ЗАКАЗАТЬ

ЧАСТОТОМЕР ЭЛЕКТРОННО-СЧЕТНЫЙ Ч3-96/2

Руководство по эксплуатации

УШЯИ.411186.009 РЭ

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 13
1.6 Упаковка 13
2 Подготовка к использованию 14
2.1 Меры безопасности 14
2.2 Подготовка к работе 14
2.3 Органы управления, подключения и индикации 15
3 Использование по назначению 18
3.1 Подготовка к проведению измерений 18
3.2 Проведение измерений 20
3.3 Измерение частоты 26
3.4 Измерение периода 27
3.5 Измерение длительности импульсов 27
3.6 Измерение интервалов времени 28
3.7 Измерение отношения частот 29
3.8 Счет импульсов 30
3.9 Функции частотомера 32
3.10 Работа частотомера в качестве источника опорной частоты 36
3.11 Работа частотомера от внешнего источника опорной частоты 37
3.12 Работа в режиме однократного запуска 37
3.13 Работа в режиме внешнего запуска 37
3.14 Работа частотомера с использованием интерфейса USB 38
4 Техническое обслуживание 41
5 Текущий ремонт 42
6 Хранение 43
7 Транспортирование 43
8 Утилизация 43
9 Гарантии изготовителя 44
10 Свидетельство об упаковывании 45
11 Свидетельство о приемке 46
12 Особые отметки 47
Приложение А Подстройка частоты встроенного опорного генератора 48
Приложение Б Гарантийные талоны 49

Настоящее руководство по эксплуатации (далее - РЭ) содержит сведения о принципе работы, устройстве и конструкции, характеристиках **частотомера электронно-счетного Ч3-96/2** (далее - частотомер) и указания, необходимые для правильной его эксплуатации, технического обслуживания и текущего ремонта.

Частотомер соответствует техническим условиям ТУ BY 100039847.173-2021 "Частотомер электронно-счетный Ч3-96/2".

Частотомер соответствует требованиям безопасности, пожарной безопасности, электромагнитной совместимости, установленным ГОСТ IEC 61010-1-2014, ГОСТ IEC 60950-1-2014, ГОСТ 12.1.004-91, СТБ ГОСТ Р 51522-2001.

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 Ч3-96/2. Внешний вид

Перед началом эксплуатации частотомера необходимо внимательно ознакомиться с содержанием настоящего 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.

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

Применяемые сокращения и определения:

- сигнал синусоидальной формы – среднее квадратическое значение напряжения переменного тока;
- сигнал импульсной формы – амплитудное значение напряжения;
- коэффициент заполнения – обратная величина скважности;
- ±1 ед. счета – единица младшего разряда;
- ЖК дисплей – жидкокристаллический дисплей (экран);
- КД – конструкторская документация;
- ОС – операционная система;
- ПО – программное обеспечение;
- ПК – персональный компьютер с установленной ОС Windows 7 (8.1; 10);
- ПЛИС – программируемая логическая интегральная схема;
- СКЗ – среднее квадратическое значение;
- СИ – средства измерений;
- ФНЧ – фильтр низких частот.

1 Описание и работа

1.1 Назначение

1.1.1 Частотомер электронно-счетный Ч3-96/2 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 А, В идентичны и обеспечивают измерение:

- частот синусоидальных и импульсных сигналов в диапазоне от 0,01 Гц до 250 МГц;
- периода синусоидальных сигналов от $4 \cdot 10^{-9}$ до 10^{6} с;
- периода импульсных сигналов от $10 \cdot 10^{-9}$ до 10^{6} с;
- длительности импульсов от $20 \cdot 10^{-9}$ до 10^{6} с;
- интервала времени от $100 \cdot 10^{-9}$ до 10^{6} с;
- разности фаз, коэффициента заполнения; отношения частот – каналов А/В, В/А;
- относительного отклонения частоты сигнала относительно частоты опорного генератора прибора (режим компаратора частоты); блокировка повторного запуска компаратора синхронизации (режим «Holdoff») в диапазоне от 10^{-8} до 0,2 с;
- счет числа импульсов, режим "тахометра", ФНЧ, встроенный аттенюатор.

По входу С частотомер обеспечивает:

- измерение частоты синусоидальных сигналов в диапазоне от 200 до 10000 МГц;
- измерение отношения частот – каналов С/А, С/В; счет числа импульсов.

