

СОГЛАСОВАНО

Первый заместитель генерального  
директора - главный инженер



..... А.А. Володкевич  
..... 2017

УТВЕРЖДАЮ

Директор БелГИМ



..... В.Л. Гуревич  
..... "10" 04 2017

Система обеспечения единства измерений  
Республики Беларусь

**ЧАСТОТОМЕР  
ЭЛЕКТРОННО-СЧЕТНЫЙ  
ЧЗ-96**

Методика поверки  
УЩЯИ.411186.006 МП  
МРБ МП.2686 -2017

РАЗРАБОТЧИК ОАО "МНИПИ"

Главный конструктор разработки,  
начальник отдела

..... А.Г. Петрович  
"22" 02 ..... 2017

Исполнитель,  
ведущий инженер-конструктор

..... Л.К. Жакович  
"22" 02 ..... 2017

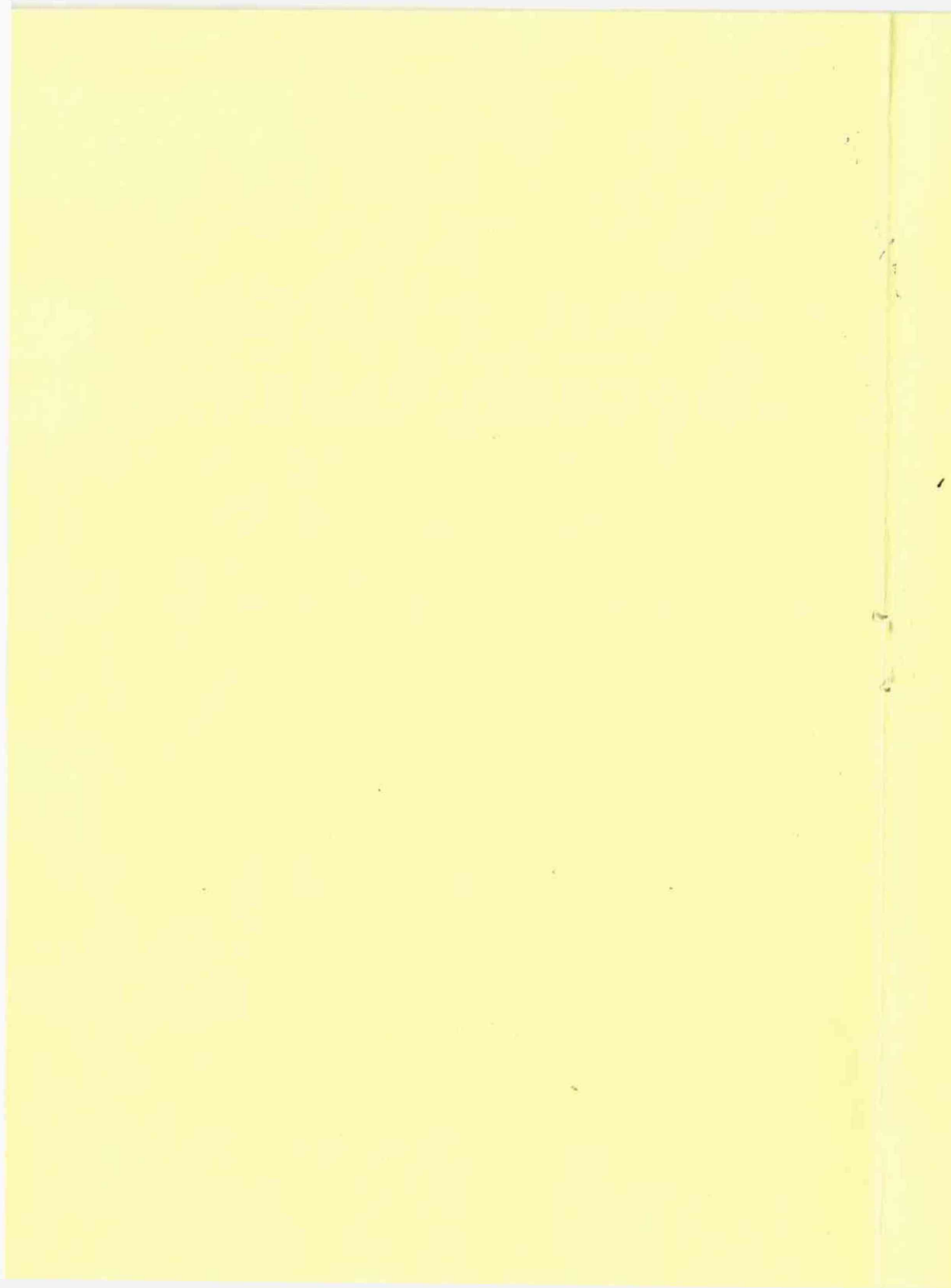
Нормоконтролер, ведущий инженер

..... Г.М. Талаева  
"10" 03 ..... 2017

Литера О<sub>1</sub>

289480 2017.06.04.2017





РЕСПУБЛИКА БЕЛАРУСЬ

ОАО "МНИПИ"



ЧАСТОТОМЕР  
ЭЛЕКТРОННО - СЧЕТНЫЙ  
ЧЗ-96

МЕТОДИКА ПОВЕРКИ



ЕАС

**A.10.3** Определение составляющих относительной погрешности измерения периода:

- определение относительной погрешности  $\frac{T_0}{n \cdot T_N}$ , таблица A.7;
- определение относительной погрешности запуска  $\delta_{\text{зап}}$ , таблица A.8.

