ОКП 668310
ОКП РБ 26.51.45.500

ЗАКАЗАТЬ

ЧАСТОТОМЕР ЭЛЕКТРОННО-СЧЕТНЫЙ Ч3-96

Руководство по эксплуатации

УШЯИ.411186.006 РЭ

РАЗРАБОТЧИК ОАО “МНИПИ”

Содержание

1 Описание и работа....4
1.1 Назначение....4
1.2 Технические характеристики....5
1.3 Состав частотомера....11
1.4 Устройство и работа....12
1.5 Маркировка и пломбирование....14
1.6 Упаковка....14
2 Подготовка к использованию....15
2.1 Меры безопасности....15
2.2 Подготовка к работе....15
2.3 Органы управления, подключения и индикации....16
3 Использование по назначению....19
3.1 Подготовка к проведению измерений....19
3.2 Проведение измерений....21
3.3 Измерение частоты....25
3.4 Измерение периода....26
3.5 Измерение длительности импульсов....26
3.6 Измерение интервалов времени....27
3.7 Измерение отношения частот....27
3.8 Счет импульсов....28
3.9 Измерение (вычисление) параметров сигналов....29
3.10 Работа частотомера в качестве источника опорной частоты....31
3.11 Работа частотомера от внешнего источника опорной частоты....31
3.12 Режим суммирования....31
3.13 Работа в режиме однократного запуска....31
3.14 Работа в режиме внешнего запуска....31
3.15 Работа частотомера с использованием интерфейса USB....32
4 Техническое обслуживание....39
5 Текущий ремонт....40
6 Хранение....42
7 Транспортирование....42
8 Утилизация....42
9 Гарантии изготовителя....43
10 Свидетельство об упаковывании....44
11 Свидетельство о приемке....44
12 Особые отметки....45
Приложение А Подстройка частоты встроенного опорного генератора....46
Приложение Б Гарантийные талоны....47
Перечень предприятий, осуществляющих гарантийное и послегарантийное обслуживание частотомера....49

Настоящее руководство по эксплуатации (РЭ) содержит сведения о принципе работы, устройстве и конструкции, характеристиках **частотомера электронно-счетного Ч3-96** (по тексту - **частотомер**) и указания, необходимые для правильной и безопасной его эксплуатации.

Частотомер соответствует техническим условиям ТУ BY 100039847.150-2017 "Частотомер электронно-счетный Ч3-96".

Внешний вид частотомера приведен на рисунке 1.1.

Разработчик оставляет за собой право в процессе изготовления частотомеров вносить в конструкцию и программное обеспечение изменения, не влияющие на их технические характеристики.



Рисунок 1.1 – Частотомер электронно-счетный Ч3-96. Внешний вид

ВНИМАНИЕ! НЕ ВКЛЮЧАТЬ ЧАСТОТОМЕР, НЕ ИЗУЧИВ НАСТОЯЩЕЕ РЭ.

При покупке частотомера через торговую сеть:

- проверить его работоспособность;
- убедиться в наличии талонов на гарантийный ремонт, заверенных штампом и подписью продавца с указанием даты продажи;
- проверить сохранность пломб и комплект поставки частотомера.

Применяемые сокращения и определения:

- сигнал синусоидальной формы – среднеквадратическое значение напряжения переменного тока;
- сигнал импульсной формы – амплитудное значение напряжения;

±1 ед. счета – единица младшего разряда на индикаторе;

- ОС – операционная система;
- ПО – программное обеспечение;
- ПК – персональный компьютер с установленной ОС Windows XP, Windows 7, 8.1;
- ПЛИС – программируемая логическая интегральная схема;
- СИ – средства измерений;
- ФНЧ – фильтр низких частот.
- ТТЛ – транзисторно-транзисторная логика;
- ЭСЛ – эмиттерно-связанная логика.

Изготовитель: ОАО "МНИПИ", 220113, г. Минск, ул. Я. Коласа, 73, Республика Беларусь.

1 Описание и работа

1.1 Назначение

1.1.1 Частотомер электронно-счетный Ч3-96 предназначен для измерения частоты и периода синусоидальных и импульсных сигналов, измерения длительности импульсов, отношения частот электрических сигналов, интервалов времени, коэффициента заполнения, разности фаз, счета числа импульсов.

1.1.2 Основные функции частотомера:

Каналы входов **A**, **C** идентичны и обеспечивают:

- измерение частот синусоидальных и импульсных сигналов в диапазоне от 0,01 Гц до 200 МГц;
- измерение периода, разности фаз, интервалов времени, длительности импульсов, коэффициента заполнения;
- измерение отношения частот – каналов **A**/**C**, **C**/**A**, **A**/**B**, **B**/**C**;
- счет числа импульсов, режим "тахометра";
- ФНЧ, встроенный аттенюатор.

По входу **B** частотомер обеспечивает:

- измерение частоты синусоидальных сигналов в диапазоне от 100 до 3200 МГц;
- измерение отношения частот – каналов **B**/**A**, **B**/**C**;
- счет числа импульсов.

VFD графический дисплей (индикатор).

Запуск процесса измерений – внутренний, однократный, внешний или программный.

Работа от внешнего опорного генератора.

Работа с ПК по интерфейсу USB 2.0, поддержка SCPI.

1.1.3 Область применения: наладка, контроль, ремонт радиотехнической аппаратуры, электронных систем и устройств в различных областях хозяйственной деятельности.

1.1.4 Частотомер предназначен для работы от сети переменного тока напряжением (230±23) В, номинальной частотой 50 Гц.

1.1.5 Частотомер соответствует требованиям ГОСТ 22335-98, ГОСТ 22261-94.

1.1.6 По прочности и устойчивости к воздействию внешних климатических факторов частотомер удовлетворяет следующим требованиям.

Нормальные условия применения:

- температура окружающего воздуха	(20 ± 5) °С;
- относительная влажность воздуха	от 30 % до 80 %;
- атмосферное давление	от 84 до 106 кПа (от 630 до 795 мм рт. ст.).

Рабочие условия применения:

- температура окружающего воздуха	от минус 10 °С до плюс 50 °С;
- относительная влажность воздуха	до 93 % при температуре 25 °С;
- атмосферное давление	от 60 до 106,7 кПа (от 450 до 800 мм рт. ст.).

Предельные условия транспортирования:

- температура окружающего воздуха	от минус 40 °С до плюс 50 °С;
- относительная влажность воздуха	до 95 % при температуре плюс 25 °С;
- атмосферное давление	от 60 до 106,7 кПа (от 450 до 800 мм рт. ст.).

1.1.7 По прочности к механическим воздействиям при транспортировании частотомер в выключенном состоянии выдерживает удары многократного действия в соответствии с нормами: ускорение - 150 м/с^2 (15g), длительность импульса – (5 - 10) мс, число ударов – 2000, частота ударов в минуту – 200.

1.2 Технические характеристики

1.2.1 Частотомер по входам **A**, **C** измеряет частоту синусоидальных сигналов или частоту импульсных сигналов любой полярности в диапазоне частот от 0,01 Гц до 200 МГц, при уровне входного сигнала в соответствии с таблицей 1.1.

Таблица 1.1

Частота	Уровень входного сигнала	
	Входное сопротивление 1 МОм	Входное сопротивление 50 Ом
Для сигнала синусоидальной формы		
От 0,01 Гц до 100 МГц включ.	(0,02 – 10) В	(0,02 – 2) В
Св. 100 до 170 МГц включ.	(0,03 – 10) В	(0,03 – 2) В
Св. 170 до 200 МГц включ.	(0,05 – 10) В	(0,05 – 2) В
Для сигнала импульсной формы при длительности импульса входного сигнала не менее 5 нс	(0,05 – 10) В	(0,05 – 2) В
Примечание - Относительный уровень помех и гармонических составляющих входного сигнала должен быть не более минус 25 дБ.		

1.2.2 Частотомер по входу **B** измеряет частоту синусоидальных сигналов в диапазоне частот от 100 до 3200 МГц при уровне входного сигнала:

- от 0,03 до 1 В среднего квадратического значения напряжения переменного тока в диапазоне частот от 100 до 1200 МГц при относительном уровне помех и гармонических составляющих входного сигнала не более минус 25 дБ;

- от 0,03 до 20 мВт в диапазоне частот от 1200 до 3200 МГц при относительном уровне помех и гармонических составляющих входного сигнала не более минус 25 дБ.

1.2.3 Относительная погрешность измерения частоты синусоидальных или импульсных сигналов δ_f определяется по формуле

$$\delta_f = \pm\left(|\delta_o| + \frac{K}{f_x \cdot \tau_{сч}}\right), \qquad (1.1)$$

где δ_o – относительная погрешность частоты опорного генератора (встроенного или внешнего);

f_x – измеряемая частота, Гц;

$\tau_{сч}$ – время счета частотомера, с;

K – коэффициент: $K = 1$ для каналов **A**, **C**; $K = 16$ для канала **B**.

1.2.4 Номинальное значение частоты встроенного опорного генератора - 5 МГц.

1.2.4.1 Пределы коррекции (перестройки) частоты встроенного опорного генератора не менее $\pm 3 \cdot 10^{-7}$ относительно номинального значения частоты.

1.2.4.2 Действительное значение частоты встроенного опорного генератора устанавливается с погрешностью $\pm 5 \cdot 10^{-9}$ относительно номинального значения частоты через 2 ч после включения.

1.2.5 Относительная погрешность по частоте встроенного опорного генератора δ_o по истечении времени установления рабочего режима, равного 1 ч, не более значений:

– $\pm 2 \cdot 10^{-8}$ за 30 сут;

– $\pm 5 \cdot 10^{-8}$ за 12 мес.

Примечание – Время 30 сут и 12 мес отсчитывается с момента установки действительного значения частоты с погрешностью $\pm 5 \cdot 10^{-9}$.

1.2.6 Кратковременная нестабильность частоты встроенного опорного генератора не более $\pm 3 \cdot 10^{-9}$ за 10 с.

1.2.7 Относительное изменение частоты встроенного опорного генератора в диапазоне рабочих температур не более $\pm 2 \cdot 10^{-8}$.

1.2.8 Частотомер по входам **А**, **С** измеряет период:

- синусоидальных сигналов - в диапазоне от 5 нс до 10^6 с (от 200 МГц до 0,01 Гц);

- импульсных сигналов любой полярности - в диапазоне от 10 нс до 10^6 с при длительности импульсов не менее 5 нс.

1.2.8.1 Уровень входного сигнала при входном сопротивлении 1 МОм:

- от 0,02 до 10 В – для сигнала синусоидальной формы с периодом более 10 нс;
- от 0,05 до 10 В – для сигнала синусоидальной формы с периодом от 5 до 10 нс;
- от 0,05 до 10 В – для сигнала импульсной формы.

1.2.8.2 Уровень входного сигнала при входном сопротивлении 50 Ом:

- от 0,02 до 2 В – для сигнала синусоидальной формы с периодом более 10 нс;
- от 0,05 до 2 В – для сигнала синусоидальной формы с периодом от 5 до 10 нс;
- от 0,05 до 2 В – для сигнала импульсной формы.

1.2.8.3 Число усредняемых периодов входного сигнала – 1, 10, 100, 1000 (1 К), 10000 (10 К), 100000 (100 К).

Период меток времени – 10^{-8}, 10^{-7}, 10^{-6}, 10^{-5}, 10^{-4}, 10^{-3} с.

1.2.9 Относительная погрешность измерения периода δ_T определяется по формулам:

1.2.9.1 При синусоидальной или импульсной форме входного сигнала с длительностью фронта импульсов более половины периода меток времени частотомера

$$\delta_T = \pm\left(|\delta_o| + |\delta_{\text{зап}}| + \frac{T_o}{nT_x}\right), \tag{1.2}$$

где $\delta_{\text{зап}}$ – относительная погрешность запуска;

n – число усредняемых периодов входного сигнала;

T_o – период меток времени частотомера, с;

T_x – период входного сигнала, с.

Относительная погрешность запуска $\delta_{\text{зап}}$ определяется по формуле

$$\delta_{\text{зап}} = \pm 2 \cdot \frac{3 \cdot 10^{-3} K_{\text{атт}} + U_{\text{П}}}{nST_x}, \tag{1.3}$$

где $K_{\text{атт}}$ – коэффициент ослабления входного делителя (аттенюатора)
($K_{\text{атт}} = 1$ при включенном делителе 1:1 и $K_{\text{атт}} = 10$ при включенном делителе 1:10);

S – крутизна перепада напряжения входного сигнала в точке запуска, В/с;

$U_{\text{П}}$ – пиковое значение помехи входного сигнала, В, если помеха имеет случайный характер со средним квадратичным значением $\sigma_{\text{п}}$, то $U_{\text{П}} = 3\sigma_{\text{п}}$.

Для синусоидального входного сигнала при запуске в точке с максимальной крутизной $\delta_{зап}$ определяется по формуле

$$\delta_{зап} = \pm \frac{3 \cdot 10^{-3} K_{атт} + 0{,}3 U_{П}}{n U_m}, \quad (1.4)$$

где U_m – амплитуда входного сигнала, В.

1.2.9.2 При импульсной форме входного сигнала с длительностью фронта импульсов не более половины периода меток времени частотомера

$$\delta_T = \pm \left(|\delta_o| + \frac{T_o}{n T_x} \right). \quad (1.5)$$

1.2.10 Частотомер по входам **A**, **C** измеряет длительность импульсов любой полярности от 20 нс до 10^6 с при частоте следования импульсов не более 10 МГц и напряжении входного сигнала:

– при входном сопротивлении 50 Ом - от 0,05 до 2 В амплитудного значения;

– при входном сопротивлении 1 МОм - от 0,05 до 10 В амплитудного значения.

Абсолютная погрешность измерения длительности импульсов (Δt_x, с) при суммарной длительности фронта и среза измеряемых импульсов определяется по формулам:

– более половины периода меток времени частотомера $\Delta t_x = \pm \left(|\delta_o| t_x + \frac{\tau_ф + \tau_c}{2} + T_o \right)$, (1.6)

– не более половины периода меток времени частотомера $\Delta t_x = \pm \left(|\delta_o| t_x + T_o \right)$, (1.7)

где $\tau_ф$, τ_c – длительности фронта и среза измеряемого импульса, с;

t_x – длительность измеряемого импульса на уровне 0,5 от амплитудного значения, с.

1.2.11 Частотомер по входам **A**, **C** в режиме "nΔt/1 нс" измеряет длительность импульсов любой полярности от 10 до 100 нс.

Абсолютная погрешность измерения длительности импульсов не превышает ±3 нс.

1.2.12 Частотомер по входам **A**, **C** измеряет интервал времени от 100 нс до 10^6 с между фронтами импульсов "Старт" и "Стоп" любой полярности при длительности импульсов не менее 10 нс и напряжении входного сигнала в соответствии с 1.2.10.

1.2.13 Абсолютная погрешность измерения интервала времени Δt_x при суммарной длительности фронтов импульсов определяется по формулам:

– более половины периода меток времени частотомера $\Delta t_x = \pm \left(|\delta_o| t_x + \frac{\tau_{ФA} + \tau_{ФC}}{2} + T_o \right)$, (1.8)

– не более половины периода меток времени частотомера $\Delta t_x = \pm \left(|\delta_o| t_x + T_o \right)$, (1.9)

где $\tau_{ФA}, \tau_{ФC}$ – длительности фронтов импульсов по входам **A**, **C** соответственно, с;

t_x – длительность измеряемого интервала между импульсами на уровне 0,5 от амплитудного значения, с.

