

СОГЛАСОВАНО

Первый заместитель генерального
директора - главный инженер



..... А.А. Володкевич

..... 2017

УТВЕРЖДАЮ

Директор БелГИМ



..... В.Л. Гуревич

..... "10" 08 2017

Система обеспечения единства измерений
Республики Беларусь

**ЧАСТОТОМЕР
ЭЛЕКТРОННО-СЧЕТНЫЙ
ЧЗ-96**

Методика поверки

УШЯИ.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 О₁

289480 Директор 26.04.2017



РЕСПУБЛИКА БЕЛАРУСЬ

ОАО "МНИПИ"



ЧАСТОТОМЕР
ЭЛЕКТРОННО - СЧЕТНЫЙ
ЧЗ-96

МЕТОДИКА ПОВЕРКИ



ЕИС

А.10.3 Определение составляющих относительной погрешности измерения периода:

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

Таблица А.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 ⁻⁶	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 ⁻⁶	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

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 ⁻⁴	1	100.0 ±3.3		
10 мс (100 Гц)		10 ⁻⁵	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	Напря- жение, В	Полярность		Вход А	Вход С
100000	99990	0,05	Положи- тельная	(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 (δ_{012})		$\pm 5 \cdot 10^{-8}$
Относительная погрешность частоты (δ_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	± 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				Вход 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			

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 ₁ , мкс	D ₂ , мкс	Напряжение			
10	1	2	1,0 В	10 ⁻⁸	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	A	f(A)/f(C)	1	200.000 E3±1	
0,05	1 кГц	C				
0,02	1 МГц	A				
0,05	1 МГц	C				
0,05	1 МГц	A				
0,05	200 МГц	C	f(C)/f(A)	1	200.000 E3±1	
0,05	1 кГц	A				
0,05	200 МГц	C				
0,05	1 МГц	A				
0,02	1 МГц	C				
0,05	200 МГц	A	f(B)/f(C)	1	200.000 E3±16	
0,05	1 МГц	C				
0,03	200 МГц	B				
0,05	1 кГц	C	f(B)/f(A)	100	200.00±0.16	
0,03	200 МГц	B				
0,05	1 МГц	A				