Таблица A.7

Параметры входного сигнала		Метки времени, с	Число усредняемых периодов ("N")	Допускаемое показание частотомера, мкс		Результаты измерений, мкс	
Период (частота)	Напряжение					Вход А	Вход С
10 мкс (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 (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 A.8

Параметры входного сигнала		Метки времени, с	Число усредняемых периодов ("N")	Допускаемое показание частотомера, мс		Результаты измерений, мс	
Период (частота)	Напряжение					Вход А	Вход С
100 мс (10 Гц)	0,02 В	10 <sup>-4</sup>	1	100.0	±3.3		
10 мс (100 Гц)		10 <sup>-5</sup>	1	10.00	±0.33		

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

Поверитель \_\_\_\_\_  
(подпись, расшифровка подписи)



**ЧАСТОТОМЕР  
ЭЛЕКТРОННО-СЧЕТНЫЙ  
ЧЗ-96**

Методика поверки  
УШЯИ.411186.006 МП  
МРБ МП.2686–2017

## Содержание

1	Операции и средства поверки .....	3
2	Требования к квалификации поверителей .....	5
3	Требования безопасности .....	5
4	Условия поверки и подготовка к ней .....	6
5	Проведение поверки .....	6
5.1	Внешний осмотр .....	6
5.2	Проверка электрической прочности изоляции и сопротивления защитного заземления .....	6
5.3	Опробование .....	7
5.4	Проверка работоспособности в режиме измерения частоты ..	7
5.5	Проверка работоспособности в режиме измерения периода ..	9
5.6	Проверка работоспособности в режиме измерения длительности импульсов .....	10
5.7	Проверка работоспособности в режиме измерения интервалов времени .....	11
5.8	Проверка работоспособности в режиме измерения отношения частот .....	12
5.9	Проверка работоспособности в режиме счета числа импульсов .....	12
5.10	Проверка работоспособности в режиме измерения коэффициента заполнения .....	13
5.11	Проверка работы частотомера от внешнего источника опорной частоты .....	14
5.12	Определение метрологических характеристик .....	14
6	Оформление результатов поверки .....	19
	Приложение А Форма протокола поверки .....	20

**А.8 Проверка работоспособности в режиме измерения коэффициента заполнения (5.10)** -----

Таблица А.4

Период, мкс	Параметры входного сигнала			Допускаемое показание частотомера	Результаты измерений	
	Длительность, мкс	Напряжение, В	Полярность		Вход А	Вход С
100000	99990	0,05	Положительная	(999.7 - 1000.1) E-3		
	5000			(49.895 - 50.105) E-3		
	1000			(9.899 - 10.101) E-3		

**А.9 Проверка работы от внешнего источника опорной частоты (5.11)** -----

**А.10 Определение метрологических характеристик (5.12.1 – 5.12.3)** -----

**А.10.1** Определение относительной погрешности частоты встроенного опорного генератора

Таблица А.5

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.10.2** Определение составляющей относительной погрешности измерения частоты  $\frac{K}{f_x \cdot \tau_{сч}}$

Таблица А.6

Параметры входного сигнала		Время счета	Допускаемое показание частотомера		Результаты измерений	
Частота, кГц	Напряжение, В				Вход А	Вход С
100000	0,02	1 мс	100.000	$\pm 0.001$ МГц		
		10 мс	100.0000	$\pm 0.0001$ МГц		
		100 мс	100.00000	$\pm 0.00001$ МГц		
		1 с	100.000000	$\pm 0.000001$ МГц		
		10 с	99.9999999	или OL		
1200000	0,03				Вход В	
		1 мс	1.200000	$\pm 0.000016$ ГГц		
		10 мс	1.2000000	$\pm 0.0000016$ ГГц		
		100 мс	1.20000000	$\pm 0.00000016$ ГГц		
		1 с	OL			

Продолжение таблицы А.1

Параметры входного сигнала		Делитель	Входное сопротивление	Время счета (число усреднений - "N")	Метки времени, с	Результаты измерений	
Напряжение, мощность	Частота, период, длительность					Вход А	Вход С
Измерение длительности импульсов ("nΔt/1 нс")							
170 мВ (эфф)	f = 5 МГц	1:1	50 Ом	-	-		
	f = 10 МГц						
	f = 50 МГц						

**А.5 Проверка работоспособности в режиме измерения интервалов времени (5.7)**

Таблица А.2

Параметры входного сигнала				Метки времени, с	Допускаемое показание частотомера, мкс	Результаты измерений
Период, мкс	D <sub>1</sub> , мкс	D <sub>2</sub> , мкс	Напряжение			
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	