1.2.14 Частотомер измеряет отношение частот двух электрических сигналов:

– частоты сигнала поступающего на вход **A** к частоте сигнала поступающего на вход **C** (A/**C**) и частоты сигнала поступающего на вход **C** к частоте сигнала поступающего на вход **A** (C/A) в диапазоне отношения частот от 0,0001 до 999999999.

Требования к параметрам электрических сигналов в соответствии с 1.2.1;

– частоты сигнала поступающего на вход B к частоте сигнала поступающего на вход C (**B**/**C**) или на вход **A** (**B**/**A**) в диапазоне отношения частот от 0,5 до 999999999.

Требования к параметрам электрических сигналов в соответствии с 1.2.1, 1.2.2.

1.2.15 Относительная погрешность измерения отношения частот определяется по формулам:

- отношение A/**C** и C/A $$\delta_{f1/f2} = \pm\left(\delta_{зап2} + \frac{f_2}{f_1 \cdot n_2}\right), \quad (1.10)$$

где $\delta_{зап2}$ – относительная погрешность запуска по входу, на который поступает сигнал с частотой f_2;

f_1, f_2 – сравниваемые частоты по входам **A**, **C**, Гц;

n_2 – число усредняемых периодов сигнала с частотой f_2.

- отношение **B**/**C** $$\delta_{fB/fC} = \pm\left(\delta_{запC} + \frac{f_C \cdot 16}{f_B \cdot n_C}\right), \quad (1.11)$$

- отношение **B**/A $$\delta_{fB/fA} = \pm\left(\delta_{запA} + \frac{f_A \cdot 16}{f_B \cdot n_A}\right), \quad (1.12)$$

где $\delta_{запA}$, $\delta_{запC}$ – относительные погрешности запуска по входам **A**, **C** соответственно;

f_A, f_B, f_C – сравниваемые частоты по входам **A**, **B**, **C** соответственно, Гц;

n_A, n_C – число усредняемых периодов входных сигналов по входам **A**, **C**;

16 – коэффициент деления частоты по входу **B**.

1.2.16 Частотомер обеспечивает счет числа импульсов от 1 до 999999999 любой полярности, поступающих на входы **A**, **C**, при их длительности не менее 5 нс, частоте следования не более 200 МГц, и поступающих на вход **B** при частоте следования от 100 до 3200 МГц с уровнями сигналов в соответствии с 1.2.8 и 1.2.2 соответственно за время действия сигнала ″GATE″ длительностью не менее 0,1 мкс, который формируется:

- по нажатию кнопки ″**УСТАНОВКА**″;
- по значениям длительностей сигналов, поступающих на входы **C**, **A**;
- по значениям периодов сигналов, поступающих на входы **C**, **A**;
- за интервал времени 60 с (режим "тахометра") по входам **C**, **A**.

1.2.17 Частотомер измеряет (вычисляет) следующие параметры сигналов:

1.2.17.1 Период сигнала по результату измерения частоты $T_x = \frac{1}{f_x}$. (1.13)

Частота сигнала (f_x) в соответствии с 1.2.1, 1.2.2.

1.2.17.2 Частоту сигнала по результату измерения периода сигнала $f_x = \frac{1}{T_x}$. (1.14)

Период сигнала (T_x) в соответствии с 1.2.8.

1.2.17.3 Отношение частот двух сигналов (**A/B**, **C/B**) по результатам измерения частот по каналам **A** и **B**, **C** и **B** от 10^{-6} до 2.

Требования к параметрам электрических сигналов в соответствии с 1.2.1, 1.2.2.

1.2.17.4 Коэффициент заполнения (обратная величина скважности) по результату измерения длительности и периода импульсных сигналов от 10^{-5} до 0,9999999 $Q_x = \frac{t_x}{T_x}$ (1.15)

Параметры сигналов: длительность сигнала (t_x) в соответствии с 1.2.10, период сигнала (T_x) в соответствии с 1.2.8.

1.2.17.5 Разность фаз от минус 180º до плюс 180º по результатам измерения периода и временного сдвига сигналов по каналам **A** и **C**.

Параметры сигналов: период сигнала (T_x) в соответствии с 1.1.8, временной сдвиг сигнала (t_x) в соответствии с 1.1.12.

1.2.18 Входное сопротивление частотомера:

– по входам **A, C** (1,0±0,1) МОм, при входной емкости не более 50 пФ,
или (50,0±2,5) Ом;

– по входу **B** (50,0±2,5) Ом.

1.2.19 Частотомер по входам **A**, **C** имеет ФНЧ с частотой среза не более 100 кГц.

1.2.20 Частотомер по входам **A**, **C** обеспечивает установку уровня запуска:

- установку и индикацию уровня запуска в диапазоне не менее ±800 мВ;
- автоматическую установку уровня запуска для сигналов в диапазоне частот от 1 кГц до 180 МГц с амплитудой не менее 30 мВ;
- установку уровня запуска для сигналов с уровнями ТТЛ и ЭСЛ логики.

1.2.21 Запуск процесса измерений:

– внутренний, однократный или программный;

– внешний - импульсами частотой следования не более 1 кГц, длительностью не менее 10 мкс и амплитудой от 0,5 до 5 В.

1.2.22 Частотомер в режиме самоконтроля обеспечивает:

- по включению питания – тестирование встроенного микроконтроллера, кнопок передней панели, индикатора;
- тестирование режимов работы по нажатию кнопки **"ТЕСТ"**.

1.2.23 Частотомер обеспечивает непосредственный отсчет результата измерения в цифровой форме с гашением незначащих нулей, индикацию единиц измерения (Hz, kHz, GHz, ms, μs, ns), децимальной точки, переполнения индикатора. Формат индикации результата измерения - девять десятичных разрядов.

В режиме работы с памятью частотомер обеспечивает хранение результата измерения на время последующего цикла измерения, а в режиме работы с отключенной памятью (режим суммирования) - индицирует непрерывный набор информации во время измерения и отображает результат измерения в течении времени индикации.

1.2.24 Время счета частотомера при измерении частоты по входам **A**, **C**, **B** – 1, 10, 100 мс; 1, 10, 100 с.

1.2.25 Установка времени индикации результата измерения – 0,1; 1; 10 с.

1.2.26 Частотомер выдает сигнал опорной частоты 5 МГц с погрешностью по частоте, равной погрешности встроенного опорного генератора, размахом напряжения не менее 0,5 В на конце кабеля с волновым сопротивлением 50 Ом длиной 1 м, нагруженного на сопротивление не менее 50 Ом.

1.2.27 Частотомер допускает работу от внешнего источника опорной частоты (5000±0,1) кГц напряжением от 0,5 до 3 В среднего квадратичного значения на входном сопротивлении не менее 100 Ом.

1.2.28 Частотомер обеспечивает управление режимами работы и выдачу результатов измерений по интерфейсу USB 2.0 по командам соответствующим SCPI протоколу.

1.2.29 Частотомер обеспечивает свои технические характеристики в пределах норм, по истечении времени установления рабочего режима, равного 1 ч (кроме 1.2.4.2).

Время готовности частотомера к работе (без гарантированной погрешности по частоте опорного генератора) не более 1 мин.

1.2.30 Частотомер допускает непрерывную работу в рабочих условиях применения в течение времени не менее 24 ч при сохранении своих технических характеристик.

1.2.31 Частотомер сохраняет свои технические характеристики в пределах норм при питании от сети переменного тока напряжением (230±23) В, частотой (50±1) Гц.

1.2.32 Мощность, потребляемая частотомером, не более 40 В·А.

1.2.33 Частотомер соответствует требованиям по электромагнитной совместимости.

1.2.33.1 Уровень индустриальных радиопомех, создаваемых частотомером, не превышает значений, установленных в СТБ ГОСТ Р 51522-2001 для оборудования класса Б.

1.2.33.2 Частотомер соответствует требованиям СТБ ГОСТ Р 51522-2001 для оборудования класса Б по следующим видам помех:

- электростатические разряды - критерий качества функционирования В;
- динамические изменения напряжения электропитания - критерий качества функционирования В;
- наносекундные импульсные помехи - критерий качества функционирования В;
- микросекундные импульсные помехи большой энергии - критерий качества функционирования В;
- устойчивость к радиочастотному электромагнитному полю - критерий качества функционирования А;
- устойчивость к кондуктивным помехам, наведенным радиочастотными электромагнитными полями - критерий качества функционирования.

1.2.34 Показатели надежности:

- средняя наработка на отказ - не менее 15000 ч;
- средний срок службы - не менее 6 лет;
- среднее время восстановления работоспособности частотомера - не более 3 ч.

1.2.35 Масса частотомера не более 4 кг.

Масса частотомера в упаковке не более 6 кг.

1.2.36 Габаритные размеры частотомера (без ручки) 284x105x355 мм (BxHxL).

1.2.37 В покупных комплектующих изделиях содержание драгоценных материалов, г:
- золото - 0,0087016;
- серебро - 0,1386492;
- палладий - 0,0623564.

1.3 Состав частотомера

1.3.1 Состав комплекта поставки частотомера приведен в таблице 1.2.

Таблица 1.2

Наименование	Обозначение	Количество	Примечание
Частотомер электронно-счетный Ч3-96	УШЯИ.411186.006	1	
Комплект ЗИП эксплуатационный:	УШЯИ.305654.129		
- кабель	УШЯИ.685631.114	2	BNC- BNC
- кабель	УШЯИ.685681.017-01	1	СР-50-270С-11NS0-3-13
- кабель USB (n-n) тип A-B, 2 м		1	Для работы по интерфейсу "USB"
- шнур сетевой RKK/H05VV-F		1	
- вставка плавкая ВП2Б-1 В 0,5 А 250 В	ОЮ0.481.005 ТУ	2	
Руководство по эксплуатации	УШЯИ.411186.006 РЭ	1	
Методика поверки	УШЯИ.411186.006 МП (МРБ.МП.2686-2017)	1	
Упаковка	УШЯИ.305646.169	1	

1.4 Устройство и работа

1.4.1 Частотомер выполнен в металлическом корпусе, состоящем из кожуха с ручкой, передней и задней панелей.

На передней панели расположены входные измерительные гнезда, переключатели режимов (кнопки), индикатор, переключатель питания. На панель нанесены поясняющие надписи необходимые для правильной эксплуатации частотомера.

На задней панели расположены разъем для подключения к частотомеру сетевого шнура и вставки плавкие, разъемы интерфейса, выхода частоты встроенного опорного генератора и входа внешней опорной частоты – 5 МГц.

Вся электронная схема частотомера выполнена на печатных платах, которые соединены жгутами и кабелями.

1.4.2 Принцип работы частотомера основан на подсчете количества импульсов поступающих на его вход за заданный интервал времени.

При измерении частоты счетчик частотомера считает количество импульсов, сформированных из входного (измеряемого) сигнала, в течение длительности эталонного сигнала. Длительность эталонного сигнала (время счета) задается опорными частотами.

При измерении периода или длительности импульсов счетчик считает количество периодов меток времени за время измерения равное измеряемому периоду (с учетом усреднения) или измеряемой длительности импульсов.

При измерении отношения частот счетчик считает количество импульсов, сформированных из входного (измеряемого) сигнала по одному входу за время измерения равное периоду (с учетом усреднения) сигнала поступающего на другой вход.

При измерении коэффициента заполнения и разности фаз используются два счетчика, один из которых считает количество периодов меток за время периода сигнала, а второй – за время длительности сигнала или интервал времени между фронтами выходных сигналов формирователей в каналах **A** и **C**. Встроенный микропроцессор вычисляет отношение двух результатов измерений.

Счетный блок выполнен на базе PIC-процессора и ПЛИС.

1.4.3 Структурная схема частотомера приведена на рисунке 1.2 и включает:

- входные устройства 1 и 2;
- усилители-ограничители 1, 2 и 3 (УО1, УО2, УО3);
- делитель частоты на 16;
- ПЛИС и PIC - процессор;
- генератор опорный частоты (кварцевый);
- мост RS 232-USB;
- индикатор и источник питания.

На вход **A** (**C**) частотомера подается измеряемый сигнал в диапазоне частот от 0 до 200 МГц. Входное устройство представляет собой широкополосный повторитель напряжения, который позволяет выполнять дополнительно несколько функций:

- устанавливать входное сопротивление 50 Ом или 1 МОм с целью согласования с источником измеряемого сигнала;

- пропускать или фильтровать постоянную составляющую сигнала (открытый или закрытый вход);

- устанавливать коэффициент передачи сигнала (делитель) ″1:1″ или ″1:10″ с целью измерения сигналов с большими уровнями напряжения;

- ограничивать уровень измеряемого входного сигнала по напряжению.

Далее сигнал поступает на усилитель-ограничитель (УО1 или УО3), где происходит его основное усиление по напряжению. Сигнал, обработанный УО1 (УО3), имеет фиксированные уровни LVDS передачи сигналов. Каналы А, С идентичны.

На вход **В** частотомера подается измеряемый сигнал в диапазоне частот от 100 до 3200 МГц, который после усиления в УО2 и деления частоты на 16 в делителе, поступает на вход ПЛИС.

Выбор режима измерения (частота, период, длительность, отношение, счет импульсов), времени счета, длительности периода меток, времени индикации осуществляются контроллером индикатора. Результат измерения передается из ПЛИС в контроллер индикатора в виде цифрового кода.

Генератор опорной частоты формирует высокостабильный сигнал опорной частоты значением 5 МГц, из которого ПЛИС вырабатывает сигналы, необходимые для работы частотомера.

Мост RS 232-USB предназначен для обеспечения возможности управления частотомером по шине USB.

Индикатор представляет собой VFD графический дисплей, который обеспечивает отображение:

- результата измерения;
- положения децимальной точки; размерность измеряемой величины;
- режим переполнения, при котором индицируется символ "OL";
- индикацию ошибочных действий.

Источник питания осуществляет преобразование переменного напряжения 230 В 50 Гц в стабилизированные напряжения необходимые для работы частотомера.