По входу D частотомер обеспечивает измерение частоты синусоидальных сигналов в диапазоне от 4000 до 18000 МГц.

Запуск процесса измерений – внутренний, однократный, внешний.

Работа от внешнего опорного генератора.

ЖК дисплей. Работа с ПК по интерфейсу USB 2.0, поддержка SCPI.

1.1.3 Область применения: настройка, контроль параметров, 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 22261-94 в части метрологических характеристик.

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

Нормальные условия применения:

- температура окружающего воздуха (20 ± 5) ºС;
- относительная влажность воздуха от 30 % до 80 %;
- атмосферное давление от 84 до 106 кПа.

Рабочие условия применения:

- температура окружающего воздуха от минус 10 ºС до плюс 50 ºС;
- относительная влажность воздуха до 90 % при температуре плюс 25 ºС;
- атмосферное давление от 60 до 106,7 кПа.

Предельные условия транспортирования:

- температура окружающего воздуха от минус 30 ºС до плюс 50 ºС;
- относительная влажность воздуха до 90 % при температуре плюс 25 ºС;
- атмосферное давление от 60 до 106,7 кПа.

1.1.7 По прочности к механическим воздействиям при транспортировании частотомер в упакованном виде выдерживает удары многократного действия: ускорение - 147 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, B измеряет частоту синусоидальных сигналов или частоту импульсных сигналов любой полярности в диапазоне частот от 0,01 Гц до 250 МГц.

1.2.1.1 Уровень входного сигнала при входном сопротивлении 1 МОм:

– для сигнала синусоидальной формы:

1) от 0,05 до 10 В – в диапазоне частот от 0,01 Гц до 200 МГц;
2) от 0,10 до 10 В – в диапазоне частот от 200 до 250 МГц;

– для сигнала импульсной формы при длительности импульса входного сигнала не менее 4 нс от 0,05 до 10 В.

1.2.1.2 Уровень входного сигнала при входном сопротивлении 50 Ом:

– для сигнала синусоидальной формы:

1) от 0,05 до 1 В – в диапазоне частот от 0,01 Гц до 200 МГц;
2) от 0,10 до 1 В – в диапазоне частот от 200 до 250 МГц;

– для сигнала импульсной формы при длительности импульса входного сигнала не менее 4 нс от 0,05 до 2 В.

Примечание - Относительный уровень помех и гармонических составляющих входного сигнала должен быть не более минус 25 дБ.

1.2.2 Частотомер по входу C измеряет частоту синусоидальных сигналов в диапазоне частот от 200 до 10000 МГц при уровне входного сигнала:

– от минус 15 дБм до плюс 10 дБм в диапазоне частот от 200 до 4000 МГц;

– от минус 10 дБм до плюс 10 дБм в диапазоне частот от 4000 до 10000 МГц.

Частотомер по входу D измеряет частоту синусоидальных сигналов в диапазоне частот от 4000 до 18000 МГц при уровне входного сигнала:

– от минус 10 дБм до плюс 3 дБм в диапазоне частот от 4000 до 14000 МГц;

– от минус 4 дБм до плюс 0 дБм в диапазоне частот от 14000 до 18000 МГц.

Примечание - Относительный уровень помех и гармонических составляющих входного сигнала должен быть не более минус 25 дБ.

1.2.3 Пределы допускаемой относительной погрешности измерения частоты синусоидальных или импульсных сигналов δ_f равны значениям, вычисляемым по формуле

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

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

K – коэффициент: K = 1 для каналов A, B; K = 100 для каналов C и D;

f_x – измеряемая частота, Гц;

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

Время счета частотомера $\tau_{сч}$ при измерении частоты – 1, 10, 100 мс, 1, 10, 100 с.

1.2.4 Номинальное значение частоты встроенного опорного генератора - 5 МГц.

Диапазон коррекции (перестройки) частоты встроенного опорного генератора не более минус $3 \cdot 10^{-7}$ и не менее плюс $3 \cdot 10^{-7}$ относительно номинального значения частоты.

1.2.5 Пределы допускаемой относительной погрешности по частоте встроенного опорного генератора δ_o по истечении времени установления рабочего режима, равного 1 ч:

– $\pm 0.5 \cdot 10^{-8}$ за 30 сут;

– $\pm 1 \cdot 10^{-8}$ за 12 мес.

Примечание – Время 30 сут и 12 мес отсчитывается с момента установки действительного значения частоты с относительной погрешностью $\pm 2 \cdot 10^{-9}$.