**А.6 Проверка работоспособности в режиме измерения отношения частот (5.8)**

Таблица А.3

Параметры входного сигнала		Вход частотомера	Отношение частот сигналов по входам	Число усредняемых периодов ("N")	Допускаемое показание частотомера	Результаты измерений
Напряжение, В	Частота					
0,05	200 МГц	А	f(A)/f(C)	1	200.000 E3±1	
0,05	1 кГц	С				
0,02	1 МГц	А		100 К	1.00000±0.00001	
0,05	1 МГц	С				
0,05	1 МГц	А				
0,05	200 МГц	С	f(C)/f(A)	1	200.000 E3±1	
0,05	1 кГц	А				
0,05	200 МГц	С		100 К	1.00000±0.00001	
0,05	1 МГц	А				
0,02	1 МГц	С				
0,05	200 МГц	А	1 К	5 E-3±0.001		
0,05	1 МГц	С				
0,03	200 МГц	В	f(B)/f(C)	1	200.000 E3±16	
0,05	1 кГц	С				
0,03	200 МГц	В	f(B)/f(A)	100	200.00±0.16	
0,05	1 МГц	А				

**А.7 Проверка работоспособности в режиме счета числа импульсов (5.9)**

Настоящая методика распространяется на **частотомер электронно-счетный ЧЗ-96** ТУ ВУ 100039847.150-2017 (далее по тексту - **частотомер**) и устанавливает методы и средства первичной и последующей поверок.

Поверка должна проводиться в органах метрологической службы, аккредитованных в данном виде деятельности.

Межповерочный интервал – 12 мес.

## 1 Операции и средства поверки

1.1 При проведении первичной и последующей поверок должны быть выполнены операции и применены средства поверки, указанные в таблице 1.1.

Таблица 1.1

Наименование операции	Номер пункта МП	Наименование и тип эталонов и вспомогательных средств поверки, их метрологические и основные технические характеристики
Внешний осмотр	5.1	-
Проверка электрической прочности изоляции и сопротивления защитного заземления *	5.2	Установка высоковольтная измерительная <b>УПУ-22</b> . U <sub>н</sub> от 200 до 1500 В, пределы допускаемой приведенной погрешности $\pm 3\%$ . Сопротивление 0,01 Ом, пределы допускаемой приведенной погрешности $\pm 5\%$
Опробование	5.3	-
Проверка работоспособности в режиме измерения частоты	5.4	Синтезатор частоты <b>Ч6-71</b> . Диапазон частот от 10 до 1300 МГц, пределы допускаемой относительной погрешности $\pm 1 \cdot 10^{-8}$ (внутреннего генератора)
		Генератор сигналов низкочастотный <b>ГЗ-112/1</b> . Частота от 10 до $1 \cdot 10^7$ Гц, погрешность $\pm 3\%$ . Выходное напряжение от 0,1 до 10 В, погрешность $\pm 6\%$
		Генератор сигналов низкочастотный прецизионный <b>ГЗ-122</b> . Частота от 0,001 Гц до 2 МГц, погрешность $\pm 5 \cdot 10^{-7} \cdot f$ . Выходное напряжение от 0,2 мВ до 2,5 В, погрешность $\pm 4\%$
		Генератор сигналов высокочастотный <b>Г4-79</b> . Частота от 1,78 до 2,56 ГГц, погрешность $\pm 0,5\%$ . Мощность от 0,02 до 10 мВт, погрешность $\pm 1$ дБ
		Генератор сигналов высокочастотный <b>Г4-80</b> . Частота от 2,56 до 4,0 ГГц, погрешность $\pm 0,5\%$ . Мощность от 0,02 до 10 мВт, погрешность $\pm 1$ дБ
		Генератор сигналов высокочастотный <b>Г4-227</b> . Частота от 9 кГц до 4,0 ГГц, погрешность $\pm 3 \cdot 10^{-7} \cdot f$ . Мощность от 0,1 до 20 мВт, погрешность $\pm 1$ дБ
		Генератор сигналов высокочастотный программируемый <b>Г4-164</b> . Частота от 0,1 до 640 МГц, погрешность $\pm 5 \cdot 10^{-7}$ . Выходное напряжение от 0,02 до 2 В, погрешность $\pm 1$ дБ