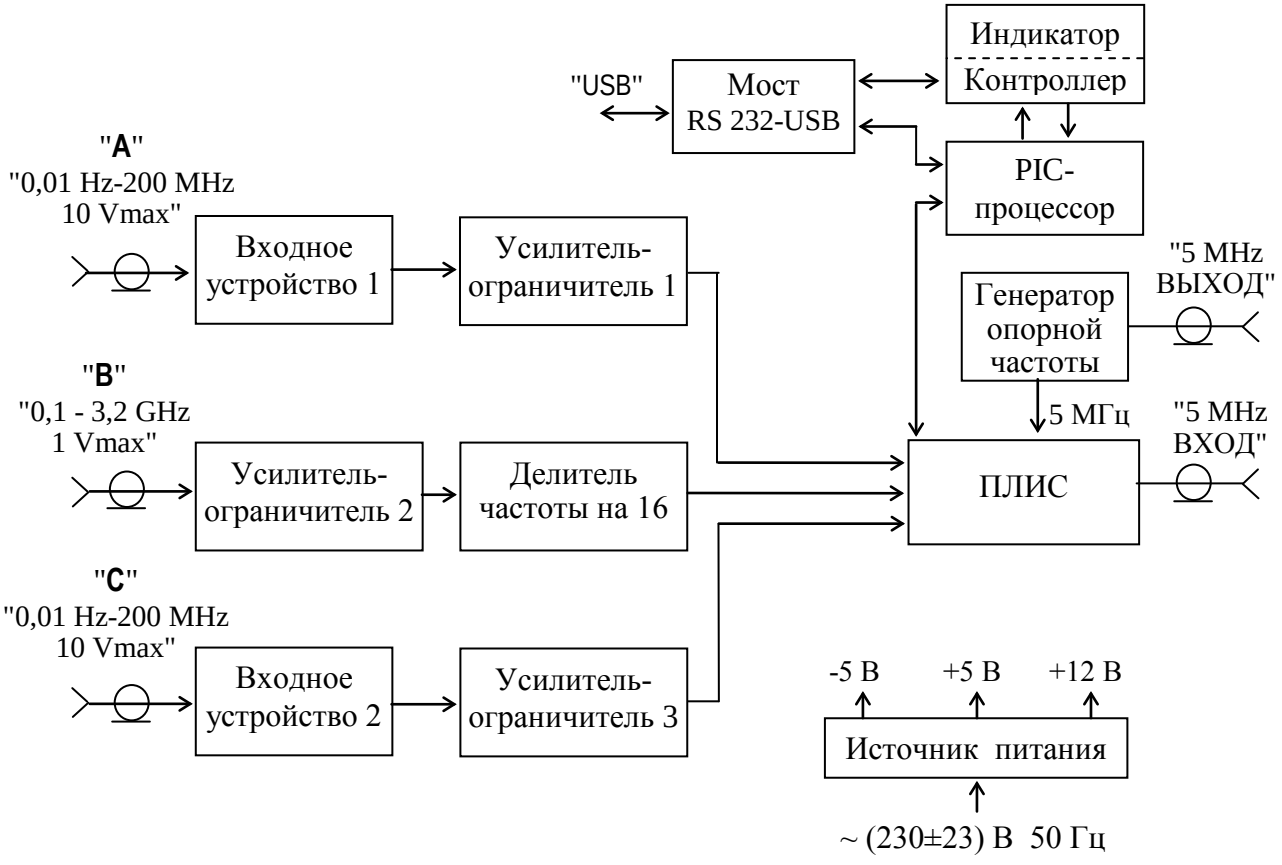


Рисунок 1.2 - Схема структурная частотомера

1.5 Маркировка и пломбирование

1.5.1 Частотомер имеет следующую маркировку, нанесенную на корпус:

- наименование и тип частотомера, товарный знак изготовителя, Знак утверждения типа средств измерений Республики Беларусь, поясняющие надписи и символы, необходимые для правильной эксплуатации частотомера – на передней панели;

- порядковый номер по системе нумерации изготовителя (заводской номер) и год изготовления; надпись ″СДЕЛАНО В БЕЛАРУСИ″; Единый знак обращения продукции на рынке государств - членов Таможенного союза (знак ″ЕАС″), испытательное напряжение изоляции (символ С-2 по ГОСТ 23217-78); напряжение питания, потребляемую мощность, номинальный ток, тип вставок плавких и скорость разрыва цепи – на задней панели.

1.5.2 Маркировка на упаковке выполнена в соответствии с ГОСТ 14192-96 типографским способом на этикетках и содержит:

- манипуляционные знаки: ″Хрупкое. Осторожно″, ″Беречь от влаги″, ″Верх″;
- наименование и тип частотомера, товарный знак и местонахождение изготовителя;
- надпись ″СДЕЛАНО В БЕЛАРУСИ″, Знак утверждения типа средств измерений Республики Беларусь, знак ″ЕАС″, обозначение ТУ, дату изготовления, штамп ОТК, массы брутто и нетто, габаритные размеры упаковки.

1.5.3 Пломбирование частотомера выполняется на задней панели (в углублениях для винтов). Схема пломбирования частотомера от несанкционированного доступа приведена на рисунке 1.3 (вид частотомера сзади).

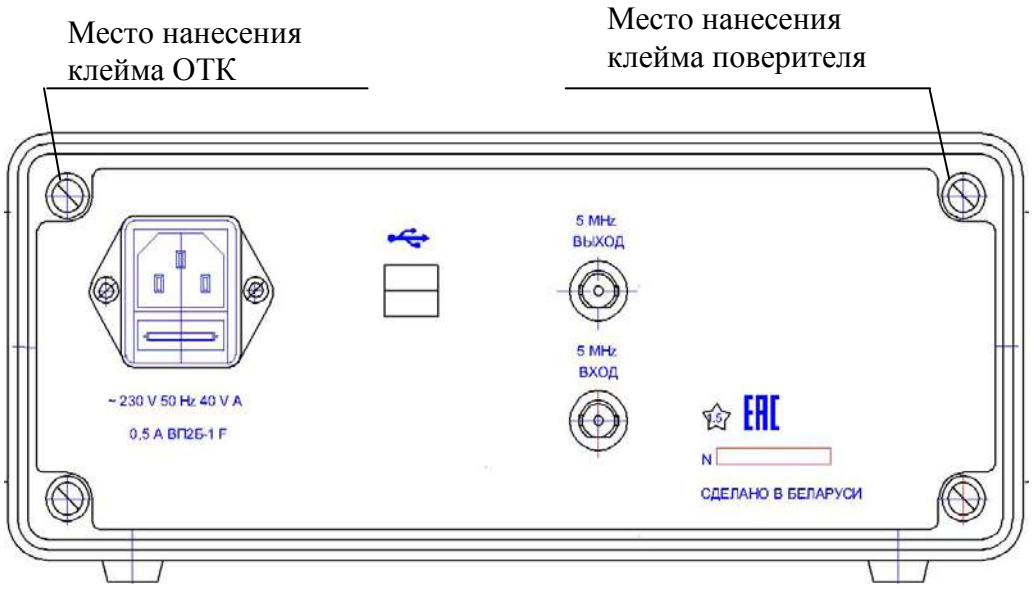


Рисунок 1.3

1.6 Упаковка

1.6.1 Распаковывание частотомера проводить в следующей последовательности:

- удалить клеевую ленту на верхней крышке упаковки, открыть ее;
- извлечь из упаковки руководство по эксплуатации, методику поверки, частотомер и принадлежности.

1.6.2 Упаковывание проводить в последовательности, обратной описанной выше.

2 Подготовка к использованию

2.1 Меры безопасности

2.1.1 По требованиям безопасности частотомер соответствует ГОСТ 12.2.091-2012, оборудование класса I по степени защиты от поражения электрическим током, категория монтажа (категория перенапряжения) II, степень загрязнения 2. Заземление корпуса частотомера обеспечивается конструкцией сетевой вилки в сетевом шнуре.

2.1.2 Электрическая изоляция цепи питания частотомера выдерживает без возникновения разрядов или поверхностных пробоев в течение 1 мин действие испытательного напряжения переменного тока частотой 50 Гц значением 1500 В (среднеквадратическое значение) между соединенными вместе питающими штырями вилки сетевого шнура и контактом защитного заземления.

2.1.3 Электрическое сопротивление между зажимом защитного заземления сетевой вилки и каждой доступной токопроводящей частью частотомера не более 0,1 Ом.

2.1.4 Источником опасного напряжения внутри частотомера являются:

- контакты сетевой вилки и контакты переключателя **"СЕТЬ"**;
- отводы первичной обмотки силового трансформатора электропитания.

2.1.5 Заземление частотомера должно выполняться независимо от степени опасности помещения, в котором происходит работа с прибором.

В случае работы частотомера совместно с другими приборами, зажим защитного заземления каждого прибора должен быть соединен с земляной шиной помещения.

2.1.6 Частотомер соответствует требованиям пожарной безопасности, установленным в ГОСТ 12.1.004-91, СТБ МЭК 60950-1-2003.

Вероятность возникновения пожара не превышает 10^{-6} в год.

2.2 Подготовка к работе

2.2.1 Проверить комплектность частотомера в соответствии с 1.3.

Провести внешний осмотр частотомера, при котором проверить:

- наличие пломб;
- 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.

Провести внешний осмотр принадлежностей частотомера.

В случае длительного хранения в условиях, отличающихся от нормальных, выдержать частотомер в нормальных климатических условиях в течение 4 ч.

2.2.2 Для подключения частотомера к сети питания и объекту измерения, использовать кабели из комплекта поставки.

Для подключения частотомера по интерфейсу рекомендуется использовать кабель из комплекта поставки.

2.2.3 Работа частотомера должна происходить в условиях, которые не выходят за пределы рабочих условий применения.

Питающая сеть не должна иметь резких скачков напряжения, рядом с рабочим местом не должно быть источников сильных электрических и магнитных полей. Недопустима механическая вибрация рабочего места.

2.3 Органы управления, подключения и индикации

2.3.1 Назначение органов управления, подключения и индикации, расположенных на передней и задней панелях частотомера, указаны в таблице 2.1.

Таблица 2.1

Маркировка	Назначение
Передняя панель частотомера (рисунок 2.1)	
-	VFD графический дисплей (индикатор, табло) для отображения значения измеряемой величины, текущих настроек и вспомогательной информации
"F1" – "F6"	Кнопки многофункциональные (перепрограммируемые) - назначаются функции настройки каналов (выбора параметров). Над каждой кнопкой на индикаторе отображается ее текущая функция
"**КАНАЛЫ**"	Кнопка меню - выбор канала и функции настройки канала. Переключение измерительного канала осуществляется нажатием кнопки "**КАНАЛЫ**". Выбор параметров канала осуществляется нажатием соответствующей кнопки "F1" – "F6"
"**РЕЖИМЫ**"	Кнопка меню - выбор режима работы (измерения). Выбор режима осуществляется нажатием соответствующей кнопки "F1" – "F6"
"**ИНДИКАЦИЯ**"	Кнопка меню - назначаются функции управления запуском и настройки индикации. Выбор режима осуществляется нажатием соответствующей кнопки "F1" – "F5"
"**АВТО**"	Кнопка - установка уровня синхронизации активного канала. Установка уровня осуществляется однократным нажатием кнопки "**АВТО**"
"**ТЕСТ**"	Кнопка включения режима тестирования/измерения
"**УСТАНОВКА**" ⬇	Ручка - энкодер с кнопкой "**УСТАНОВКА**". Ручка используется для установки уровня синхронизации активного канала. В режиме настройки можно при помощи ручки менять текущий режим установки параметров или соответствующий режим измерений. Выход из режима настройки осуществляется автоматически через 8 с после выбора (установки) параметра или по нажатию кнопки "**УСТАНОВКА**". Кнопка "**УСТАНОВКА**" используется в режимах: - калибровка – для сохранения значения калибровочного числа в памяти частотомера; - установки уровня синхронизации - для установки уровня запуска 0 мВ
"**СЕТЬ**"	Переключатель - включение/выключение частотомера (I - состояние включено)
"**А**", "**С**"	Розетки каналов **А**, **С** для подключения измеряемого сигнала частотой до 200 МГц, периода сигнала, длительности и др.
"**В**"	Розетка канала **В** для подключения измеряемого сигнала частотой от 100 до 3200 МГц и др.
Задняя панель частотомера (рисунок 2.2)	
"~230 V 50 Hz" "**0,5 А ВП2Б**-1 F"	Вилка для подключения к частотомеру сетевого шнура питания и отсек с сетевыми вставками плавкими
"5 MHz **ВХОД**"	Розетка для подачи сигнала опорной частоты от внешнего источника
"5 MHz **ВЫХОД**"	Розетка для выдачи опорного сигнала частотой 5 МГц
"⇽•⇾" (USB)	Вилка для подключения частотомера по интерфейсу USB 2.0
Примечание - Кнопки не имеют фиксации при нажатии, их включенное состояние индицируется над кнопкой соответствующей информацией на индикаторе частотомера. Обозначение и назначение кнопок в режиме программирования частотомера приведены в разделе 3.	

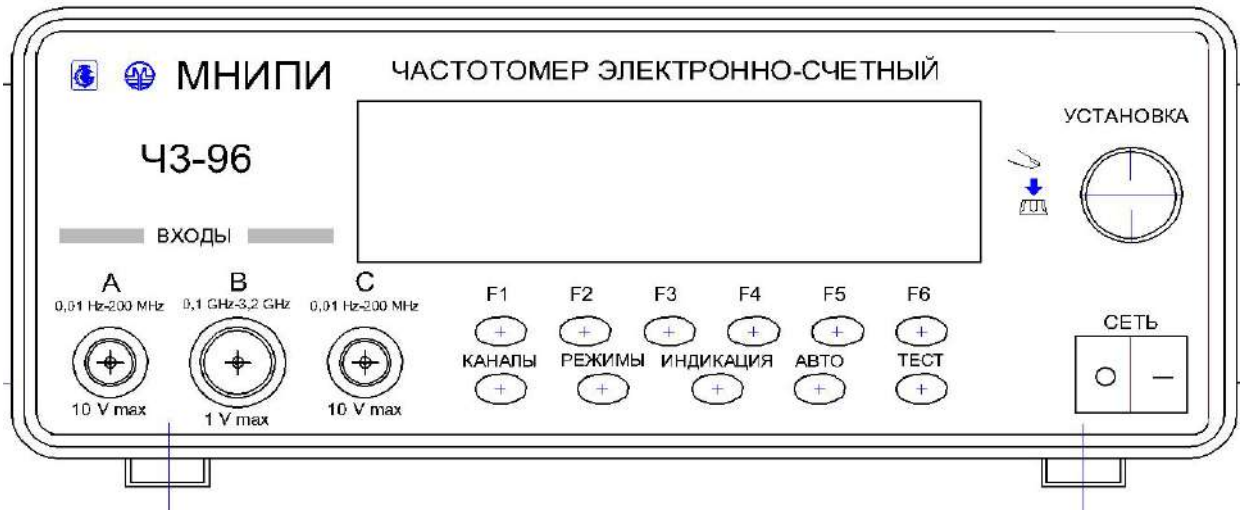


Рисунок 2.1 – Передняя панель частотомера

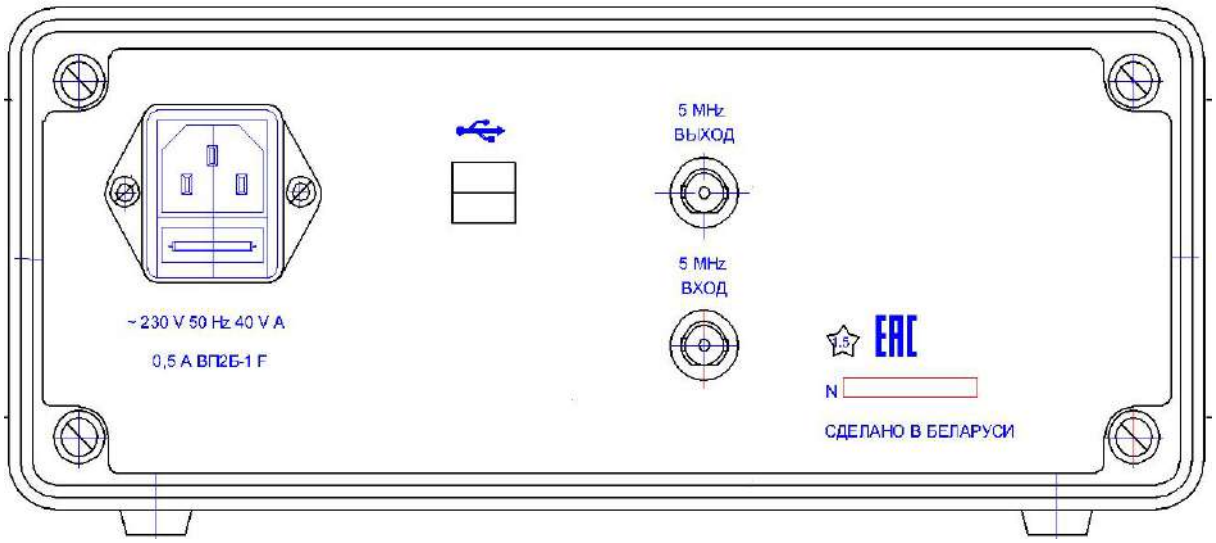


Рисунок 2.2 – Задняя панель частотомера

2.3.2 Описание VFD дисплея

2.3.2.1 Общий вид индикатора в режиме измерения представлен на рисунке 2.3.



