. 9.1).

### **10.2 Проверка составляющей погрешности измерения частоты, обусловленной дискретностью счета**

Результаты поверки считаются положительными если показания прибора соответствуют приведённым в таблице 4 или отличаются от них не более, чем на  $\pm 1$  единицу счета (п. 9.2).

### **10.3 Определение погрешности измерения периода синусоидальных и импульсных сигналов**

Результаты поверки считаются удовлетворительным, если показания прибора соответствуют номинальному значению периода или отличаются от них не более чем на  $\pm 1$  единицу счета (п. 9.3)

## **11. Оформление результатов поверки**

11.1 Результаты измерений, полученные в процессе поверки, заносят в протокол произвольной формы

11.2 Результаты поверки оформляются в соответствии с порядком, утвержденным законодательством Российской Федерации в области обеспечения единства измерений.

11.3 По заявлению владельца частотомера или лица, представившего его на поверку, при положительных результатах поверки выдается свидетельство о поверке (знак поверки наносится на свидетельство о поверке), при отрицательных результатах поверки — извещение о непригодности к применению.