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

1.2.7 Относительное изменение частоты встроенного опорного генератора в диапазоне рабочих температур в пределах $\pm 2 \cdot 10^{-9}$.

1.2.8 Частотомер по входам A, B измеряет период:

– синусоидальных сигналов - в диапазоне от 4 нс до 10^6 с;

– импульсных сигналов - 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 соответствует 1.2.1.1;

– при входном сопротивлении 50 Ом соответствует 1.2.1.2.

1.2.8.2 Число усредняемых периодов входного сигнала n – 1; 10; 100; 1000 (1 К); 10000 (10 К); 100000 (100 К).

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

1.2.9 Пределы допускаемой относительной погрешности измерения периода δ_T равны значениям, вычисляемым по формулам:

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

$$\delta_T = \pm(|\delta_O| + |\delta_{зап}| + \frac{T_O}{n \cdot T_x}), \quad (1.2)$$

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

T_o – период меток времени частотомера, с;

n – число усредняемых периодов входного сигнала;

T_x – период входного сигнала, с.

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

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

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

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

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

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

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

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

$$\delta_T = \pm(|\delta_O| + \frac{T_O}{n \cdot T_x}). \quad (1.5)$$

1.2.10 Частотомер по входам А, В измеряет длительность импульсов в диапазоне от 100 нс до 10^6 с при 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.

Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерения длительности импульсов Δt_x, с, равны значениям, вычисляемым по формулам:

– при суммарной длительности фронта и среза измеряемых импульсов более половины периода меток времени частотомера

$$\Delta t_x = \pm\left(|\delta_o| t_x + \frac{\tau_ф + \tau_c}{2} + T_o\right), \quad (1.6)$$

– при суммарной длительности фронта и среза измеряемых импульсов не более половины периода меток времени частотомера

$$\Delta t_x = \pm\left(|\delta_o| t_x + T_o\right), \quad (1.7)$$

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 А, В в режиме "nΔt/1 нс" измеряет длительность импульсов в диапазоне от 20 до 400 нс.

Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерения длительности импульсов t_x равны, нс

$$\pm(2{,}00 + 0{,}01 \cdot t_x).$$

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

Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерения интервала времени Δt_x, с, равны значениям, вычисляемым по формулам:

– при суммарной длительности фронтов импульсов более половины периода меток времени частотомера

$$\Delta t_x = \pm\left(|\delta_o| t_x + \frac{\tau_{\text{фА}} + \tau_{\text{фВ}}}{2} + T_o\right), \quad (1.8)$$

– при суммарной длительности фронтов импульсов не более половины периода меток времени частотомера

$$\Delta t_x = \pm\left(|\delta_o| t_x + T_o\right), \quad (1.9)$$

где $\tau_{\text{фА}}, \tau_{\text{фВ}}$ – длительности фронтов импульсов по входам А, В соответственно, с;
t_x – длительность измеряемого интервала между импульсами на уровне 0,5 от амплитудного значения, с.

1.2.13 Частотомер измеряет отношение частот двух электрических сигналов:

– частоты сигнала поступающего на вход А к частоте сигнала поступающего на вход В (f_A/f_B) и частоты сигнала поступающего на вход В к частоте сигнала поступающего на вход А (f_B/f_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 С к частоте сигнала поступающего на вход А (f_C/f_A) или на вход В (f_C/f_B) в диапазоне отношения частот от 0,8 до 999999999.

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

1.2.14 Пределы допускаемой относительной погрешности измерения отношения частот равны значениям, вычисляемым по формулам:

– отношение f_A/f_B и f_B/f_A $\quad \delta_{f1/f2} = \pm\left(\delta_{\text{зап2}} + \frac{f_2}{f_1 \cdot n_2}\right), \quad (1.10)$

где $\delta_{\text{зап2}}$ – относительная погрешность запуска по входу, на который поступает сигнал с частотой f_2;
f_1, f_2 – сравниваемые частоты по входам А, В, Гц;
n_2 – число усредняемых периодов сигнала с частотой f_2.