Рисунок 2.3 - Вид индикатора в режиме измерения периода сигнала (Пример)

На индикаторе информация об установленных режимах работы частотомера отображается в соответствующих зонах (рисунок 2.4).

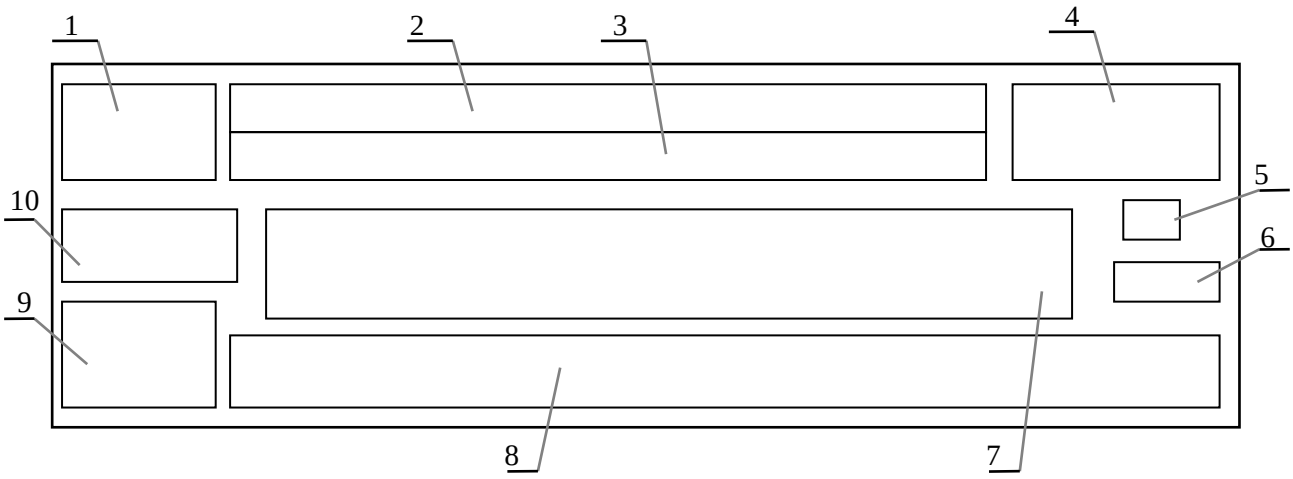


Рисунок 2.4

Зона 1 – отображение выбранного режима работы.
Зона 2 – отображение настроек активного канала.
Зона 3 – отображение настроек вспомогательного канала.
Зона 4 – отображение источника запуска и опорного генератора.
Зона 5 – индикатор режима "память".
Зона 6 – отображение единиц измерения.
Зона 7 – отображение результата измерения.
Зона 8 – отображение назначений функциональных кнопок.
Зона 9 – отображения времени измерения и индикатора, индицирующего состояние процесса измерения.
Зона10 – отображения выбранного подрежима работы.

В режиме коррекции в зоне 3 отображается полное наименование выбранного подраздела меню, а зона 10 используется для отображения выбранного состояния функциональной кнопки.

Примечание – Обозначение и назначение органов управления (кнопок) в режиме программирования частотомера приведены в разделе 3.

Вид индикатора в режиме "Тест измерения частоты" представлен на рисунке 2.5 (Пример).



Рисунок 2.5

3 Использование по назначению

3.1 Подготовка к проведению измерений

3.1.1 Выполнить операции согласно 2.2.

Убедиться, что корпуса приборов, с которыми предстоит совместная работа, заземлены.

3.1.2 Подключить частотомер к питающей сети с помощью сетевого шнура. Включение частотомера осуществить переключателем "**СЕТЬ**" (положение **I**).

3.1.3 При включении частотомера устанавливается следующий режим:

- измерение частоты по входу **А**, время счета 1 мс;
- входное сопротивление "1 **МΩ**", входной делитель "1:1", вход **А** открытый ( )≂ "**ФНЧ**" выключен, уровень запуска 0 мВ, время индикации 0,1 с;
- запуск измерения от встроенного опорного генератора ("Запуск внутренний").

Через 30 с на индикаторе частотомера установится "нулевое" показание и мигание индикатора счета "* ".

3.1.4 Для выключения частотомера необходимо установить переключатель "**СЕТЬ**" в положение "**О**" и отсоединить сетевой шнур частотомера от сети питания.

3.1.5 Частотомер обеспечивает работоспособность через 1 мин после включения, а метрологические характеристики - через 1 ч.

3.1.6 Проверка частотомера в режиме самоконтроля

3.1.6.1 По включению питания частотомера осуществляется тестирование микроконтроллера, кнопок передней панели. После успешного тестирования на частотомере отсутствует сообщение "Error " и устанавливается режим по 3.1.3.

3.1.6.2 Проверка частотомера в режиме "ТЕСТ" проводится путем измерения частоты, периода и длительности внутренних опорных сигналов с помощью тестов согласно таблице 3.1. Переход в режим "ТЕСТ" осуществляется нажатием кнопки "**ТЕСТ**".

Проверку частотомера в режиме "ТЕСТ" проводят следующим образом:

- на частотомере устанавливают проверяемый тест согласно таблице 3.1;
- проводят отсчет с индикатора частотомера в соответствии с 3.1.6.3 - 3.1.6.8.

Таблица 3.1 - Установка кнопок в режиме "ТЕСТ" частотомера

Тест (функция)		Функция	Вход
1	Тест измерения частоты	**f**	**А** (**С**)
2	Тест измерения частоты по периоду	**f = 1/T**	**А** (**С**)
3	Тест измерения периода	**T**	**А** (**С**)
4	Тест измерения периода по частоте	**T = 1/ f**	**А** (**С**)
5	Тест измерения длительности	**nΔt**	**А** (**С**)
6	Тест (калибровка) преобразователя время-амплитуда	**nΔt/1нс**	**А** (**С**)
7	Тест измерения коэффициента заполнения	**1/S**	**А** (**С**)

3.1.6.3 Показания частотомера в режиме "Тест измерения частоты - f ", таблица 3.2

Таблица 3.2

Время счета	Метки времени, с					
	10^{-8}	10^{-7}	10^{-6}	10^{-5}	10^{-4}	10^{-3}
1 мс	100.000 MHz	10.000 MHz	1.000 MHz	100 kHz	10 kHz	1 kHz
10 мс	100.0000 MHz	10.0000 MHz	1.0000 MHz	100.0 kHz	10.0 kHz	1.0 kHz
100 мс	100.00000 MHz	10.00000 MHz	1.00000 MHz	100.00 kHz	10.00 kHz	1.00 kHz
1 с	100.000000 MHz	10.000000 MHz	1.000000 MHz	100.000 kHz	10.000 kHz	1.000 kHz
10 с	100.0000000 MHz	10.0000000 MHz	1.0000000 MHz	100.0000 kHz	10.0000 kHz	1.0000 kHz
100 с	-	-	1.00000000 MHz	100.00000 kHz	10.00000 kHz	1.00000 kHz

3.1.6.4 Показания частотомера в режиме "Тест измерения периода - T", ms, таблица 3.3

Таблица 3.3

Число усреднений ("N")	Метки времени, с					
	10^{-8}	10^{-7}	10^{-6}	10^{-5}	10^{-4}	10^{-3}
1	1.00000	1.0000	1.000	1.00	1.0	1
10	1.000000	1.00000	1.0000	1.000	1.00	1.0
100	1.0000000	1.000000	1.00000	1.0000	1.000	1.00
1000	1.00000000	1.0000000	1.000000	1.00000	1.0000	1.000
10000	-	1.00000000	1.0000000	1.000000	1.00000	1.0000
100000	-	-	1.0000000	-	-	-

3.1.6.5 Показания частотомера в режиме "Тест измерения длительности - nΔt", таблица 3.4

Таблица 3.4

Метки времени, с			
10^{-8}	10^{-7}	10^{-6}	10^{-5}
80.00 us	80.0 us	80 us	0.08 ms

3.1.6.6 Показания частотомера в режиме "Тест измерения частоты – f = 1/T", таблица 3.5

Таблица 3.5

Число усреднений ("N")	Метки времени, с					
	10^{-8}	10^{-7}	10^{-6}	10^{-5}	10^{-4}	10^{-3}
1	1.000000	1.00000	1.0000	1.000	1.00	1.0
10	1.0000000	1.000000	1.00000	1.0000	1.000	1.00
100	1.00000000	1.0000000	1.000000	1.00000	1.0000	1.000
1 K	OL	1.00000000	1.0000000	1.000000	1.00000	1.0000
10 K	-	OL	1.00000000	1.0000000	1.000000	1.0

3.1.6.7 Показания частотомера в режиме "Тест измерения периода – T=1/f", таблица 3.6

Таблица 3.6

Время счета				
1 мс	10 мс	100 мс	1 с	10 с
10.00000 ns	1.000000 ns	10.0000000 ns	OL	OL

3.1.6.8 Показания частотомера в режиме "Тест измерения коэффициента заполнения – 1/S", таблица 3.7

Таблица 3.7

Метки времени, с		
10^{-8}	10^{-7}	10^{-6}
80.00 E-3	80 E-3	0.0

Результаты измерений должны соответствовать приведенным в 3.1.6.3 - 3.1.6.8 или могут отличаться от них не более чем на ±1 ед. счета.

3.1.6.9 Показания частотомера в режиме "Тест (калибровка) преобразователя время-амплитуда - nΔt/1нс"

На индикаторе должны отображаться два калибровочных числа в диапазонах:

первое – от 400 до 450, второе – от 750 до 820.

Индикацию единиц измерения, децимальных точек и работу памяти проверяют визуально. Результаты проверки считают удовлетворительными, если:

- в режиме измерения частоты на индикаторе подсвечивается надпись "GHz, kHz", а положение децимальных точек соответствует таблице 3.2;

- в режимах измерения периода, длительности подсвечивание единиц измерения и децимальных точек соответствуют таблице 3.8 и таблице 3.9 соответственно.

- при включенной кнопке "F5 (Память)" частотомер обеспечивает хранение результата измерения на время последующего цикла измерения, при отключенной кнопке (режим суммирования) - индицируется непрерывный набор информации во время измерения и отображается результат измерений в течение времени индикации.

Таблица 3.8 – Положение децимальных точек, единиц измерения в режиме измерения периода

Число усреднений ("N")	Метки времени, с				
	10^{-7}	10^{-6}	10^{-5}	10^{-4}	10^{-3}
1	XXXXXXXX.X µs	XXXXXXXXX. µs	XXXXXX.XX ms	XXXXXXXX.X ms	XXXXXXXXX. ms
10	XXXXXX.XX µs	XXXXXXXX.X µs	XXXXX.XXX ms	XXXXXX.XX ms	XXXXXXXX.X ms
100	XXXXX.XXX µs	XXXXXX.XX µs	XXXX.XXXX ms	XXXXX.XXX ms	XXXXXX.XX ms
1000	XXXX.XXXX µs	XXXXX.XXX µs	XXX.XXXXX ms	XXXX.XXXX ms	XXXXX.XXX ms
10000	XXX.XXXXX µs	XXXX.XXXX µs	XX.XXXXX ms	XXX.XXXXX ms	XXXX.XXXX ms

Таблица 3.9 – Положение децимальных точек, единиц измерения в режиме измерения длительности

Метки времени, с				
10^{-7}	10^{-6}	10^{-5}	10^{-4}	10^{-3}
XXXXXXXX.X µs	XXXXXXXXX. µs	XXXXXX.XX ms	XXXXXXXX.X ms	XXXXXXXXX. ms

3.2 Проведение измерений

3.2.1 Общие замечания при работе с частотомером

3.2.1.1 При проведении измерений следует учитывать следующее:

- постоянная составляющая напряжения при измерении частоты (периода, длительности) при закрытом входе **A** (**C**) допускается не более 100 В;

- максимальное напряжение, подаваемое непосредственно на вход **A** (**C**) частотомера не должно превышать 10 В;

- максимальное напряжение, подаваемое непосредственно на вход **B** частотомера не должно превышать 1 В;

- при уровне входного сигнала менее допускаемого значения, показания частотомера будут неустойчивыми или отсутствовать;

- при включении кнопки "**ТЕСТ**" - частотомер переходит в режим тестирования;

- при помощи кнопки "**ИНДИКАЦИЯ**" выбирают время индикации удобное для отсчета;

- установка или изменение режима (значения) осуществляется кнопками "F1" – "F6";

- при проведении измерений по входу **A** (**C**) добиваются устойчивых показаний частотомера изменяя значение уровня запуска при помощи кнопки "**КАНАЛЫ**" и ручки "**УСТАНОВКА**" (или кнопки "**АВТО**").

ВНИМАНИЕ!

В ПЕРИОД МЕЖПОВЕРОЧНОГО ИНТЕРВАЛА НЕ ИЗМЕНЯТЬ ЗНАЧЕНИЕ КАЛИБРОВОЧНОГО ЧИСЛА, КОТОРОЕ УКАЗАНО В СВИДЕТЕЛЬСТВЕ О ПОВЕРКЕ.

3.2.1.2 Появление во время измерения на индикаторе частотомера сообщения "OL" свидетельствует о том, что измеренное значение параметра превышает допустимое значение конечного предела измерения.

При обнаружении неисправности частотомера, когда частотомер либо не функционирует совсем, либо на экране появляется соответствующее сообщение, необходимо выполнить действия в соответствии с разделом 5.

Примечания

1 Выход из режима "настройки" осуществляется автоматически через 8 с после выбора (установки) параметра или по нажатию кнопки ″**УСТАНОВКА**″ на энкодере.

2 Нажатием кнопки ″**КАНАЛЫ**″ осуществляется выбор входа "**ВХОД А** (**С** или **В**)" - канала по которому будут проводиться измерения.

3.2.2 Описание Меню

Управление частотомером осуществляется посредством 11 кнопок, 6 из которых являются многофункциональными, и энкодера с кнопкой ″**УСТАНОВКА**″.

Частотомер содержит три раздела меню, которые выбираются соответствующими им кнопками: "**КАНАЛЫ**", "**РЕЖИМЫ**", "**ИНДИКАЦИЯ**".

3.2.2.1 Меню ″КАНАЛЫ″

При нажатии кнопки ″**КАНАЛЫ**″, функциональным кнопкам "F1" – "F6" назначаются функции настройки каналов. Над каждой кнопкой на табло отображается ее текущая функция:

F1 →  - выбор закрытого (открытого) входа текущего канала;

F2 → Rвх - установка входного сопротивления текущего канала;

F3 → ФНЧ - включение (отключение) ФНЧ;

F4 →  - выбор фронта синхронизации текущего канала;

F5 →  - включение (отключение) входного делителя напряжения;

F6 → Синхр - выбор уровня синхронизации для ТТЛ, ЭСЛ логики.