Продолжение таблицы 1.1

Наименование операции	Номер пункта МП	Наименование и тип эталонов и вспомогательных средств поверки, их метрологические и основные технические характеристики
Проверка работоспособности в режиме измерения частоты	5.4	<p>Генератор импульсов <b>Г5-60</b>.  Длительность импульсов от 10 нс до 10 с, погрешность <math>\pm(1 \cdot 10^{-6} T + 10 \text{ нс})</math>.  Период повторения от 100 нс до 10 с, погрешность <math>\pm 1 \cdot 10^{-6} \cdot T</math>.  Амплитуда импульсов от 0,01 до 10 В, погрешность <math>\pm(0,03 U + 2 \text{ мВ})</math></p> <p>Милливольтметр <b>В3-36</b>.  Напряжение от 3 мВ до 3 В в диапазоне частот от 10 кГц до 1 ГГц, погрешность <math>\pm 4 \%</math></p> <p>Ваттметр <b>М3-54</b>. Частота от 0 до 17,85 ГГц. Мощность от <math>10^{-4}</math> до 1 Вт, погрешность <math>\pm 6 \%</math></p> <p>Ваттметр <b>М3-90</b>. Частота от 0,02 до 17,85 ГГц. Мощность от <math>10^{-7}</math> до <math>10^{-2}</math> Вт, погрешность <math>\pm 6 \%</math></p>
Проверка работоспособности в режиме измерения периода	5.5	<p>Генератор сигналов низкочастотный прецизионный <b>Г3-122</b></p> <p>Генератор сигналов низкочастотный <b>Г3-112/1</b></p> <p>Генератор сигналов высокочастотный программируемый <b>Г4-164</b></p> <p>Генератор импульсов <b>Г5-60</b></p>
Проверка работоспособности в режиме измерения длительности импульсов	5.6	<p>Генератор импульсов <b>Г5-60</b></p> <p>Генератор сигналов высокочастотный программируемый <b>Г4-164</b></p>
Проверка работоспособности в режиме измерения интервалов времени	5.7	Генератор импульсов <b>Г5-60</b>
Проверка работоспособности в режиме измерения отношения частот	5.8	<p>Генератор импульсов <b>Г5-60</b></p> <p>Генератор сигналов высокочастотный программируемый <b>Г4-164</b></p>
Проверка работоспособности в режиме счета числа импульсов	5.9	<p>Генератор импульсов <b>Г5-60</b></p> <p>Генератор сигналов высокочастотный программируемый <b>Г4-164</b></p>
Проверка работоспособности в режиме измерения коэффициента заполнения	5.10	Генератор импульсов <b>Г5-60</b>
Проверка работы частотомера от внешнего источника опорной частоты	5.11	<p>Генератор сигналов низкочастотный <b>Г3-112/1</b></p> <p>Частотомер электронно-счетный <b>ЧЗ-88</b>.  Частота от 0,1 до 10 МГц, относительная погрешность опорного генератора <math>\pm 1 \cdot 10^{-7}</math> (год)</p> <p>Милливольтметр <b>В3-36</b></p>

**А.4 Проверка работоспособности в режимах измерения частоты, периода, длительности импульсов (5.4 – 5.6)**

Таблица А.1

Параметры входного сигнала		Делитель	Входное сопротивление	Время счета (число усреднений "-N")	Метки времени, с	Результаты измерений		
Напряжение, мощность	Частота, период, длительность					Вход А	Вход С	
<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								
						Вход В		
0,03 В	100 МГц	-	-	100 мс	-			
1 В								
0,03 В				10 мс				
0,03 мВт						2500 МГц		
0,03 мВт						3200 МГц		
20 мВт								
<b>Измерение частоты импульсного сигнала</b>						Вход А	Вход С	
0,05 В	$\tau = 10$ нс, $T = 100$ нс, $f = 10$ МГц,	1:1	50 Ом	10 мс	-	-	-	
	полярность положит.							
	полярность отрицат.							
<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)	$10^{-8}$			
				(10 К)	$10^{-7}$			
0,02 В	$T = 10$ нс ( $f = 100$ МГц)	1:1	1 МОм	(10 К)	$10^{-7}$			
	$T = 1$ мкс ( $f = 1$ МГц)			(100 К)	$10^{-8}$			
				(10 К)	$10^{-7}$			
	$T = 100$ мкс ( $f = 10$ кГц)			(1 К)	$10^{-5}$			
	$T = 1$ мс ( $f = 1$ кГц)			(100)	$10^{-3}$			
	$T = 1$ с ( $f = 1$ Гц)	(1)	$10^{-3}$					
10 В	$T = 100$ мкс ( $f = 10$ кГц)	1:10	1 МОм	(100)	$10^{-5}$			
<b>Измерение периода импульсного сигнала</b>								
0,05 В	$\tau = 10$ нс, $T = 100$ нс	1:1	50 Ом	(10 К)	$10^{-7}$	-	-	
	полярность положит.							
	полярность отрицат.							
<b>Измерение длительности импульсов ("nΔt")</b>								
0,05 В	$T = 1$ мкс, $T = 100$ мкс	1:1	50 Ом	-	$10^{-8}$	-	-	
	полярность положит.							
	полярность отрицат.							
10 В	полярность положит.	1:10						
	полярность отрицат.							