– отношение $f_C f_B$ $\quad \delta_{fC/fB} = \pm\left(\delta_{\text{запВ}} + \frac{f_B \cdot 64}{f_C \cdot n_B}\right), \quad (1.11)$

– отношение $f_C f_A$ $\quad \delta_{fC/fA} = \pm\left(\delta_{\text{запА}} + \frac{f_A \cdot 64}{f_C \cdot n_A}\right), \quad (1.12)$

где $\delta_{\text{запА}}, \delta_{\text{запВ}}$ – относительные погрешности запуска по входам А, В соответственно;
f_A, f_B, f_C – сравниваемые частоты по входам А, В, С соответственно, Гц;
64 – коэффициент деления частоты по входу С;
n_A, n_B – число усредняемых периодов входных сигналов по входам А, В.

1.2.15 Частотомер обеспечивает счет числа импульсов от 1 до 999999999, поступающих на входы А, В при частоте следования не более 250 МГц, и поступающих на вход С при частоте следования от 200 до 10000 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 значениям длительностей сигналов, поступающих на входы В, А;

– по значениям периодов сигналов, поступающих на входы В, А;

– за интервал времени 60 с (режим "тахометра") по входам В, А.

1.2.16 Частотомер обеспечивает следующие функции:

1.2.16.1 Определение периода сигнала по результату измерения частоты

$$T_x = 1/f_x \cdot \quad (1.13)$$

Частота сигнала f_x в соответствии с 1.2.1, 1.2.2.

1.2.16.2 Определение частоты сигнала по результату измерения периода сигнала

$$f_x = 1/T_x \cdot \quad (1.14)$$

Период сигнала T_x в соответствии с 1.2.8.

1.2.16.3 Определение отношения частот двух сигналов (f_A/f_C, f_B/f_C) по результатам измерения частот по каналам А и С, В и С от 10^{-6} до 1,25.

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

1.2.16.4 Определение коэффициента заполнения (обратная величина скважности) по результатам измерения длительности и периода импульсных сигналов

$$Q_x = t_x/T_x \cdot \quad (1.15)$$

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

1.2.16.5 Определение разности фаз от 0º до 360º по результатам измерения периода и временного сдвига сигналов по каналам А и В.

Параметры сигналов: период сигнала T_x в соответствии с 1.2.8, временной сдвиг сигнала t_x в соответствии с 1.2.12.

1.2.16.6 В режиме компаратора частоты определение относительного отклонения частоты сигнала f_x, подаваемого на вход А, относительно частоты опорного генератора частотомера 5 МГц:

$$A = 1 - \frac{f_x}{f_o}, \quad (1.16)$$

где f_x – частота сигнала, подаваемого на вход А; f_o – частота сигнала опорного генератора;

– диапазон частот сравниваемых сигналов от 4,5 до 5,5 МГц;

– время измерения 1, 10 с;

– относительное отклонение частоты при нулевой разности частот сигналов:

$\pm 1 \cdot 10^{-9}$ при времени измерения 1 с; $\pm 1 \cdot 10^{-10}$ при времени измерения 10 с.

1.2.16.7 В режиме синхронизации «Holdoff» установку времени блокировки повторного запуска компаратора в диапазоне от 10^{-8} до 0,2 с по каналам А и В.

1.2.17 Входное сопротивление частотомера по входам А, В:

(1,0 ± 0,1) МОм, при входной емкости не более 50 пФ

или (50,0 ± 2,5) Ом.

1.2.18 Частотомер по входам А, В имеет ФНЧ с частотой среза не более 100 кГц.

1.2.19 Частотомер по входам А, В обеспечивает установку уровня запуска:

– установку и индикацию уровня запуска;

– автоматическую установку уровня запуска для сигналов в диапазоне частот от 1 кГц до 250 МГц с амплитудой не менее 100 мВ.

1.2.20 Запуск процесса измерений:

– внутренний, однократный;

– внешний - импульсами частотой следования не более 1 кГц, длительностью не менее 10 мкс и размахом от 1 до 3 В.

1.2.21 Установка времени индикации результата измерения - 0,1; 1; 10 с.

1.2.22 Частотомер в режиме самоконтроля обеспечивает:

– при включении 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, MHz, GHz, ms, μs, ns), децимальной точки, переполнения индикатора. Формат индикации результата измерения – не менее десяти 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 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 50 Ом.

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

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

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

1.2.27 Частотомер обеспечивает свои технические характеристики в пределах норм, по истечении времени установления рабочего режима, равного 1 ч.

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

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

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

1.2.30 Мощность, потребляемая частотомером, не более 50 В·А.

1.2.31 Частотомер соответствует требованиям по электромагнитной совместимости

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

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

– электростатические разряды, динамические изменения напряжения электропитания, наносекундные импульсные помехи (пачки), выбросы напряжения - критерий качества функционирования В;

– излучаемое радиочастотное электромагнитное поле; кондуктивные помехи, наведенные радиочастотными электромагнитными полями - критерий качества функционирования А.