Каждое очередное нажатие кнопки ″**КАНАЛЫ**″ приводит к переключению измерительного канала частотомера.

3.2.2.2 Меню ″РЕЖИМЫ″

При нажатии кнопки ″**РЕЖИМЫ**″, функциональным кнопкам "F1" – "F6" назначаются функции настройки режима работы частотомера. Над каждой кнопкой на индикаторе отображается ее текущая функция:

F1 → f - выбор режима измерения частоты, отношения частот, "тахометра";

F2 → T - выбор режима измерения периода;

F3 →  - выбор режима измерения длительности импульсов, интервалов, коэффициента заполнения, разности фаз;

F4 → Счет - выбор режима счета импульсов;

F5 → Метки - выбор периода меток времени (значения 10^{-8}, 10^{-7}, 10^{-6}, 10^{-5}, 10^{-4}, 10^{-3} с);

F6 → Время - выбор времени измерения (значения 1; 10; 100 мс; 1; 10; 100 с);

F6 → N - выбор числа усредняемых периодов входного сигнала (Усреднение - 1, 10, 100, 1 к, 10 к, 100 к).

3.2.2.3 Меню ″ИНДИКАЦИЯ″

При нажатии кнопки ″**ИНДИКАЦИЯ**″, функциональным кнопкам "F1" – "F5" назначаются функции управления запуском и настройки индикации. Над каждой кнопкой на индикаторе отображается ее текущая функция:

F1 → Т-ИНД - выбор времени отображения результата измерения (0,1; 1, 10 с);

F2 → ОГ - выбор опорного генератора (Внутренний, Внешний);

F3 → ЗАП - выбор источника запуска (Однократный, Внутренний, Внешний);

F4 → Калиб - вход в режим калибровки;

F5 → Пам - включение (отключение) режима памяти.

3.2.3 Общие установки режимов

3.2.3.1 Установка входного сопротивления по входам **A**, **C**

Входное сопротивление "50 **Ω**" частотомера устанавливается при измерении сигналов с частотой более 1 МГц (периодом следования менее 1 мкс) в случае использования источника сигнала (генератора) с выходным сопротивлением 50 Ом.

Установка входного сопротивления осуществляется независимо для входа **A** и **C**:

- нажатием кнопки ″**КАНАЛЫ**″ осуществите выбор входа **A** или **C**;
- нажатием кнопки "F2 (R**вх**)" установите входное сопротивление "1 **MΩ**" или "50 **Ω**".

Повторите для другого входа, если он используется при измерении.

Примечания

1 Вход **B** имеет входное сопротивление 50 Ом, кнопкой "F2 (R**вх**)" не управляется.

2 Максимальное входное напряжение при входном сопротивлении 50 Ом не более 2 В.

3.2.3.2 Установка входного делителя по входам **A**, **C**

Для исключения перегрузки по входу при измерении сигналов с большими уровнями в частотомере имеется возможность подключать встроенный аттенюатор "1:10" по входам **A** и **C**.

Установка делителя осуществляется независимо для входа **A** и **C**:

- нажатием кнопки ″**КАНАЛЫ**″ осуществите выбор входа **A** или **C**;
- нажмите кнопку ″F5″ (″1:1/1:10″) – установка делителя ″1:10″. При повторном нажатии - установка делителя ″1:1″.

Повторите для другого входа, если он используется при измерении.

3.2.3.3 Установка вида связи с источником сигнала по входам **A**, **C**

Для установки вида связи с источником сигнала необходимо:

- нажатием кнопки ″**КАНАЛЫ**″ осуществите выбор входа **A** или **C**;
- нажмите кнопку ″F1″ ("⎓/∼") - установка открытого входа " ⎓. При повторном нажатии - установка закрытого входа ″ ∼ ″.

Повторите для другого входа, если он используется при измерении.

3.2.3.4 Установка ФНЧ по входам **A**, **C**

ФНЧ первого порядка с частотой среза 100 кГц обеспечивает подавление высших гармонических составляющих сигнала, способных (в зависимости от их уровня) внести существенную погрешность при измерении частоты и периода.

Для подключения ФНЧ необходимо:

- нажатием кнопки ″**КАНАЛЫ**″ осуществите выбор входа **A** или **C**;
- нажмите кнопку "F3" ("**ФНЧ**") - ФНЧ подключается. При повторном нажатии - ФНЧ отключается.

Повторите для другого входа, если он используется при измерении.

3.2.3.5 Установка уровня запуска (синхронизации) по входам **A**, **C**

В случае выполнения измерений сигналов, имеющих постоянную составляющую (положительной или отрицательной полярности), а также сигналов с большим уровнем шумов имеется возможность установки уровня синхронизации, которая позволяет стабилизировать результат измерений.

Уровень запуска устанавливается для активного канала.

Ручная установка уровня запуска осуществляется путем вращения ручки "**УСТАНОВКА**".

Автоматическая установка уровня запуска выполняется по нажатию кнопки "**АВТО**". На индикаторе отображается сообщение ″Установка уровня синхр.″ и после завершении полученное значение уровня запуска. Значение уровня запуска может быть изменено ручкой "**УСТАНОВКА**".

При неуспешном завершении автоустановки на индикатор выводится сообщение об ошибке и восстановленное предыдущее значение уровня запуска.

3.2.3.6 Выбор времени индикации и режимов запуска

Выбор времени индикации и режимов запуска осуществляется при нажатии кнопки ″**ИНДИКАЦИЯ**″. Кнопка включает меню ″**ИНДИКАЦИЯ**″ и имеет следующие позиции:

- ″**Т-ИНД**″ - время индикации результата измерения: значения 0,1; 1, 10 с;
- ″**ОГ**″ - выбор опорного генератора: ″Внутренний″, ″Внешний″;
- ″**ЗАП**″ - режимы запуска процесса измерений: ″Однократный″, ″Внутренний″, ″Внешний″.

Установка или изменение режима (значения) осуществляется нажатием прилегающей кнопки ("F1" – "F3").

При включении частотомера автоматически устанавливается режим работы от внутреннего источника опорной частоты, время индикации 100 мс.

3.3 Измерение частоты

3.3.1 Измерение частоты по входу **А** (**С**) (частоты от 0,01 Гц до 200 МГц)

3.3.1.1 Установите режим измерения частоты ″**f**″, нажав последовательно кнопки ″**РЕЖИМЫ**″, ″F1″.

3.3.1.2 Нажатием кнопки ″**КАНАЛЫ**″ осуществите выбор входа **А** или **С**.

3.3.1.3 Нажатием кнопки "F6" (″**ВРЕМЯ**″) установите время счета (1, 10, 100 мс; 1, 10, или 100 с), обеспечивающее требуемую точность измерений.

3.3.1.4 Кнопкой ″**КАНАЛЫ**″ и кнопкой ″F2 (R**вх**)″ установите входное сопротивление частотомера в зависимости от источника входного сигнала.

3.3.1.5 Кнопкой ″**КАНАЛЫ**″ и кнопкой ″F1″ (⎓/~ ″) установите требуемый вид связи частотомера с источником измеряемого сигнала. При измерении сигналов с частотой менее 10 Гц (периодом следования более 100 мс) установите открытый вход (″ ″⎓

3.3.1.6 При уровне входного сигнала значением до 2 В установите входной делитель 1:1 - включите кнопку ″1:1″. При уровне входного сигнала значением от 2 до 10 В установите входной делитель 1:10 - включите кнопку ″1:10″. Для подключения входного делителя нажмите последовательно кнопки ″**КАНАЛЫ**″ и ″F5″ (″1:1/1:10″).

3.3.1.7 При измерении сигнала частотой до 100 кГц (периодом более 10 мкс) с большим содержанием гармонических составляющих включите фильтр НЧ. Для подключения фильтра нажмите последовательно кнопки ″**КАНАЛЫ**″ и "F3" ("**ФНЧ**").

3.3.1.8 Подключите источник сигнала к выбранному входу **А** (**С**) частотомера.

3.3.1.9 Выберите время индикации удобное для отсчета при помощи кнопок "**ИНДИКАЦИЯ**" и "F1" (″**Т-ИНД**″).

3.3.1.10 Ручкой "**УСТАНОВКА**" установите такое значение уровня запуска, при котором наблюдаются устойчивые показания частотомера.

Произведите отсчет результата измерения.

3.3.2 Измерение частоты по входу **В** (частоты от 100 до 3200 МГц)

3.3.2.1 Установите режим измерения частоты ″**f**″, нажав кнопки ″**РЕЖИМЫ**″ и "F1".

3.3.2.2 Нажатием кнопки ″**КАНАЛЫ**″ осуществите выбор входа **В**.

Подключите источник сигнала к входу **В** частотомера.

3.3.2.3 Нажатием кнопки "F6" (″**ВРЕМЯ**″) установите время счета, обеспечивающее требуемую точность измерений.

3.3.2.4 Выберите время индикации удобное для отсчета.

Произведите отсчет результата измерения.

Примечание – Вход **В** имеет входное сопротивление 50 Ом, закрытый вход с фиксированным уровнем запуска. Кнопками ″⎓/~″, ″1:1/1:10″, ″1 **МΩ**/50 **Ω**″ не управляется.

3.4 Измерение периода

3.4.1 Установите режим измерения периода ″**T**″, нажав последовательно кнопки ″**РЕЖИМЫ**″, ″F2″.

3.4.2 Нажатием кнопки ″**КАНАЛЫ**″ осуществите выбор входа **A** или **C.**

3.4.3 Нажатием кнопки ″F6″ (″N″) установите количество усреднений одним из значений 1, 10, 100, 1 К, 10 К, 100 К.

Нажатием кнопки ″F5″ (″**МЕТКИ**″) установите период меток времени одним из значений 10^{-8}, 10^{-7}, 10^{-6}, 10^{-5}, 10^{-4}, 10^{-3} с в зависимости от требуемой точности измерения и длительности измеряемого периода.

3.4.4 Установите необходимые входное сопротивление, связь с источником сигнала, входной делитель, ФНЧ по аналогии с режимом измерения частоты (3.3.1.4 - 3.3.1.7).

3.4.5 Кнопками ″**КАНАЛЫ**″ и ″F4″ (″⌐/¬″) установите полярность в соответствии с полярностью входного импульсного сигнала (⌐ запуск по положительному фронту).

3.4.6 Подключите источник сигнала к выбранному входу **A** (**C**) частотомера.

3.4.7 Установите необходимый уровень запуска. Произведите отсчет результата измерения.

3.5 Измерение длительности импульсов

3.5.1 Измерение длительности импульсов по входу **A** (**C**) - режим "nΔt"

3.5.1.1 Установите режим измерения длительности импульсов ″**τ**″, нажав кнопки ″**РЕЖИМЫ**″ и ″F3″.

3.5.1.2 Кнопкой ″**КАНАЛЫ**″ осуществите выбор входа **A** или **C**.

3.5.1.3 Кнопкой ″F3″ (″**τ**″) установите режим измерения длительности "nΔt".

3.5.1.4 В зависимости от длительности измеряемых импульсов установите кнопкой ″F5″ (″**МЕТКИ**″) период меток времени одним из значений 10^{-8}, 10^{-7}, 10^{-6}, 10^{-5}, 10^{-4}, 10^{-3} с.

3.5.1.5 Кнопками ″**КАНАЛЫ**″ и ″F2″ (″R**вх**″) установите входное сопротивление частотомера в зависимости от источника входного сигнала.

3.5.1.6 Кнопками ″**КАНАЛЫ**″ и ″F1″ (≂/∼ ″) установите требуемый вид связи частотомера с источником измеряемого сигнала.

3.5.1.7 При напряжении входного сигнала значением от 2 до 10 В установите входной делитель 1:10 - включите кнопку ″1:10″). Для подключения входного делителя нажмите кнопки ″**КАНАЛЫ**″ и ″F5″ (″1:1/1:10″).

3.5.1.8 Кнопками ″**КАНАЛЫ**″ и ″F4″ (″⌐/¬″) установите полярность в соответствии с полярностью входного импульсного сигнала (⌐ - соответствует положительной полярности импульсов).

3.5.1.9 Подключите источник сигнала к выбранному входу **A** (**C**) частотомера.

3.5.1.10 Установите необходимый уровень запуска.

Произведите отсчет результата измерения.

3.5.2 Измерение длительности импульсов по входу **A** (**C**) - режим "nΔt/1нс"

3.5.2.1 Данный режим измерения ("nΔt/1нс") обеспечивает измерения длительностей импульсов с дискретностью 1 нс в диапазоне от 10 до 100 нс.

3.5.2.2 Установите режим измерения длительности импульсов ″**τ**″, нажав кнопки ″**РЕЖИМЫ**″ и ″F3″. Кнопкой ″F3″ (″**τ**″) установите режим "nΔt/1нс".

3.5.2.3 Выполните калибровку измерителя малых длительностей частотомера. Для этого включите кнопкой ″**ТЕСТ**″ режим тестирования. На индикаторе должны отображаться значение двух калибровочных чисел, по которым контроллер индикации вычисляет коэффициенты калибровки.

3.5.2.4 Выключите режим тестирования кнопкой ″**ТЕСТ**″. Текущее значение коэффициента калибровки запоминается в ОЗУ контроллера индикации и используется при вычислении длительности импульсов.

3.5.2.5 Подключите источник измеряемых импульсов к входу **A** (**C**).

3.5.2.6 Установите необходимые входное сопротивление, связь с источником сигнала, входной делитель, полярность входного импульсного сигнала для входов **A** и **C**. Установите уровень запуска. Произведите отсчет результата измерения.

3.6 Измерение интервалов времени

3.6.1 В режиме измерения интервалов времени частотомер измеряет время между фронтами сигналов на входах каналов **A** и **C**.

3.6.2 Установите необходимые входное сопротивление, связь с источником сигнала, входной делитель, полярность входного сигнала для входов каналов **A** и **C**.

3.6.3 Кнопкой "**КАНАЛЫ**" выберите канал, на который будет подаваться сигнал "Старт".

3.6.4 Подключите источники сигналов к соответствующим входам **A**, **C** частотомера.

3.6.5 Установите режим измерения интервалов времени, нажав кнопки ″**РЕЖИМЫ**″, ″F3″ (″**τ**″) и кнопкой ″F3″ установите режим "**Интервал**".

3.6.6 В зависимости от длительности измеряемого интервала времени установите кнопкой ″F5″ (″**МЕТКИ**″) период меток времени одним из значений 10^{-8}, 10^{-7}, 10^{-6}, 10^{-5}, 10^{-4}, 10^{-3} с.

3.6.7 Установите уровень запуска. Произведите отсчет результата измерения.

3.7 Измерение отношения частот

3.7.1 Вход в режим измерения отношения частот осуществляется кнопками ″**РЕЖИМЫ**″ и ″F1 (**f**)″. Кнопка ″F1″ включает меню режимов измерения отношения частот:

f(**A**)/f(**C**), f(**C**)/f(**A**), f(**B**)/f(**A**), f(**B**)/f(**C**).

Примечание – Другие режимы измерения отношения частот приведены в 3.9.

3.7.2 Установите необходимые входное сопротивление, связь с источником сигнала, входной делитель, ФНЧ для каждого входа по аналогии с режимом измерения частоты.