**Приложение А**  
(обязательное)

Форма протокола поверки

Протокол № \_\_\_\_\_

поверки частотомера электронно-счетного ЧЗ-96 зав. № \_\_\_\_\_, выпуск 20 \_\_ года

Дата проведения поверки \_\_\_\_\_  
число, месяц, год

Принадлежит: \_\_\_\_\_  
наименование организации

Наименование организации, проводившей поверку: \_\_\_\_\_

Методика поверки УШЯИ.411186.006 МП (МРБ МП.2686 -2017)

**Условия поверки:**

- температура окружающего воздуха, °С \_\_\_\_\_
- относительная влажность воздуха, % \_\_\_\_\_
- атмосферное давление, кПа (мм рт. ст.) \_\_\_\_\_
- напряжение питающей сети, В \_\_\_\_\_

Средства поверки: \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

**А.1 Внешний осмотр (5.1)** -----

**А.2 Проверка электрической прочности изоляции  
и сопротивления защитного заземления (5.2)** -----

**А.3 Опробование (5.3)** -----



Продолжение таблицы 1.1

Наименование операции	Номер пункта МП	Наименование и тип эталонов и вспомогательных средств поверки, их метрологические и основные технические характеристики
Определение относительной погрешности частоты встроенного опорного генератора	5.12.1	Стандарт частоты рубидиевый <b>СЧВ-74</b> . Сигнал частотой 5 МГц, относительная погрешность $\pm 3 \cdot 10^{-10}$
		Компаратор частоты <b>Ч7-39</b> . Сличение частот 5 МГц, нестабильность частоты $\pm 1 \cdot 10^{-11}$
Определение относительной погрешности измерения частоты	5.12.2	Синтезатор частоты <b>Ч6-71</b> . Диапазон частот от 10 до 1300 МГц, погрешность внешнего опорного сигнала $\pm 1 \cdot 10^{-9}$
Определение относительной погрешности измерения периода	5.12.3	Генератор сигналов низкочастотный прецизионный <b>ГЗ-122</b>
* Операция выполняется при первичной поверке и после ремонта.		
Примечания		
1 При проведении поверки разрешается применять другие средства поверки, обеспечивающие измерение соответствующих параметров с требуемой точностью.		
2 Средства измерений (СИ), используемые для поверки, должны быть поверены в установленном порядке и иметь действующие свидетельства о поверке.		

## 2 Требования к квалификации поверителей

2.1 К проведению поверки частотомера допускаются лица, подтвердившие компетентность выполнения данного вида поверочных работ.

## 3 Требования безопасности

3.1 При проведении поверки необходимо соблюдать требования безопасности, указанные в ТКП 181–2009 "Правила технической эксплуатации электроустановок потребителей".

3.2 При подготовке и проведении поверки частотомера должны соблюдаться требования безопасности, указанные в руководстве по эксплуатации частотомера (2.1 "Меры безопасности") и эксплуатационной документации применяемых СИ.

## **4 Условия поверки и подготовка к ней**

**4.1** 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 кПа (от 630 до 795 мм рт.ст.);

**4.2** Перед проведением поверки частотомер выдержать в условиях, установленных в 4.1 не менее 4 ч.

**4.3** Средства поверки подготовить к работе в соответствии с их эксплуатационной документацией.

**4.4** При подготовке к поверке частотомера должны быть выполнены подготовительные работы, указанные в руководстве по эксплуатации УШЯИ.411186.006 РЭ.

**4.5** Частотомер обеспечивает работоспособность через 1 мин после включения, а метрологические характеристики – через 1 ч (кроме 5.12.1).

## **5 Проведение поверки**

### **5.1 Внешний осмотр**

**5.1.1** При проведении внешнего осмотра должно быть установлено соответствие поверяемого частотомера следующим требованиям:

- соответствие комплектности требованиям руководства по эксплуатации;
- качество крепления органов управления, четкость фиксации их положения, наличие вставок плавких и их соответствие маркировочным надписям;
- отсутствие механических повреждений;
- чистота и исправность разъемов, четкость маркировки частотомера.

Частотомер, не соответствующий указанным требованиям, не допускается к дальнейшей поверке и направляется в ремонт.

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

**5.2.1** Проверку электрической прочности изоляции цепи питания частотомера проводят по ГОСТ 12.2.091 - 2012 в нормальных условиях применения с помощью установки высоковольтной измерительной УПУ-22, подключенной между соединенными вместе питающими штырями вилки сетевого шнура и контактом защитного заземления. Переключатель питания частотомера должен быть во включенном положении.

Изоляция должна выдерживать действие испытательного напряжения 1500 В (среднеквадратическое значение напряжения) в течение 1 мин.

Проверку сопротивления защитного заземления проводят по ГОСТ 12.2.091-2012.

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

## **6 Оформление результатов поверки**

**6.1** Результаты поверки оформляют протоколом (приложение А).

**6.2** Если частотомер по результатам поверки признан пригодным к применению, то на него наносят поверительное клеймо и выдают Свидетельство о поверке установленного образца и (или) отмечают в руководстве по эксплуатации.

После проведения подстройки частоты встроенного опорного генератора в Свидетельстве о поверке записывают значение калибровочного числа.

В разделе "Особые отметки" руководства по эксплуатации делают отметку о поверке, записывают значение калибровочного числа и заверяют подписью и оттиском клейма поверителя.

**6.3** Если частотомер по результатам поверки признан непригодным к применению, поверительное клеймо гасят, Свидетельство о поверке аннулируют, выписывают Заключение о непригодности установленного образца и (или) отмечают в разделе "Особые отметки" руководства по эксплуатации.