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 УПУ-22 . U _н от 200 до 1500 В, пределы допускаемой приведенной погрешности ±3 %. Сопротивление 0,01 Ом, пределы допускаемой приведенной погрешности ±5 %
Опробование	5.3	-
Проверка работоспособности в режиме измерения частоты	5.4	Синтезатор частоты Ч6-71 . Диапазон частот от 10 до 1300 МГц, пределы допускаемой относительной погрешности ±1·10 ⁻⁸ (внутреннего генератора) Генератор сигналов низкочастотный ГЗ-112/1 . Частота от 10 до 1·10 ⁷ Гц, погрешность ±3 %. Выходное напряжение от 0,1 до 10 В, погрешность ±6 % Генератор сигналов низкочастотный прецизионный ГЗ-122 . Частота от 0,001 Гц до 2 МГц, погрешность ±5·10 ⁻⁷ ·f. Выходное напряжение от 0,2 мВ до 2,5 В, погрешность ±4 % Генератор сигналов высокочастотный Г4-79 . Частота от 1,78 до 2,56 ГГц, погрешность ±0,5 %. Мощность от 0,02 до 10 мВт, погрешность ±1 дБ Генератор сигналов высокочастотный Г4-80 . Частота от 2,56 до 4,0 ГГц, погрешность ±0,5 %. Мощность от 0,02 до 10 мВт, погрешность ±1 дБ Генератор сигналов высокочастотный Г4-227 . Частота от 9 кГц до 4,0 ГГц, погрешность ±3·10 ⁻⁷ ·f. Мощность от 0,1 до 20 мВт, погрешность ±1 дБ Генератор сигналов высокочастотный программируемый Г4-164 . Частота от 0,1 до 640 МГц, погрешность ±5·10 ⁻⁷ . Выходное напряжение от 0,02 до 2 В, погрешность ±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	Генератор импульсов Г5-60 . Длительность импульсов от 10 нс до 10 с, погрешность $\pm(1 \cdot 10^{-6} \tau + 10 \text{ нс})$. Период повторения от 100 нс до 10 с, погрешность $\pm 1 \cdot 10^{-6} \cdot T$. Амплитуда импульсов от 0,01 до 10 В, погрешность $\pm(0,03 U + 2 \text{ мВ})$
		Милливольтметр В3-36 . Напряжение от 3 мВ до 3 В в диапазоне частот от 10 кГц до 1 ГГц, погрешность $\pm 4 \%$
		Ваттметр М3-54 . Частота от 0 до 17,85 ГГц. Мощность от 10^{-4} до 1 Вт, погрешность $\pm 6 \%$
		Ваттметр М3-90 . Частота от 0,02 до 17,85 ГГц. Мощность от 10^{-7} до 10^2 Вт, погрешность $\pm 6 \%$
Проверка работоспособности в режиме измерения периода	5.5	Генератор сигналов низкочастотный прецизионный Г3-122
		Генератор сигналов низкочастотный Г3-112/1
		Генератор сигналов высокочастотный программируемый Г4-164
		Генератор импульсов Г5-60
Проверка работоспособности в режиме измерения длительности импульсов	5.6	Генератор импульсов Г5-60
		Генератор сигналов высокочастотный программируемый Г4-164
Проверка работоспособности в режиме измерения интервалов времени	5.7	Генератор импульсов Г5-60
Проверка работоспособности в режиме измерения отношения частот	5.8	Генератор импульсов Г5-60
		Генератор сигналов высокочастотный программируемый Г4-164
Проверка работоспособности в режиме измерения числа импульсов	5.9	Генератор импульсов Г5-60
		Генератор сигналов высокочастотный программируемый Г4-164
Проверка работоспособности в режиме измерения коэффициента заполнения	5.10	Генератор импульсов Г5-60
Проверка работы частотомера от внешнего источника опорной частоты	5.11	Генератор сигналов низкочастотный Г3-112/1
		Частотомер электронно-счетный ЧЗ-88 . Частота от 0,1 до 10 МГц, относительная погрешность опорного генератора $\pm 1 \cdot 10^{-7}$ (год)
		Милливольтметр В3-36

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
Измерение частоты синусоидального сигнала							
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				10 мс			
0,03 В	1200 МГц						
0,03 мВт	2500 МГц						
0,03 мВт	3200 МГц						
20 мВт							
Измерение частоты импульсного сигнала							
0,05 В	$\tau = 10 \text{ нс}, T = 100 \text{ нс}, f = 10 \text{ МГц}$, полярность положит. полярность отрицат.	1:1	50 Ом	10 мс	-	-	-
Измерение периода синусоидального сигнала							
0,05 В	$T = 5 \text{ нс} (f = 200 \text{ МГц})$	1:1	50 Ом	(100 К)	10^{-8}		
				(10 К)	10^{-7}		
0,02 В	$T = 10 \text{ нс} (f = 100 \text{ МГц})$ $T = 1 \text{ мкс} (f = 1 \text{ МГц})$	1:1	1 МОм	(100 К)	10^{-8}		
				(10 К)	10^{-7}		
				(1 К)	10^{-6}		
				(100)	10^{-3}		
				(1)	10^{-3}		
10 В	$T = 100 \text{ мкс} (f = 10 \text{ кГц})$	1:10	1 МОм	(100)	10^{-5}		
Измерение периода импульсного сигнала							
0,05 В	$\tau = 10 \text{ нс}, T = 100 \text{ нс}$ полярность положит. полярность отрицат.	1:1	50 Ом	(10 К)	10^{-7}	-	-
Измерение длительности импульсов ("nΔt")							
0,05 В	$\tau = 1 \text{ мкс}, T = 100 \text{ мкс}$ полярность положит. полярность отрицат.	1:1	50 Ом	-	10^{-8}	-	-
10 В	полярность положит. полярность отрицат.	1:10					

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 СЧВ-74 . Сигнал частотой 5 МГц, относительная погрешность $\pm 3 \cdot 10^{-10}$
		Компаратор частоты Ч7-39 . Сличение частот 5 МГц, нестабильность частоты $\pm 1 \cdot 10^{-11}$
Определение относительной погрешности измерения частоты	5.12.2	Синтезатор частоты Ч6-71 . 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 ГЗ-122
* 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 ±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^{-6}	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

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 $\delta_{\text{зап}}$ 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**, 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 ±3.3
10 мс (100 Гц)		10^{-5}	1	10.00 ±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 поверке.