3.7.3 Подключите источники сигналов к соответствующим входам **A**, **B**, **C** частотомера в зависимости от выбранного режима измерения отношения частот.

3.7.4 Кнопкой ″**КАНАЛЫ**″ осуществите выбор входов **A**, **C**, **B** в зависимости вида измеряемого отношения частот.

3.7.5 Установите режим измерения отношения частот, нажав кнопки ″**РЕЖИМЫ**″, ″F1″. Кнопкой ″F1″ выберите в меню требуемый режим измерения отношения частот:

″f(**A**)/f(**C**)″, ″f(**C**)/f(**A**)″, ″f(**B**)/f(**A**)″, ″f(**B**)/f(**C**)″.

3.7.6 Установите необходимые время счета и уровень запуска. Произведите отсчет результата измерения.

3.8 Счет импульсов

Вход в режим счета числа импульсов осуществляется кнопками ″**РЕЖИМЫ**″ и ″F4 (**Счет**)″.
Кнопка ″F4″ (″**Счет**″) включает меню режимов счета импульсов:
- "**Ручн**" - счет числа импульсов по нажатию кнопки "**УСТАНОВКА**";
- "A (τC)" - счет импульсов по входу **A** за время длительности импульсов по входу **C**;
- "C (τA)" - счет импульсов по входу **C** за время длительности импульсов по входу **A**;
- "A (TC)" - счет импульсов по входу **A** за время периода импульсов по входу **C**;
- "**C** (T**A**)" - счет импульсов по входу **C** за время периода импульсов по входу **A**;
- "**B** (τ**A**)" - счет импульсов по входу **B** за время длительности импульсов по входу **A**;
- "**B** (τ**C**)" - счет импульсов по входу **B** за время длительности импульсов по входу **C**;
- "**B** (TA)" - счет импульсов по входу **B** за время периода импульсов по входу **A**;
- "**B** (T**C**)" - счет импульсов по входу **B** за время периода импульсов по входу **C**.

3.8.1 Счет импульсов по нажатию кнопки "**УСТАНОВКА**" (СТАРТ/СТОП) по входу **A** (**C**)

3.8.1.1 Кнопкой ″**КАНАЛЫ**″ осуществите выбор входа **A** или **C**.

3.8.1.2 Установите необходимые входное сопротивление, связь с источником сигнала, входной делитель, полярность в соответствии с полярностью входного импульсного сигнала по аналогии с режимом измерения длительности импульсов (3.5.1.5 - 3.5.1.8).

3.8.1.3 Подключите источник сигнала к выбранному входу **A** (**C**) частотомера. Установите уровень запуска.

3.8.1.4 Установите режим счета числа импульсов, нажав кнопки ″**РЕЖИМЫ**″, ″F4″ (″**Счет**″). Кнопкой ″F4″ выберите в меню режим счета "**Ручн**" - счет числа импульсов по нажатию кнопки "**УСТАНОВКА**".

3.8.1.5 Нажмите и удерживайте кнопку "**УСТАНОВКА**". На индикаторе будет происходить отображение процесса счета импульсов.

Отпустите кнопку "**УСТАНОВКА**". На индикаторе высветится результат измерений – подсчитанное количество импульсов за время удержания кнопки в нажатом положении.

3.8.1.6 Произведите отсчет результата измерения.

Повторное нажатие кнопки "**УСТАНОВКА**" автоматически обнулит предыдущий результат и выполнит повторное измерение.

3.8.2 Счет импульсов по входу **A** (**C**), B за время действия периода импульсов по входу **C** (**A**)

3.8.2.1 Установите необходимые входное сопротивление, связь с источником сигнала, входной делитель, полярность в соответствии с полярностью входного импульсного сигнала для входов **A** и **C** по аналогии с режимом измерения длительности импульсов.

3.8.2.2 Подключите источник измеряемого сигнала к входу **A** (**C**), B, а источник стробирующих импульсов ко входу частотомера согласно выбранного режима измерения.

3.8.2.3 Кнопкой ″**КАНАЛЫ**″ осуществите выбор входа **A** (**C**), B по которому будет выполняться счет импульсов.

3.8.2.4 Установите уровень запуска для используемых каналов **A** (**C**).

3.8.2.5 Установите режим счета числа импульсов, нажав кнопки ″**РЕЖИМЫ**″, ″F4″. Кнопкой ″F4 (**Счет**)″ выберите требуемый режим – "A (TC)", "**B** (T**C**)", "**C** (T**A**)", "**B** (TA)".

3.8.2.6 Произведите отсчет результата измерения.

3.8.3 Счет импульсов по входу **А** (**С**), В за время действия длительности импульсов по входу **С** (**А**)

3.8.3.1 Установите необходимые входное сопротивление, связь с источником сигнала, входной делитель, полярность в соответствии с полярностью входного импульсного сигнала для входов **А** и **С**.

3.8.3.2 Подключите источник измеряемого сигнала к входу **А** (**С**), В, а источник стробирующих импульсов ко входу частотомера согласно выбранного режима измерения.

3.8.3.3 Кнопкой ″**КАНАЛЫ**″ осуществите выбор входа **А** (**С**, В) по которому будет выполняться счет импульсов.

3.8.3.4 Установите уровень запуска для используемых каналов **А** (**С**).

3.8.3.5 Установите режим счета числа импульсов, нажав кнопки ″**РЕЖИМЫ**″, ″F4″. Кнопкой ″F4 (**Счет**)″ выберите требуемый режим – "А (τС)", "**В** (τ**А**)", "С (τА)", "**В** (τ**С**)".

3.8.3.6 Произведите отсчет результата измерения.

3.8.4 Счет импульсов по входу **А** (**С**) за интервал времени 60 с (режим "тахометра")

3.8.4.1 Кнопкой ″**КАНАЛЫ**″ осуществите выбор входа **А** или **С**.

3.8.4.2 Установите необходимые входное сопротивление, связь с источником сигнала, входной делитель, полярность в соответствии с полярностью входного импульсного сигнала для входа **А** (**С**).

3.8.4.3 Подключите источник сигнала к выбранному входу **А** (**С**) частотомера.

Установите уровень запуска.

3.8.4.4 Нажмите кнопки ″**РЕЖИМЫ**″, ″F1 (f)″ - выберите ″**Тахометр**″.

Произведите отсчет результата измерения.

3.9 Измерение (вычисление) параметров сигналов

В частотомере имеется возможность вычислять параметры сигналов – период, частоту, отношение частот двух сигналов, коэффициент заполнения (обратная величина скважности), разность фаз по результатам измерений соответствующих параметров сигналов.

3.9.1 Измерение коэффициента заполнения по входу **А** (**С**) – режим "1/S"

3.9.1.1 В этом режиме частотомер вычисляет коэффициент заполнения по результату измерения длительности и периода импульсных сигналов ($Q_x = t_x/T_x$).

3.9.1.2 Кнопкой ″**КАНАЛЫ**″ осуществите выбор входа **А** или **С**.

3.9.1.3 Установите режим измерения коэффициент заполнения, нажав кнопки ″**РЕЖИМЫ**″, ″F3″ (″**τ**″) - выберите "1/S".

3.9.1.4 Подключите источник сигнала к выбранному входу **А** (**С**) частотомера.

3.9.1.5 Установите необходимые входное сопротивление, связь с источником сигнала, входной делитель, полярность в соответствии с полярностью измеряемых импульсов, метки времени и уровень запуска для входа **А** (**С**).

Произведите отсчет результата измерения.

3.9.2 Измерение разности фаз – режим "**Фаза**"

3.9.2.1 В этом режиме частотомер вычисляет разность фаз, сигналов подаваемых на входы **A** и **C**, по результатам измерения периода сигнала и временного сдвига сигналов в каналах **A** и **C**.

3.9.2.2 Установите необходимые входное сопротивление, связь с источником сигнала, входной делитель, полярность в соответствии с полярностью измеряемых импульсов, метки времени и уровень запуска для входов **A**, **C**.

3.9.2.3 Кнопкой ″**КАНАЛЫ**″ выберите сигнал, относительно которого будет вычисляться фаза.

3.9.2.4 Подключите источник сигнала к выбранному входу **A** (**C**) частотомера.

3.9.2.5 Установите режим измерения фазы, нажав кнопки ″**РЕЖИМЫ**″, ″F3″ (″**τ**″) - выберите "**Фаза**".

Произведите отсчет результата измерения.

3.9.3 Измерение отношения частот – режимы "f(A)/f(B), f(C)/f(B)"

3.9.3.1 В этом режиме частотомер вычисляет отношение частот по результатам измерения частоты по каналам **A** (**C**) и B.

3.9.3.2 Установите необходимые входное сопротивление, связь с источником сигнала, входной делитель, время счета и уровень запуска для входа **A** (**C**).

3.9.3.3 Кнопкой ″**КАНАЛЫ**″ осуществите выбор входа **A** (**C**).

3.9.3.4 Установите режим измерения, нажав кнопки ″**РЕЖИМЫ**″, ″F1″ (″**f**″) - выберите "f(A)/f(B)" ("f(C)/f(B)").

Произведите отсчет результата измерения.

3.9.4 Измерение частоты сигнала – режим "f = 1/T"

3.9.4.1 В этом режиме частотомер вычисляет значение частоты по результату измерения периода.

3.9.4.2 Кнопкой ″**КАНАЛЫ**″ осуществите выбор входа **A** (**C**).

3.9.4.3 Установите необходимые входное сопротивление, связь с источником сигнала, входной делитель, время счета, метки времени, уровень запуска для входа **A** (**C**).

3.9.4.4 Установите режим измерения, нажав кнопки ″**РЕЖИМЫ**″, ″F1″ (″**f**″) - выберите "f= 1/T".

Произведите отсчет результата измерения.

3.9.5 Измерение периода сигнала – режим "T = 1/f"

3.9.5.1 В этом режиме частотомер вычисляет значение периода по результату измерения частоты.

3.9.5.2 Кнопкой ″**КАНАЛЫ**″ осуществите выбор входа **A** (**C**).

3.9.5.3 Установите необходимые входное сопротивление, связь с источником сигнала, входной делитель, время счета, метки времени, уровень запуска для входа **A** (**C**).

3.9.5.4 Установите режим измерения, нажав кнопки ″**РЕЖИМЫ**″, ″F2″ (″T″) - выберите "f = 1/**f**".

Произведите отсчет результата измерения.

3.10 Работа частотомера в качестве источника опорной частоты

3.10.1 Сигнал опорной частоты 5 МГц снимается с разъема "5 MHz **ВЫХОД**", режим работы "Внутренний" - работа от встроенного источника опорной частоты.

3.11 Работа частотомера от внешнего источника опорной частоты

3.11.1 Данный режим необходим в случае выполнения особо точных измерений, при наличии у потребителя источника опорной частоты (например, стандарта частоты), который имеет точность настройки и стабильность, превосходящую точность внутреннего кварцевого генератора.

3.11.2 Сигнал опорной частоты 5 МГц подается на разъем "5 MHz **ВХОД**".

Установите на частотомере режим работы от внешнего источника опорной частоты, последовательно нажмите кнопки ″**ИНДИКАЦИЯ**″ и ″F2″ (″**ОГ**″) – выберите "**Внешний**".

Подключите внешний источник к входу "5 MHz **ВХОД**" (задняя панель частотомера).

Дальнейшие действия по управлению частотомером осуществляйте как при работе с встроенным источником опорной частоты. Для возврата установить режим "Внутренний" - работа от встроенного источника опорной частоты.

3.12 Режим суммирования

3.12.1 В частотомере имеется возможность наблюдать процесс заполнения внутренних счетчиков. Данный режим полезен при измерении частоты, периода и др. параметров в случае установки больших значений усреднения или времени счета, когда результат измерения появляется не сразу, а через некоторое время (через 10 с).

3.12.2 Нажмите кнопку ″**ИНДИКАЦИЯ**″, кнопкой ″F5 (**Память**)" включите режим памяти (индикатор "**М**" гаснет), при этом на индикаторе индицируется непрерывный набор информации во время измерения и отображается результат измерений в течение времени индикации.

При повторном нажатии кнопки "**Память**" (индикатор "**М**" светится) - хранение результата измерения на время последующего цикла измерения.

3.13 Работа в режиме однократного запуска

3.13.1 Установите режим однократного запуска последовательным нажатием кнопок "**ИНДИКАЦИЯ**", "F3" ("**ЗАП**") - выберите "Однократный".

3.13.2 На частотомере установите необходимый режим работы.

Подключите источник сигнала к выбранному входу.

3.13.3 Нажмите и отпустить кнопку на ручке "**УСТАНОВКА**". При этом мигнет индикатор "*****" (Счет) и частотомер выполнит однократное измерение.

Произведите отсчет результата измерения. При необходимости осуществите еще одно измерение, повторно нажмите и отпустите кнопку на ручке "**УСТАНОВКА**".

3.13.4 Для выхода из режима однократных измерений последовательно нажмите кнопки "**ИНДИКАЦИЯ**", "F3" выберите один из режимов – "Внутренний", "Внешний".

3.14 Работа в режиме внешнего запуска

3.14.1 Данный режим необходим при обеспечении синхронизации процесса измерений в измерительных системах, при измерении длительностей одиночных импульсов и т.д.

3.14.2 Подготовьте к работе внешний источник синхронизации (генератор) в соответствии с руководством по эксплуатации на него.

3.14.3 На частотомере установите режим запуска от внешнего генератора последовательным нажатием кнопок "**ИНДИКАЦИЯ**", "F3" - выберите "Внешний".

3.14.4 Подключите внешний источник синхронизации к входу "5 MHz **ВХОД**" частотомера. Дальнейшие действия по управлению частотомером осуществляйте как при работе с внутренним источником запуска. Для возврата в нормальный режим работы (синхронизация от внутреннего источника запуска) последовательно нажмите кнопки "**ИНДИКАЦИЯ**", "F3" - выберите режим "**Внутренний**".

3.15 Работа частотомера с использованием интерфейса USB

3.15.1 Частотомер оснащен интерфейсом USB, через который возможно управление и сбор информации по протоколу SCPI.

3.15.2 Требования к ПК и ПО:

- IBM PC/AT или совместимый компьютер;
- последовательный порт (USB-порт) для подключения частотомера;
- Microsoft Windows XP, Windows 7, 8.1.

3.15.3 Установка ПО

Установите виртуальный драйвер COM-порта для работы частотомера с USB интерфейсом. Для этого необходимо запустить приложение "CP210x Drivers.exe" с прилагаемого диска.

3.15.4 Подключение частотомера к ПК

Соедините разъем "⇽ " (USB) частотомера с аналогичным разъемом ПК при помощи кабеля, входящего в комплект поставки частотомера. При этом питание должно быть отключено, как частотомера, так и ПК. Включите питание частотомера и ПК.

3.15.5 Некоторые соглашения по синтаксису SCPI команд

3.15.5.1 Элемент в [ ] скобках является не обязательным. Скобки [ ], { } - не часть команды, их не должно быть в тексте команды передаваемой в частотомер.

{ } - говорит пользователю о необходимости выбора одного из параметров, перечисленных внутри этих скобок и отделенных символом "|", например, {1|10} - в тексте команды должно присутствовать одно значение: 1 или 10.

{@A|@C} - включение канала A или C.

τ - период меток времени.

T - время счета.

N - число усредняемых периодов.

В тексте командной строки вместо τ, T, N следует писать числовые константы (см. 3.15.7).