Таблица 5.9

Параметры входного сигнала		Метки времени, с	Число усредняемых периодов ("N")	Допускаемое показание частотомера, мкс	
Период (частота)	Напряжение				
10 мкс (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 (1000 кГц)	0,02 В	$10^{-6}$	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	$\pm 0.00001$

Аналогичные измерения проводят по входу **С** частотомера.

Результаты поверки считают удовлетворительными, если показания частотомера находятся в пределах допускаемых значений, указанных в таблице 5.9.

5.12.3.2 Определение относительной погрешности запуска  $\delta_{\text{зан}}$  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**, делитель 1:1, вход **А** открытый, входное сопротивление 1 МОм, уровень запуска значением 0 мВ.

От генератора подают сигнал на вход **А** частотомера и проводят измерение его периода согласно таблице 5.10.

Таблица 5.10

Параметры входного сигнала		Метки времени, с	Число усредняемых периодов ("N")	Допускаемое показание частотомера, мс	
Период (частота)	Напряжение				
100 мс (10 Гц)	0,02 В	$10^{-4}$	1	100.0	$\pm 3.3$
10 мс (100 Гц)		$10^{-5}$	1	10.00	$\pm 0.33$

Аналогичные измерения проводят по входу **С** частотомера.

Результаты поверки считают удовлетворительными, если показания частотомера находятся в пределах допускаемых значений, указанных в таблице 5.10.



Результаты проверки считают удовлетворительными, 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.

### 5.3 Опробование

#### 5.3.1 Проверка частотомера в режиме самоконтроля

5.3.1.1 Подключают сетевой шнур к питающей сети. Включение частотомера осуществляют переключателем "СЕТЬ" (положение "I"), через 30 с на индикаторе частотомера установится "нулевое" показание и мигание индикатора "\*\*".

Проводят самоконтроль частотомера в соответствии с руководством по эксплуатации.

#### 5.3.2 Идентификация встроенного программного обеспечения (ПО)

Процедуру идентификации встроенного ПО проводят при первичной проверке.

Конструкция частотомера исключает возможность несанкционированного влияния на ПО прибора и измерительную информацию.

Идентификационные данные (признаки) встроенного ПО:

- идентификационное наименование ПО – недоступно;
- номер версии (идентификационный номер) ПО – не ниже 1.1;
- цифровой идентификатор – недоступен.

Для подтверждения соответствия встроенного ПО требуемому номеру версии необходимо включить питание частотомера, при этом на экран выводятся идентификационные данные частотомера. Соответствие встроенного ПО подтверждается сличением выводимой на экран частотомера информации с данными, приведенными выше.

5.3.3 В случае обнаружения неисправностей частотомер бракуется и к дальнейшей проверке не допускается.

### 5.4 Проверка работоспособности в режиме измерения частоты

5.4.1 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 5.1.

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 5.1.

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.

Таблица 5.1

Параметры входного сигнала			Вход частотомера	Делитель	Входное сопротивление	Время счета
Тип источника	Напряжение (мощность)	Частота				
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			50 Ом	1 с
Г4-164	0,03 В	170 МГц		1:1	50 Ом	1 с
	0,05 В	200 МГц				
ГЗ-112/1	1 В	1 МГц	1:1	1 МОм	10 мс	
	2 В		1:10			
	10 В					
Г4-164	0,03 В	100 МГц	В	Произвольное	100 мс	
	1 В					
Ч6-71	0,03 В	1200 МГц				10 мс
Г4-79	0,03 мВт	2500 МГц				
Г4-80	0,03 мВт	3200 МГц				
Г4-227	20 мВт					

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

**5.4.2** 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.

Аналогичные измерения проводят по входу **С** частотомера.

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

Таблица 5.8

Параметры входного сигнала		Вход частотомера	Время счета	Допускаемое показание частотомера	
Частота, кГц	Напряжение, В				
100000	0,02	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	или OL
1200000	0,03	В	1 мс	1.200000	±0.000016 ГГц
			10 мс	1.2000000	±0.0000016 ГГц
			100 мс	1.20000000	±0.00000016 ГГц
			1 с	OL	

Результаты поверки считают удовлетворительными, если показания частотомера находятся в пределах допускаемых значений, указанных в таблице 5.8.

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

- относительной погрешности частоты встроенного опорного генератора  $\delta_0$  (определяется при поверке по 5.12.1);

- относительной погрешности измерения, обусловленной дискретностью счета  $\frac{T_0}{n \cdot T_x}$  (метод 5.12.3.1),

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 5.12.3.2).

**5.12.3.1** Определение относительной погрешности измерения периода, обусловленной дискретностью счета, проводят путем измерения периода сигнала, подаваемого от генератора **Г3-122** на вход **А (С)** поверяемого частотомера (рисунок 5.3). При этом генератор **Г3-122** 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 **Г3-122**, метки времени и число усредняемых периодов на частотомере, соответствующие поверяемой точке, устанавливают по таблице 5.9.