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 поверке 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	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					10 мс
Ч6-71	0,03 В	1200 МГц				
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 δ_T определяют для синусоидального входного сигнала по составляющим погрешности:

- относительной погрешности частоты встроенного опорного генератора δ_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 $\delta_{зап}$ (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 **ГЗ-122** на вход **А (С)** поверяемого частотомера (рисунок 5.3). 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, соответствующие поверяемой точке, устанавливают по таблице 5.9.

5.12.2 Относительную погрешность измерения частоты δ_f определяют для синусоидального сигнала по составляющим погрешности:

- относительной погрешности частоты встроенного опорного генератора δ_0 (определяется при поверке по 5.12.1);
- относительной погрешности измерения, обусловленной дискретностью счета

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

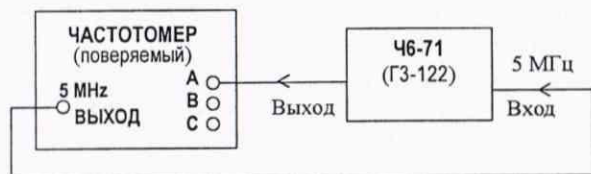
где f_x – измеряемая частота, Гц;

$\tau_{сч}$ – 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 А (С) 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 А, вход А открытый, делитель 1:1.

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

Таблица 5.2

Параметры входного сигнала			Делитель	Входное сопротивление	Метки времени, с	Число усредняемых периодов (N)
Тип источника	Напряжение, В	Период (частота)				
Г4-164	0,05	5 нс (200 МГц)	1:1	50 Ом	10^{-8}	100 К
		10^{-7}			10 К	
	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 С.

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

5.5.2 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 удовлетворительными, если показания частотомера по входам А, С 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	170 мВ	100 ± 3
10	(среднеквадратическое значение)	50 ± 3
50		10 ± 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 "Δf/f", период измерения 1 с, число усреднений 1. Записывают не менее 10 последовательных показаний компаратора δ_{oi} и находят их среднее арифметическое относительной погрешности частоты опорного генератора δ_0 .

Относительную погрешность частоты встроенного опорного генератора δ_0 определяют по формуле

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

где δ_{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 $\pm 5 \cdot 10^{-8}$.

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 МГц 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 (δ_{o12}) 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").

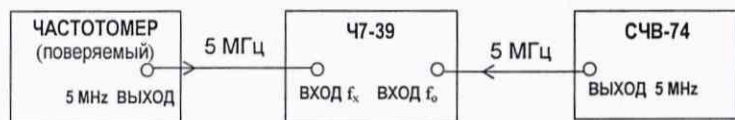
Перед определением погрешности проверяют значение калибровочного числа:

- 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;

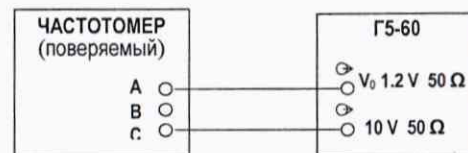
Ч7-39 - компаратор частоты.

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 "3", 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		100 К	1.00000±0.00001
Г4-164	0,02	1 МГц	А			
Г5-60	0,05	1 МГц	С			
Г5-60	0,05	1 МГц	А			
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		100 К	1.00000±0.00001
Г5-60	0,05	1 МГц	А			
Г4-164	0,02	1 МГц	С			
Г4-164	0,05	200 МГц	А			
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 μ V...2 V 50 Ω " ко входу В частотомера;

- Г5-60 выход "10 V 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 (τ C)", 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 E3
400					4.000 E3
200		10 мкс	1 мкс		2.000 E3
100					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) E-3
	5000			(49.895 - 50.105) E-3
	1000			(9.899 - 10.101) E-3

Аналогичные измерения проводят по входу С частотомера.

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