{@A.C|@B.A|@C.A} – измерение отношения частот между каналами A и C или B и A или C и A соответственно.

3.15.5.2 Полная и короткая формы написания команд

Возможно как короткая, так и полная формы написания команд.

В качестве короткой формы мнемоники используются первые четыре или три прописные буквы полной мнемоники.

Например: "TRIGger" – полная форма, "TRIG" – короткая форма.

3.15.5.3 Запрос установленного параметра

Вы можете сделать запрос установленного значения для большинства параметров, добавляя символ вопроса (?) к команде. Примеры приведены в 15.8.

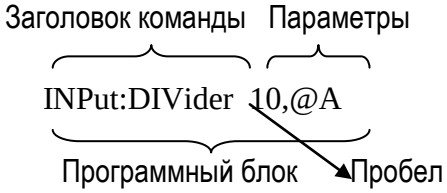
3.15.5.4 Символ конца SCPI команды

Конец строки передаваемой от ПК в частотомер завершается символом $0A_{16}$ (символ LF ASCII) или $\#010_{10}$.

Ответ частотомера заканчивается символом $0D_{16}$ (символ CR ASCII).

3.15.5.5 Частотомер может дистанционно программироваться путем программных посылок. Программные посылки состоят из последовательности командных блоков (команд или запросов). Команда (запрос) состоит из функциональных элементов, которые включают в себя разделители, заголовок команды, параметры и символ окончания команды.

Пример программной посылки приведен ниже.



Последовательность команд в строке может быть любой.

Максимальная длина командной строки – 128 символов.

В том случае, если командная строка передана с ошибкой, частотомер передает символ <E> - ошибка командной строки.

Перечень сообщений об ошибках приведен в разделе 5.

3.15.6 Описание команд

3.15.6.1 Группа команд "INPut" предназначена для управления состоянием входа.

INPut:COUPling {AC|DC},{@A|@C} – установка закрытого (открытого) входа канала;
INPut:FILTer {ON|OFF},{@A|@C} – включение (отключение) входного ФНЧ;
INPut:IMPedance {1m|50},{@A|@C} – установка входного сопротивления канала;
INPut:DIVider {1|10},{@A|@C} – включение (отключение) входного делителя.

3.15.6.2 Команды "INITiate"

INITiate:SOURce {EXTernal|INTernal|MANual} – выбор источника запуска измерения;
INITiate:TIMer {100m|1|10} – выбор времени индикации.

3.15.6.3 Команды "TRIGger"

TRIGger: SLOPe{POSitive|NEGative},{@A|@C} – выбор фронта синхронизации;
TRIGger:LEVel <numeric_value>,{@A|@C} – установка уровня запуска;
TRIGger:AUTO {@A|@C} – автоустановка уровня запуска;
TRIGger:ESL {@A|@C} – установка уровня запуска, соответствующего уровням ЭСЛ;
TRIGger:TTL {@A|@C} – установка уровня запуска, соответствующего уровням ТТЛ.

3.15.6.4 Команды "CONFigure" предназначены для настройки (конфигурации) прибора для измерений параметров сигналов.

CONFigure:FREQuence[:DIRect] T,{@A|@B|@C} – конфигурация прибора для измерения частоты;

CONFigure:FREQuence:LRATio N,{@A.C|@B.A|@C.A} – конфигурация прибора для измерения отношения частот по указанным каналам;

CONFigure:FREQuence:HRATio T,{@A.B|@B.C|@C.B} – конфигурация прибора для измерения отношения частот по указанным каналам;

CONFigure:FREQuence:1/T τ,N,{@A|@B|@C} – конфигурация прибора для измерения частоты через период;

CONFigure:FREQuence:TACHometr {@A|@C} – конфигурация прибора в режим "тахометра";

CONFigure:PERiod[:DIRect] τ,N,{@A|@C} – конфигурация прибора для измерения периода;

CONFigure:PERiod:1/F T,{@A|@C} – конфигурация прибора для измерения периода через частоту;

CONFigure:WIDth[:DIRect] τ,{@A|@C} – конфигурация прибора для измерения длительности импульса;

CONFigure:WIDth:AVErage τ,N,{@A|@C} – конфигурация прибора для измерения длительности импульса с усреднением;

CONFigure:WIDth:HDEFinition {@A|@C} – конфигурация прибора для измерения длительности импульса 1 нс (с интерполятором - работает в диапазоне от 10 до 100 нс);

CONFigure:WIDth:INTerval τ,{@A|@C} – конфигурация прибора для измерения временного интервала;

CONFigure:WIDth:DCYCle τ,{@A|@C} – конфигурация прибора для измерения коэффициента заполнения (1/S, где S – скважность);

CONFigure:WIDth:PHASe τ,{@A|@C} – конфигурация прибора для измерения фазы;

CONFigure:CNT:HANd {@A|@C} – конфигурация прибора для счета числа импульсов за время нажатия кнопки энкодера;

CONFigure:CNT:WIDe {@A.C|@B.C|@C.A|@B.A} – конфигурация прибора для счета числа импульсов первого канала за время, равное длительности импульса второго канала;

CONFigure:CNT:PERiod N,{@A.C|@B.A|@C.A|@B.C} – конфигурация прибора для счета числа импульсов первого канала за время, равное периоду импульса второго канала;

3.15.6.5 Команды "MEASure" предназначены для проведения измерений параметров сигналов и получения результата измерений от частотомера.

MEASure:FREQuence[:DIRect] T,{@A|@B|@C} – конфигурация прибора для измерения частоты;

MEASure:FREQuence:LRATio N,{@A.C|@B.A|@C,A} – конфигурация прибора для измерения отношения частот по указанным каналам;

MEASure:FREQuence:HRATio T,{@A.B|@B.C|@C.B} – конфигурация прибора для измерения отношения частот по указанным каналам;

MEASure:FREQuence:1/T τ,N,{@A|@B|@C} – конфигурация прибора для измерения частоты через период;

MEASure:FREQuence:TACHometr {@A|@C} – конфигурация прибора в режим "тахометра";

MEASure:PERiod[:DIRect] τ,N,{@A|@C} – конфигурация прибора для измерения периода;

MEASure:PERiod:1/F T,{@A|@C} – конфигурация прибора для измерения периода через частоту;

MEASure:WIDth[:DIRect] τ,{@A|@C} – конфигурация прибора для измерения длительности импульса;

MEASure:WIDth:AVErage τ,N,{@A|@C} – конфигурация прибора для измерения длительности импульса с усреднением;

MEASure:WIDth:HDEFinition {@A|@C} – конфигурация прибора для измерения длительности импульса с интерполятором;

MEASure:WIDth:INTerval τ,{@A|@C} – конфигурация прибора для измерения временного интервала;

MEASure:WIDth:DCYCle τ,{@A|@C} – конфигурация прибора для измерения скважности;

MEASure:WIDth:PHASe τ,{@A|@C} – конфигурация прибора для измерения фазы;

MEASure:CNT:HANd {@A|@C} – конфигурация прибора для счета числа импульсов за время нажатия кнопки энкодера;

MEASure:CNT:WIDe {@A.C|@B.C|@C.A|@B.A} – конфигурация прибора для счета числа импульсов первого канала за время, равное длительности импульса второго канала;

MEASure:CNT:PERiod N,{@A.C|@B.A|@C.A|@B.C} – конфигурация прибора для счета числа импульсов первого канала за время, равное периоду импульса второго канала.

3.15.6.6 Команда "READ" – инициирование процесса измерения и возврат результата (только запрос).

READ?[:SCALar?] – инициирование процесса измерения и возврат одного результата измерения;

READ:ARRay? <numeric_value> – инициирование процесса измерения и возврат numeric_value результатов измерения.

3.15.6.7 Команда "ERRor" – запрос очереди ошибок SCPI.

3.15.6.8 Команда "*RST" – общий сброс прибора.

3.15.6.9 Команда "*CLS" – очистка состояния и очереди ошибок прибора.

3.15.6.10 Команда "*IDN" – запрос идентификации прибора.

3.15.7 Числовые константы SCPI

3.15.7.1 В качестве значений τ, T, N в команду следует включить соответствующие этим значениям числовые константы.

Возможные значения периода меток времени (длительности меток) τ:

- 10n или 1e-8 (задает значение длительности меток 10 нс);
- 100n или 1e-7 (задает значение длительности меток 100 нс);
- 1u или 1e-6 (задает значение длительности меток 1 мкс);
- 10u или 1e-5 (задает значение длительности меток 10 мкс);
- 100u или 1e-4 (задает значение длительности меток 100 мкс);
- 1m или 1e-3 (задает значение длительности меток 1 мс).

Возможные значения времени счета T:

- 1m или 1e-3 (задает значение времени счета 1 мс.);
- 10m или 1e-2 (задает значение времени счета 10 мс);
- 100m или 1e-1 (задает значение времени счета 100 мс);
- 1 или 1e0 (задает значение времени счета 1 с);
- 10 или 1e1 (задает значение времени счета 10 с);
- 100 или 1e2 (задает значение времени счета 100 с).

Возможные значения числа усредняемых периодов N:

- 1 или 1e0 (задает значение усреднений 1);
- 10 или 1e1 (задает значение усреднений 10);
- 100 или 1e2 (задает значение усреднений 100);
- 1k или 1e3 (задает значение усреднений 1000);
- 10k или 1e4 (задает значение усреднений 10000);
- 100k или 1e5 (задает значение усреднений 100000).

3.15.7.2 Прочие константы SCPI

Константы выбора каналов измерения:
- (@a) или @a (выбор канала a);
- (@b) или @b (выбор канала b);
- (@c) или @c (выбор канала c);
- (@a.c) или @a.c (выбор основного канала a и вспомогательного c);
- (@b.a) или @b.a (выбор основного канала b и вспомогательного a);
- (@c.a) или @c.a (выбор основного канала c и вспомогательного a);
- (@a.b) или @a.b (выбор основного канала a и вспомогательного b);
- (@b.c) или @b.c (выбор основного канала b и вспомогательного c);
- (@c.b) или @c.b (выбор основного канала c и вспомогательного b).

Возможные состояния входов каналов A и C:
- dc или open (открытый по постоянному току вход);
- ac или close (закрытый по постоянному току вход).

Возможные состояния входного ФНЧ каналов A и C:
on (ФНЧ включен); off (ФНЧ отключен).

Возможные значения входного сопротивления каналов A и C:
- 1e6 или 1M (входное сопротивление 1 МОм);
- 50 или 5e1 (входное сопротивление 50 Ом).

Возможные значения входного делителя напряжения каналов A и C:
1 (делитель отключен); 10 (делитель включен).

Возможные значения параметра источника запуска измерения:
- internal или int (внутренний источник запуска);
- external или ext (внешний источник запуска);
- manual или man (ручной запуск).

Возможные значения периода внутреннего источника запуска:
- 100m или 1e-1 (период запуска 100 мс);
- 1 или 1e0 (период запуска 1 с);
- 10 или 1e1 (период запуска 10 с).

Возможные значения выбора активного фронта синхронизации:
- positive или pos (синхронизация по переднему фронту);
- negative или neg (синхронизация по заднему фронту).

3.15.7.3 Числовые переменные SCPI

Числовые переменные используются в командах "LEVel" и "ARRay". Данные переменные должны быть представлены в виде целого знакового числа, например: 0 – 0 мВ, 2 – 2 мВ; 20 – 20 мВ; 020 - 20 мВ; -20 – минус 20 мВ; 00001 – 1 мВ.

Для команды "LEVel" значение переменной должно лежать в диапазоне [-8000;8000] мВ. Для команды "ARRay" в диапазоне [1;1000] измерений (чтение массива от 1 до 1000 измерений).

В случае запроса значения уровня синхронизации командой "LEVel?" Прибор возвращает вещественное число, например:

0E+00 - 0 мВ;
20E+00 -20 мВ;
-90E+00 - 90 мВ;
182E+00 - 182 мВ;
1,010E+03 -1010 мВ;

Формат ответа на запрос результата измерения такой же, как и в предыдущем случае.

По нажатию любой кнопки на передней панели, частотомер прекращает передачу данных по USB-порту и работает в автономном режиме.

3.15.8 Команды запроса SCPI (Примеры)

Протокол предусматривает возможность запроса текущего состояния прибора. Команда запроса формируется путем дополнения ключевой команды символом вопроса (?). Прибор воспринимает пять различных групп команд и две обязательные команды запроса:

Группа команд "INPut". Возможные варианты запроса

INPut:COUPling? – Запрос конфигурации входных цепей активного канала (открытый или закрытый вход).

INPut:COUPling? @A – Запрос конфигурации входных цепей канала A (открытый или закрытый вход).

INPut:COUPling? @C – Запрос конфигурации входных цепей канала C (открытый или закрытый вход).

В ответ на данные команды прибор возвращает одно из сообщений: open или close

INPut:FILTer? – Запрос состояния входного ФНЧ активного канала (включен или отключен).

INPut:FILTer? @A – Запрос состояния входного ФНЧ канала A (включен или отключен).

INPut:FILTer? @C – Запрос состояния входного ФНЧ канала C (включен или отключен).

В ответ на данные команды прибор возвращает одно из сообщений: off или on

INPut:IMPedance? – Запрос выбранного входного сопротивления активного канала.

INPut:IMPedance? @A – Запрос выбранного входного сопротивления канала A.

INPut:IMPedance? @C – Запрос выбранного входного сопротивления канала C.

В ответ на данные команды прибор возвращает одно из сообщений: 1e6 или 50

INPut:DIVider? – Запрос коэффициента ослабления входного делителя напряжения активного канала (1 или 10 раз).

INPut:DIVider? @A – Запрос коэффициента ослабления входного делителя напряжения канала A (1 или 10 раз).

INPut:DIVider? @C – Запрос коэффициента ослабления входного делителя напряжения канала C (1 или 10 раз).

В ответ на данные команды прибор возвращает одно из сообщений: 1 или 10.

Группа команд "INITiate". Возможные варианты запроса

INITiate:SOURce? – Запрос выбранного источника запуска измерения.

В ответ на данную команду прибор возвращает одно из сообщений:

internal – если выбран внутренний источник запуска;

external – если выбран внешний источник запуска;

manual – если выбран ручной запуск.

INITiate:TIMer? – Запрос выбранного времени индикации.

В ответ на данную команду прибор возвращает одно из сообщений:

100m – время индикации 100 мс;

1 – время индикации 1 с;

10 – время индикации 10 с.

Группа команд "TRIGger". Возможные варианты запроса

TRIGger:SLOPe? – Запрос выбранного фронта запуска измерения.
В ответ на данную команду прибор возвращает одно из сообщений:
positive – если выбран запуск по фронту импульса;
negative – если выбран запуск по срезу импульса.

TRIGger:LEVel? – Запрос установленного уровня синхронизации.
В ответ на данную команду прибор возвращает уровень, в милливольтах, в формате:
0E+00 – в данном примере уровень равен 0 мВ;
-460E+00 – в данном примере уровень равен -460 мВ;
1.080E+03 – в данном примере уровень равен 1080 мВ.

Группа команд "CONFigure". Возможные варианты запроса

CONFigure? – Запрос параметров и режима измерения.

В ответ на данную команду прибор возвращает установленный режим и параметры в виде сообщения следующего вида:

frequency,direct,1m,1,10n,(@c) - в данном примере прибор сконфигурирован для измерения частоты прямым методом, время измерения 1 мс, число периодов измерения 1, длительность меток 10 нс, активный канал C.