1.2.32 Показатели надежности:

– средняя наработка на отказ – не менее 15000 ч;

– средний срок службы – не менее 8 лет;

– среднее время восстановления работоспособного состояния частотомера – не более 3 ч.

1.2.33 Масса частотомера не более 4 кг.

Масса частотомера в упаковке не более 7 кг.

1.2.34 Габаритные размеры частотомера 325х270х125 мм (ДхШхВ).

1.2.35 В комплектующих изделиях содержание драгоценных материалов, г:

– серебро - 0,03465;

– палладий - 0,04230.

1.3 Состав частотомера

1.3.1 Состав комплекта поставки частотомера приведен в таблице 1.1.

Таблица 1.1

Наименование	Обозначение	Коли-чество	Примечание
Частотомер электронно-счетный Ч3-96/2	УШЯИ.411186.009	1	
Комплект ЗИП эксплуатационный:	УШЯИ.305654.151		
- кабель	УШЯИ.685631.204	2	BNC - BNC
- адаптер ADT-2714-NF-3MM-02		1	
- кабельная сборка MF141/11N/11SMA/1120.0		1	SMA-N
- кабельная сборка MF141/11SMA/11SMA/1000.0		1	SMA-SMA
- кабель USB (n-n) тип A-B		1	Для работы по интерфейсу "USB"
- шнур сетевой RKK/H05VV-F		1	
- вставка плавкая ВП2Б-1 В 0,5 А 250 В	АГ0.481.304 ТУ	2	
Руководство по эксплуатации	УШЯИ.411186.009 РЭ	1	
Методика поверки МРБ МП.3156-2021	УШЯИ.411186.009 МП	1	
Упаковка	УШЯИ.305646.194	1	

1.4 Устройство и работа

1.4.1 Частотомер имеет конструкцию настольного исполнения и выполнен в металлическом корпусе фирмы «Schroff», состоящем из двух боковых кронштейнов, верхней и нижней крышек, передней рамки, передней и задней панелей. Корпус имеет ручку для переноски на боковом кронштейне снаружи. На нижней крышке установлены 4 ножки, передние ножки изменяются по высоте. В нижней крышке имеются отверстия для вентиляции. Сзади на боковых кронштейнах установлены накладки, выполняющие роль ножек.

На передней панели расположены органы управления (клавиатура), входные измерительные разъемы и ЖК дисплей. На панель нанесены поясняющие надписи необходимые для правильной эксплуатации частотомера.

На задней панели расположены переключатель питания, 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 А и В. Встроенный микропроцессор вычисляет отношение двух результатов измерений.

Счетный блок выполнен на базе PIC-процессора и ПЛИС.

1.4.3 Частотомер включает следующие узлы:

- измеритель F/T;
- 2 делителя частоты;
- блок передней панели;
- источник питания.

Измеритель F/T содержит схемы повторителей напряжения, аттенюаторы ″1:10″, усилители-ограничители, выходные уровни которых имеют фиксированные уровни LVDS передачи сигналов. Каналы А, В идентичны.

На вход С частотомера подается измеряемый сигнал в диапазоне частот от 200 до 10000 МГц, который после деления частоты на 64 в делителе, поступает на вход ПЛИС.

В диапазоне частот от 4000 до 18000 МГц используется делитель частоты на 128, выходной сигнал которого с уровнями LVDS также поступает на входы ПЛИС.

ПЛИС содержит счетные схемы, схемы формирования эталонных интервалов, регистры управления, в которые PIC- контроллер измерителя F/T записывает для установленного режима работы частотомера.

Выбор режима измерения (частота, период, длительность, отношение, счет импульсов), времени счета, длительности периода меток, времени индикации осуществляются контроллером блока передней панели. Результат измерения передается из ПЛИС в контроллер индикатора по последовательному интерфейсу.

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

Блок передней панели включает контроллер индикации, ЖК дисплей, плату управления, на которой располагаются 9 кнопок и энкодер.

Индикатор частотомера представляет собой графический дисплей, который обеспечивает отображение:

- меню для управления режимами работы частотомера и выбора параметров измерений;
- результата измерений;
- размерность измеряемой величины, вспомогательной информации.