5.12.2 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 5.12.1);
- относительной погрешности измерения, обусловленной дискретностью счета

$$\frac{K}{f_x \cdot T_{сч}} \quad (\text{метод 5.12.2.1}),$$

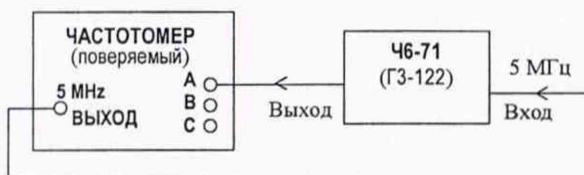
где  $f_x$  – измеряемая частота, Гц;

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

$K$  – коэффициент:  $K = 1$  для каналов **А, С**;  $K = 16$  для канала **В**.

5.12.2.1 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 5.3.



Г3-122 – 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 **Г3-122**.

Рисунок 5.3 - Схема подключения приборов для определения составляющих погрешности измерения частоты по входу **А (С, В)** и измерения периода по входу **А (С)**, обусловленных дискретностью счета

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 5.8. Уровень входного сигнала контролируют милливольтметром **В3-36**.



## 5.5 Проверка работоспособности в режиме измерения периода

**5.5.1** Работоспособность частотомера по входу **A (C)** при синусоидальной форме входного сигнала проверяют при минимальном и максимальном уровнях входного сигнала и значениях периода, указанных в таблице 5.2.

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

От источника подают сигнал на вход **A** частотомера и проводят измерение его периода в режимах согласно таблице 5.2.

Таблица 5.2

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

Результаты проверки считают удовлетворительными, если показания частотомера по входам **A, C** соответствуют установленным на генераторе значениям периода сигналов синусоидальной формы с учетом погрешности их установки и нестабильности.

**5.5.2** Работоспособность частотомера по входу **A (C)** 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 **A**, вход **A** 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 **A** 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 **C** частотомера.

Результаты проверки считают удовлетворительными, если показания частотомера по входам **A, C** соответствуют установленным на генераторе значениям периода импульсного сигнала с учетом погрешности их установки и нестабильности.

## 5.6 Проверка работоспособности в режиме измерения длительности импульсов

5.6.1 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.

Аналогичные измерения проводят по входу С частотомера.

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

5.6.2 Измерение длительности импульсов в режиме "nΔt/1 нс" по входу А (С) 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 5.3.

Таблица 5.3

Параметры входного сигнала		Допускаемое показание частотомера, нс
Частота, МГц	Напряжение	
5	(среднеквадратическое значение)	$100 \pm 3$
10		$50 \pm 3$
50		$10 \pm 3$

Аналогичные измерения проводят по входу С частотомера.

Результаты проверки считают удовлетворительными, если частотомер выполняет измерение длительности импульсов в соответствии с таблицей 5.3.

Сигнал частотой 5 МГц опорного генератора с выхода "5 MHz ВЫХОД" поверяемого частотомера подают на "ВХОД  $f_x$ " компаратора Ч7-39. На "ВХОД  $f_0$ " компаратора Ч7-39 подают сигнал частотой 5 МГц от эталонного источника частоты – стандарта частоты СЧВ-74.

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  $\delta_0$ .

Относительную погрешность частоты встроенного опорного генератора  $\delta_0$  определяют по формуле

$$\delta_0 = \frac{\sum_{i=1}^n \delta_{oi}}{n}, \quad (5.1)$$

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

Результаты поверки считают удовлетворительными, если относительная погрешность частоты встроенного опорного генератора на интервале времени 12 мес ( $\delta_{0,12}$ ) находится в пределах  $\pm 5 \cdot 10^{-9}$ .

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

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

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 удовлетворительными, если относительная погрешность частоты встроенного опорного генератора не превышает  $\pm 5 \cdot 10^{-9}$ . В противном случае подстройку частоты повторить.



## 5.11 Проверка работы частотомера от внешнего источника опорной частоты

5.11.1 Проверку работы частотомера от внешнего источника опорной частоты 5 МГц проводят путем подачи на вход "5 MHz ВХОД" частотомера от генератора ГЗ-112/1 сигнала частотой  $(5000,0 \pm 0,1)$  кГц напряжением от 0,5 до 3 В среднеквадратического 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 удовлетворительными, если при изменении напряжения входного сигнала частотой 5 МГц в пределах от 0,5 до 3 В среднеквадратического значения выполняется "Тест измерения частоты" по входу А.

## 5.12 Определение метрологических характеристик

5.12.1 Определение относительной погрешности частоты встроенного опорного генератора на интервале времени 12 мес ( $\delta_{012}$ ) проводят по схеме, приведенной на рисунке 5.2.

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

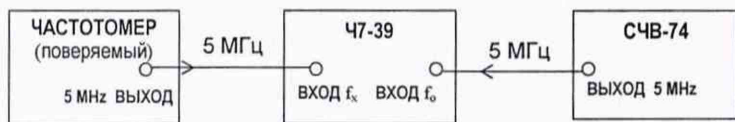
Перед определением погрешности проверяют значение калибровочного числа:

- 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.