Группа команд "MEASure". Возможные варианты запроса

MEASure? – Запуск процесса измерения, запрос параметров и режима измерения, а также результата измерения.

В ответ на данную команду прибор возвращает установленный режим и параметры, а также результат измерения:

frequency,direct,1m,1,10n,(@c)

100.000E+06 – в данном примере прибор сконфигурирован для измерения частоты прямым методом, время измерения 1 мс, число периодов измерения 1, длительность меток 10 нс, активный канал C. Измеренная частота 100 МГц.

Команда "ERRor"

ERRor – запрос очереди ошибок SCPI.

В ответ на данную команду прибор возвращает список обнаруженных ранее ошибок SCPI, в виде следующего сообщения (пример):

- 108,"Parameter not allowed",-102,"Syntax error",-102,"Syntax error",-102,"Syntax error",-102,"Syntax error",-102,"Syntax error",-100,"Command error" – в данном примере очередь содержит 7 сообщений.

Команда "*IDN"

*IDN – запрос идентификации прибора. В ответ прибор возвращает сообщение: "ОАО MNIPI, 3-96".

4 Техническое обслуживание

4.1 Во время выполнения работ по обслуживанию частотомера необходимо соблюдать меры безопасности, указанные в 2.1.

4.2 Техническое обслуживание проводят с целью обеспечения надежной работы частотомера в течение длительного периода эксплуатации. Оно заключается в систематическом наблюдении за правильностью эксплуатации, регулярном техническом осмотре, проверке работоспособности и устранении возникших неисправностей.

При эксплуатации частотомера необходимо содержать его в чистоте, оберегать его от воздействия влаги, грязи, пыли, ударов и падений. Для удаления загрязнения поверхностей частотомера необходимо применять мягкую ткань, смоченную этиловым спиртом. Запрещается применять для этой цели растворители красок и эмалей.

4.3 Предусмотрены следующие виды технического обслуживания:

- контрольный осмотр (КО);
- техническое обслуживание (ТО).

4.4 КО следует проводить до и после использования частотомера по назначению и транспортирования. Если частотомер не использовался по назначению, КО проводить с периодичностью один раз в 3 мес.

При КО проверить отсутствие механических повреждений, целостности пломб, надежности крепления органов подключения, целостности изоляционных и лакокрасочных покрытий, состояния контактных поверхностей входных и выходных соединителей, работоспособность частотомера согласно 3.1.6.

4.5 ТО следует проводить с целью определения соответствия частотомера основным техническим характеристикам в органах ремонта и поверки, а также при постановке на длительное хранение.

Поверка частотомера проводится не реже одного раза в 12 мес по Методике поверки МРБ.МП 2686-2017, отметка о поверке заносится в таблицу 12.1 РЭ.

В случае несоответствия метрологических характеристик техническим требованиям провести подстройку частоты опорного генератора (см. приложение А).

5 Текущий ремонт

5.1 Текущий ремонт частотомера осуществляет изготовитель или специализированные предприятия, имеющие право (аккредитованные) на проведение ремонта.

5.2 Возможные неисправности частотомера и методы их устранения приведены в таблице 5.1.

Таблица 5.1

Возможная неисправность	Вероятная причина	Метод устранения
При включении прибора отсутствует индикация на индикаторе	1 Неисправен шнур сетевой	Заменить
	2 Неисправны вставки плавкие	Заменить
	3 Неисправен переключатель **СЕТЬ**	Направить в ремонт
	4 Неисправен источник питания	Направить в ремонт
Отсутствие измерений по одному из каналов	1 Неправильно установлен режим измерений, выбран канал, параметры сигнала не соответствуют возможностям прибора	Проверить правильность установки режима измерений.
		Установить режим согласно РЭ
	2 Неисправен измерительный кабель	Проверить подключение и исправность кабеля. Заменить
	3 Неисправность прибора (устройства)	Направить в ремонт
Невозможно установить действительное значение частоты опорного генератора в соответствии с требованиями на прибор	1 Неисправен опорный генератор	Направить в ремонт
	2 Неисправность схемы подстройки частоты опорного генератора	Направить в ремонт
	3 Неисправность применяемого средства измерений	Проверить средства измерений
Не выполняются тесты частоты, периода и др.	1 Неисправность прибора (устройства)	Направить в ремонт
Неправильное выполнение измерений (погрешность)	1 Наличие в измеряемом сигнале большого уровня шумов и помех	Устранить источник помех, проверить установку режима
	2 Неисправность прибора	Направить в ремонт
Нет обмена информацией с внешним ПК по интерфейсу	1 Неисправен интерфейсный кабель	Проверить кабель
	2 Неисправен порт внешнего ПК	Проверить внешний ПК
	3 Неисправен порт прибора	Направить в ремонт

5.3 В процессе работы на индикаторе могут появляться сообщения об ошибках, что свидетельствует о неправильной работе частотомера, либо неправильных действиях оператора. Перечень диагностируемых ошибок приведен в 5.7.

5.4 При проведении ремонта необходимо соблюдать меры безопасности и указания по мерам безопасности, приведенные в РЭ на частотомер, в эксплуатационной документации на средства измерений и оборудование.

5.5 При проведении ремонта необходимо соблюдать меры защиты полупроводниковых приборов и интегральных микросхем от воздействия статического электричества, от воздействия тепловых и механических перегрузок.

5.6 После ремонта частотомера провести поверку в установленном порядке.

5.7 Сообщения об ошибках

5.7.1 Ошибки, выводимые на индикатор частотомера, приведены в таблице 5.2.

Частотомер способен отображать сообщение о некоторых ошибках, которые могут возникнуть в процессе эксплуатации. Всего частотомер может обнаруживать 5 различных видов ошибок и отображать их во всевозможных комбинациях (максимум 31 комбинация).

Таблица 5.2 – Ошибки устройства

Номер ошибки	Описание ошибки
1	Залипание кнопок панели управления
2*	Ошибка связи с измерительным блоком
4	Ошибка конфигурации измерительного блока ЦАП1
8	Ошибка конфигурации измерительного блока ЦАП2
16	Ошибка конфигурации измерительного блока ЦАП3
32	Ошибка переполнения модуля интерфейса
64	Ошибка кадра модуля интерфейса
* Если обнаружена ошибка 2, то все остальные ошибки не рассматриваются	

Отображение комбинации ошибок достигается путем суммирования их номеров. Например, сообщение "Ошибка 96" говорит об обнаружении двух ошибок с номерами 32 и 64 (32+64 = 96).

5.7.2 Ошибки SCPI и их кодов приведены в таблице 5.3.

Ниже перечислены сообщения, которые могут выдаваться частотомером по команде запроса очереди ошибок.

Таблица 5.3 - Ошибки при задании параметров

Сообщение об ошибке	Пояснение
No Error	Список ошибок пуст
102,"Syntax error"	Синтаксическая ошибка. Выдается в случае обнаружения неизвестного параметра команды, либо отсутствия безусловно необходимого для исполнения команды параметра
128,"Numeric data not allowed"	Недопустимое числовое значение. Выдается в случае передачи прибору числовой переменной, лежащей вне допустимого для нее диапазона
221,"Settings conflict"	Конфликт установок. Выдается в случае передачи прибору команды, противоречащей установленной ранее конфигурации (например, при попытке установить входное сопротивление для выбранного ранее канала, если это был канал В)
108,"Parameter not allowed"	Недозволенный параметр. Выдается в случае передачи прибору в случае противоречия команды и аргумента, (например, при попытке установить входное сопротивление для канала В)
100,"Command error"	Ошибка команды. Выдается в случае передачи прибору несуществующей команды

Максимальное количество ошибок в очереди – 20.

6 Хранение

6.1 Частотомер до введения в эксплуатацию следует хранить на складе в упаковке изготовителя при температуре окружающего воздуха от 0 °С до плюс 40 °С и относительной влажности воздуха не более 80 % при температуре плюс 35 °С.

6.2 Хранить частотомер без упаковки следует при температуре окружающего воздуха от плюс 10 °С до плюс 35 °С и относительной влажности воздуха не более 80 % при температуре плюс 25 °С.

6.3 В помещении для хранения частотомера содержание пыли, паров кислот и щелочей, агрессивных газов и других вредных примесей, вызывающих коррозию не должно превышать содержание коррозионно-активных агентов для атмосферы 1 по ГОСТ 15150-69.

7 Транспортирование

7.1 Частотомер в упаковке изготовителя допускает транспортирование в закрытых транспортных средствах любого вида наземного транспорта. При транспортировании самолетом частотомер размещать в отапливаемом герметизированном отсеке.

Трюмы судов, кузова автомобилей, используемые для перевозки частотомера, не должны иметь следов цемента, угля, химикатов и т.д.

Предельные климатические условия транспортирования:

- температура окружающего воздуха от минус 40 °С до плюс 50 °С;
- относительная влажность окружающего воздуха не более 95 % при температуре плюс 25 °С;
- атмосферное давление от 84 до 106,7 кПа (от 630 до 800 мм рт. ст.).

7.2 Размещение и крепление в транспортном средстве упакованного частотомера должно обеспечить его устойчивое положение и не допускать перемещение во время транспортирования.

8 Утилизация

8.1 Частотомер не содержит вредных и опасных для жизни обслуживающего персонала веществ. Частотомер не содержит вредных для окружающей среды веществ.

8.2 Специальных мер для утилизации частотомера не требуется. Утилизация проводится в порядке, принятом у потребителя частотомера.

8.3 Сведения о содержании драгоценных материалов приведены в 1.2.

9 Гарантии изготовителя

9.1 Изготовитель гарантирует соответствие частотомера всем требования технических условий при соблюдении потребителем условий эксплуатации, транспортирования и хранения, установленных в настоящем РЭ.

Гарантийный срок хранения - 6 мес с даты изготовления.

Гарантийный срок эксплуатации - 24 мес со дня ввода в эксплуатацию.

Гарантийный срок эксплуатации продлевается на период со дня подачи рекламации до введения частотомера в эксплуатацию силами изготовителя.

9.2 Потребитель лишается права на гарантийный ремонт в следующих случаях:

- при нарушении целостности пломб;
- при нарушении правил эксплуатации, транспортирования и хранения.

9.3 Гарантийное и послегарантийное обслуживание частотомера осуществляется предприятиями, перечень которых приведен в **приложении Б**.

Талоны на гарантийный ремонт частотомера приведены в **приложении Б**.

10 Свидетельство об упаковывании

10.1 Частотомер электронно-счетный Ч3-96 УШЯИ.411186.006,

заводской номер _____

Упакован ОАО "МНИПИ"

согласно требованиям, предусмотренным в действующей технической документации.

_____ _____ _____

должность личная подпись расшифровка подписи

_____

год, месяц, число

11 Свидетельство о приемке

11.1 Частотомер электронно-счетный Ч3-96 УШЯИ.411186.006,
заводской номер _____ изготовлен и принят в соответствии с обязательными требованиями государственных стандартов, ТУ BY 100039847.150-2017 и признан годным для эксплуатации.

Представитель ОТК

МП _____ _____

личная подпись расшифровка подписи

_____

год, месяц, число

Первичная поверка проведена.

Значение калибровочного числа встроенного опорного генератора _____

Поверитель

МК _____ _____ _____

личная подпись расшифровка подписи год, месяц, число

12 Особые отметки

12.1 Записи о периодической поверке и внеплановых работах по текущему ремонту частотомера при его эксплуатации, заносят в таблицу 12.1.

Поверку частотомера проводят в соответствии с Методикой поверки УШЯИ.411186.006 МП (МРБ МП.2686-2017). Периодичность поверки - 12 мес.

Отметку о проведенной поверке и установленное значение калибровочного числа встроенного опорного генератора заносят в таблицу 12.1.

Таблица 12.1

Дата	Наименование работы и причина ее выполнения	Должность, фамилия и подпись (оттиск клейма поверителя)	Значение калибровочного числа

Приложение А
(обязательное)

Подстройка частоты встроенного опорного генератора

А.1 Подстройка частоты встроенного опорного генератора проводится с помощью образцовых средств измерений (СИ) и по методу, приведенному в Методике поверки МРБ МП.2686-2017 ("Определение относительной погрешности частоты встроенного опорного генератора").

Подстройку частоты опорного генератора (калибровку) осуществляют путем изменения значения калибровочного числа и сохранения его в энергозависимой памяти частотомера.

А.2 Прогрейте калибруемый частотомер не менее 2 ч.

Образцовые СИ подготовьте к работе в соответствии с их эксплуатационной документацией.

Соберите измерительную схему, приведенную в Методике поверки.

Примечание – Если в процессе калибровки необходимо выключить частотомер, то после повторного включения необходимо снова прогреть частотомер.

А.3 На частотомере установите режим работы:

- работу от внутреннего источника опорной частоты ("Внутренний");

- режим калибровки, для чего нажмите кнопку "**ИНДИКАЦИЯ**", а затем выберите в меню режим калибровки - кнопка "F4" ("**КАЛИБР**"). На частотомере должна высветиться надпись "Калибровка xxx",

где xxx – калибровочное число, значение которого можно менять вращением ручки энкодера "**УСТАНОВКА**" в диапазоне от 0 до 1023.

А.4 Установите значение частоты встроенного опорного генератора с погрешностью не более $\pm 3 \cdot 10^{-9}$, изменяя калибровочное число вращая ручку "**УСТАНОВКА**".

Сохраните установленное (новое) значение калибровочного числа, нажав кнопку "**УСТАНОВКА**" на энкодере, при этом частотомер выйдет из режима калибровки в режим измерения.

По окончании калибровки значение калибровочного числа запишите в протокол поверки.

А.5 Калибровка является неотъемлемой частью поверки частотомера в органах метрологической службы, аккредитованных в данном виде деятельности.

В период межповерочного интервала значение калибровочного числа, указанное в свидетельстве о поверке, не изменять.

Приложение Б
(обязательное)
Гарантийные талоны

Корешок талона №1
на гарантийный ремонт **частотомера Ч3-96**

Изъят _____ дата _____ должность, ФИО, подпись

линия отреза

Талон № 1

на гарантийный ремонт **частотомера электронно-счетного Ч3**-96

Изготовитель: ОАО "МНИПИ", 220113, г. Минск, ул. Я. Коласа, 73

Заводской № _____ Дата изготовления _____

Продан _____
наименование организации

Дата продажи _____

Штамп торгующей организации _____
личная подпись

Владелец и его адрес _____

_____
фамилия, подпись

Причина неисправности: _____

_____

Принят на гарантийное обслуживание
ремонтным предприятием: _____

Печать руководителя
ремонтного предприятия _____ _____
дата подпись

.....

Корешок талона №2
на гарантийный ремонт **частотомера Ч3-96**

Изъят _____ дата _____ должность, ФИО, подпись

линия отреза

Талон № 2

на гарантийный ремонт **частотомера электронно-счетного Ч3**-96

Изготовитель: ОАО "МНИПИ", 220113, г. Минск, ул. Я. Коласа, 73

Заводской № _____ Дата изготовления _____

Продан _____
наименование организации

Дата продажи _____

Штамп торгующей организации _____
личная подпись

Владелец и его адрес _____

_____
фамилия, подпись

Причина неисправности: _____

_____

Принят на гарантийное обслуживание
ремонтным предприятием: _____

Печать руководителя
ремонтного предприятия _____ _____
дата подпись

ЗАКАЗАТЬ