Источник питания осуществляет преобразование переменного напряжения 230 В 50 Гц в стабилизированные напряжения необходимые для работы 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, тип вставок плавких, номинальный ток 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″ по ГОСТ 14192-96;
- 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 корпуса (винты крепления).

Нарушение целостности пломб при эксплуатации частотомера не допускается.

1.6 Упаковка

1.6.1 Упаковка частотомера соответствует ГОСТ 22261-94 и КД.

Частотомер, принадлежности, эксплуатационная документация упакованы в полиэтиленовые пакеты и уложены в упаковку (коробку). Свободный объем в коробке заполнен вкладышами из картона или другого упаковочного материала.

2 Подготовка к использованию

2.1 Меры безопасности

2.1.1 По требованиям безопасности частотомер соответствует ГОСТ IEC 61010-1-2014 (оборудование класса I, категория перенапряжения II, степень загрязнения 2).

Корпус частотомера заземляется при подключении вилки сетевого шнура в трехполюсную розетку питающей сети.

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

2.1.3 Сопротивление между зажимом защитного заземления сетевой вилки частотомера 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**";
- выводы первичной обмотки силового трансформатора электропитания.

2.1.5 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, ГОСТ IEC 60950-1-2014.

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

2.2 Подготовка к работе

2.2.1 Проведите внешний осмотр частотомера, при котором проверьте:

- комплектность частотомера в соответствии с 1.3;
- сохранность пломб, отсутствие механических повреждений;
- функционирование органов управления, четкость фиксации их положения, наличие вставок плавких и их соответствие маркировочным надписям;
- чистоту и исправность разъемов;
- состояние соединительных кабелей, четкость маркировочных надписей.

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

2.2.2 Перед включением частотомера выполните меры безопасности согласно 2.1.

Для подключения частотомера к сети питания и объекту измерения, используйте 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)	
-	ЖК дисплей - отображение измеряемой величины, текущих настроек и вспомогательной информации
"КАНАЛ"	Кнопка меню - выбор канала. Переключение измерительного канала осуществляется нажатием кнопки **"КАНАЛ"**
"РЕЖИМ"	Кнопка меню - выбор меню управления
"ИНДИКАЦИЯ"	Кнопка меню - выбор функций управления запуском и настройки индикации
"СЕРВИС"	Кнопка меню - выбор сервисных функций прибора
"АВТО"	Кнопка - установка уровня синхронизации активного канала. Установка уровня осуществляется однократным нажатием кнопки **"АВТО"**
"ТЕСТ"	Кнопка включения режима тестирования/измерения
"←", "→"	Кнопки выбора виртуального меню
"↵ "	Кнопка применить
"⌒" 	Ручка - энкодер с кнопкой. Ручка используется для установки уровня синхронизации активного канала. Кнопка энкодера используется: - для сохранения значения калибровочного числа в памяти частотомера; - для выбора параметра (режима)
"A", "B"	Розетки каналов A, B для подключения измеряемого сигнала частотой до 250 МГц, периода сигнала, длительности и др.
"C"	Розетка канала C для подключения измеряемого сигнала частотой от 200 до 10000 МГц
"D"	Розетка канала D для подключения измеряемого сигнала частотой от 4000 до 18000 МГц
Задняя панель частотомера (рисунок 2.2)	
"СЕТЬ ~230 V 50 Hz" "0,5 A ВП2Б-1 F"	Вилка для подключения к частотомеру сетевого шнура питания и отсек с сетевыми вставками плавкими и переключателем **"СЕТЬ"** - включение/выключение частотомера
"⊖ 5 MHz"	Розетка для подачи сигнала опорной частоты от внешнего источника
" ⊖ 5 MHz"	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 соответствующей информацией на экране частотомера.	



Рисунок 2.1 – Передняя панель частотомера



Рисунок 2.2 – Задняя панель частотомера

2.3.2 Описание ЖК дисплея

2.3.2.1 На дисплее информация об установленных режимах работы частотомера отображается в соответствующих зонах (рисунок 2.3, таблица 2.2).