Если значение калибровочного числа на частотомере другое, то устанавливают значение калибровочного числа, указанное в свидетельстве.

Изменение значения калибровочного числа и сохранение нового значения в памяти частотомера осуществляют в соответствии с приложением А руководства по эксплуатации.



СЧВ -74 - стандарт частоты рубидиевый;

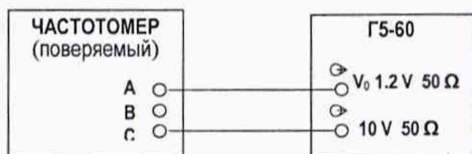
Ч7-39 - компаратор частоты.

Рисунок 5.2 - Схема подключения приборов для измерения частоты встроенного опорного генератора

## 5.7 Проверка работоспособности в режиме измерения интервалов времени

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

Собирают схему в соответствии с рисунком 5.1.



Г5-60 - генератор импульсов.

Рисунок 5.1 - Схема подключения приборов для измерения 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 "З", полярность сигнала положительная,

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

Проводят измерение интервалов времени частотомером в режимах согласно таблице 5.4.

Таблица 5.4

Параметры входного сигнала			Допускаемое показание частотомера, мкс
Период, мкс	$D_1$	Напряжение	
10	1	1,0 В	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

Результаты проверки считают удовлетворительными, если частотомер выполняет измерения интервалов времени в соответствии с таблицей 5.4.

## 5.8 Проверка работоспособности в режиме измерения отношения частот

5.8.1 Работоспособность частотомера в режиме измерения отношения частот проверяют в режимах согласно таблице 5.5.

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

От источников на проверяемые входы частотомера подают сигналы и проводят измерения отношения частот в режимах согласно таблице 5.5.

Таблица 5.5

Параметры входного сигнала			Вход частотомера	Отношение частот сигналов по входам	Число усредняемых периодов ("N")	Допускаемое показание частотомера
Тип источника	Напряжение, В	Частота				
Г4-164	0,05	200 МГц	А	f(A)/f(C)	1	200.000 E3±1
Г5-60	0,05	1 кГц	С			
Г4-164	0,02	1 МГц	А		100 К	1.00000±0.00001
Г5-60	0,05	1 МГц	С			
Г5-60	0,05	1 МГц	А		1 К	5 E-3±0.001
Г4-164	0,05	200 МГц	С			
Г5-60	0,05	1 кГц	А	f(C)/f(A)	1	200.000 E3±1
Г4-164	0,05	200 МГц	С			
Г5-60	0,05	1 МГц	А		100 К	1.00000±0.00001
Г4-164	0,02	1 МГц	С			
Г4-164	0,05	200 МГц	А		1 К	5 E-3±0.001
Г5-60	0,05	1 МГц	С			
Г4-164	0,03	200 МГц	В	f(B)/f(C)	1	200.000 E3±16
Г5-60	0,05	1 кГц	С			
Г4-164	0,03	200 МГц	В	f(B)/f(A)	100	200.00±0.16
Г5-60	0,05	1 МГц	А			

Результаты проверки считают удовлетворительными, если частотомер выполняет измерения отношения частот сигналов в соответствии с таблицей 5.5.

## 5.9 Проверка работоспособности в режиме счета числа импульсов

5.9.1 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 мВ...2 В 50 Ω" ко входу В частотомера;
- Г5-60 выход "10 В 50 Ω" ко входу С частотомера через аттенюатор "40 dB" из комплекта генератора Г5-60.

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 входы С и В частотомера подают сигналы с параметрами, указанными в таблице 5.6 и выполняют измерение частотомером.

Таблица 5.6

Параметры входного сигнала					Номинальное показание частотомера
По входу В (источник Г4-164)		По входу С (источник Г5-60)			
Частота, МГц	Напряжение, В	Период	Длительность	Напряжение, В	
600	0,03	100 мкс	10 мкс	0,05	6.000 Е3
400					4.000 Е3
200					2.000 Е3
100		10 мкс	1 мкс	100	

Результаты проверки считают удовлетворительными, если частотомер выполняет счет числа импульсов с учетом погрешности установки и нестабильности генераторов.

## 5.10 Проверка работоспособности в режиме измерения коэффициента заполнения

**5.10.1** 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/S") по входу А, вход А открытый, делитель 1:1, метки времени -  $10^{-5}$  с, 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 5.7, измеряют частотомером коэффициент заполнения импульсов.

Таблица 5.7

Параметры входного сигнала				Допускаемое показание частотомера
Период, мкс	Длительность, мкс	Напряжение, В	Полярность	
100000	99990	0,05	Положительная	(999.7 - 1000.1) Е-3
	5000			(49.895 - 50.105) Е-3
	1000			(9.899 - 10.101) Е-3

Аналогичные измерения проводят по входу С частотомера.

Результаты проверки считают удовлетворительными, если частотомер выполняет измерение коэффициента заполнения в соответствии с таблицей 5.7.