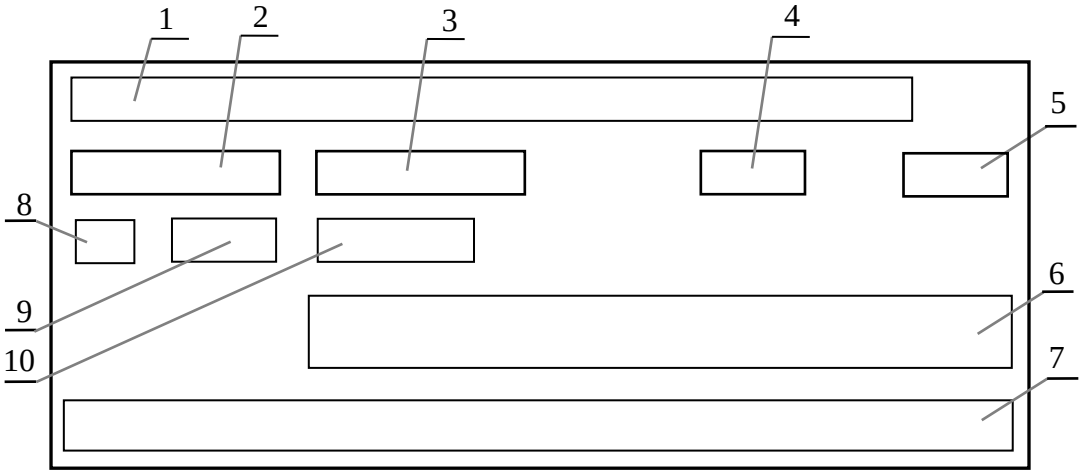


Рисунок 2.3 – Зоны отображения информации на дисплее

Таблица 2.2

Зона	Назначение
1	Отображение настроек активного канала
2	Отображение режима работы
3	Отображение измеряемого параметра
4	Отображение времени счета/числа усредняемых периодов
5	Отображение периода меток времени
6	Отображение результата измерения
7	Отображение виртуальных кнопок управления
8	Индикатор режима "ПАМЯТЬ – М – режим ПАМЯТЬ вкл. "
9	Отображение индикатора включения режима "ТЕСТ", внешнего опорного генератора – "ОГ"
10	Отображение режимов запуска

2.3.2.2 Общий вид экрана в режиме "ТЕСТ" представлен на рисунке 2.4.

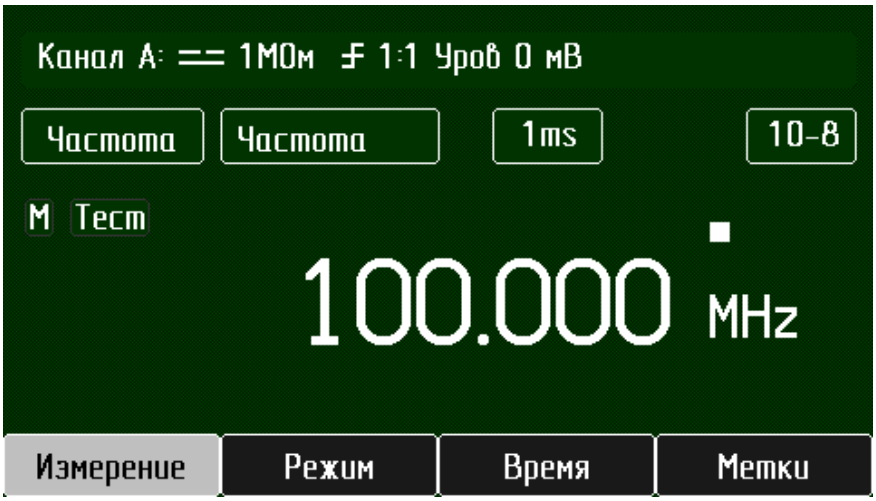


Рисунок 2.4 – Вид экрана при измерении частоты сигнала в режиме "ТЕСТ"



Рисунок 2.5 – Вид экрана при измерении периода сигнала

3 Использование по назначению

3.1 Подготовка к проведению измерений

3.1.1 Выполните операции согласно 2.2. Убедитесь, что корпуса приборов, с которыми предстоит совместная работа, заземлены.

3.1.2 Подключите частотомер к питающей сети с помощью сетевого шнура. Включение частотомера осуществите переключателем "**СЕТЬ**", при этом на экран выводятся идентификационные данные частотомера:

″ОАО MNIPI, Ч3-96/2, <Номер версии ПО>″.

3.1.3 При включении частотомера устанавливается следующий режим:

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

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

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

3.1.5 Проверка частотомера в режиме самоконтроля

3.1.5.1 При включении питания частотомера осуществляется тестирование микроконтроллера, кнопок передней панели. После успешного тестирования на частотомере отсутствует сообщение об ошибках и устанавливается режим по 3.1.3.

3.1.5.2 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 дисплея частотомера в соответствии с 3.1.5.3 - 3.1.5.8.

Таблица 3.1

Тест (функция)	Функция	Вход
1 Тест измерения частоты	Частота	А (В)
2 Тест измерения частоты по периоду	f = 1/T	А (В)
3 Тест измерения периода	Период	А (В)
4 Тест измерения периода по частоте	T = 1/f	А (В)
5 Тест измерения длительности	nΔt	А (В)
6 Тест измерения коэффициента заполнения	Коэфф. зап	А (В)

3.1.5.3 Показания частотомера в режиме "Тест измерения частоты - Частота", 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

3.1.5.4 Показания частотомера в режиме "Тест измерения периода - Период", ms, таблица 3.3

Таблица 3.3

Число усредняемых периодов (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
1 К	1,00000000	1,0000000	1,000000	1,00000	1,0000	1,000
10 К	-	1,00000000	1,0000000	1,000000	1,00000	1,0000
100 К	-	-	1,00000000	-	-	-

3.1.5.5 Показания частотомера в режиме "Тест измерения длительности - ndt", 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

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

Таблица 3.5

Число усредняемых периодов (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
1 К	1,00000000	1,0000000	1,000000	1,00000	1,0000	1,000
10 К	1,000000000	1,00000000	1,0000000	1,000000	1,00000	1,0000

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

Таблица 3.6

Метки времени, с	Время счета				
	1 мс	10 мс	100 мс	1 с	10 с
10^{-8}	10,0000 ns	10,00000 ns	10,000000 ns	10,0000000 ns	10,00000000 ns

3.1.5.8 Показания частотомера в режиме "Тест измерения коэффициента заполнения – Коэфф. зап", таблица 3.7

Таблица 3.7

Метки времени, с					
10^{-8}	10^{-7}	10^{-6}	10^{-5}	10^{-4}	10^{-3}
800,00 E-3	800,0 E-3	800 E-3	0,8 E+0	-	-

Результаты измерений должны соответствовать приведенным в таблицах 3.2 - 3.7 или могут отличаться от них не более чем на ±1 ед. счета.

3.1.5.9 Индикацию единиц измерения, децимальных точек проверяют визуально. Результаты проверки считают удовлетворительными, если:

- в режиме измерения частоты на дисплее отображаются "GHz, MHz, kHz";
- в режимах измерения периода, длительности отображаются "ns, us, 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 А (В) допускается не более 100 В;
- максимальное напряжение, подаваемое непосредственно на вход А (В) частотомера не должно превышать 10 В;
- максимальное напряжение, подаваемое непосредственно на вход С частотомера не должно превышать 1 В; на вход D - не должно превышать 0 дБм;
- при уровне входного сигнала менее допускаемого значения, показания частотомера будут неустойчивыми или отсутствовать;
- при включении кнопки "**ТЕСТ**" - частотомер переходит в режим тестирования;
- при проведении измерений по входу А (В) добиваются устойчивых показаний частотомера изменяя значение уровня запуска при помощи ручки "⌒" (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 экране частотомера сообщения "ПЕРЕПОЛНЕНИЕ" свидетельствует о том, что измеренное значение параметра превышает допустимое значение конечного предела измерения (рисунок 3.1).

Появление на экране сообщения "=X/0" свидетельствует, что при вычислении измеряемого параметра выполняется деление на 0 (рисунок 3.2).

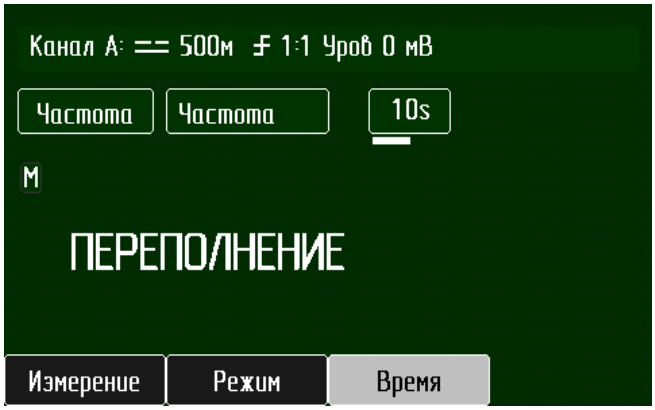


Рисунок 3.1 - Индикация "ПЕРЕПОЛНЕНИЯ"

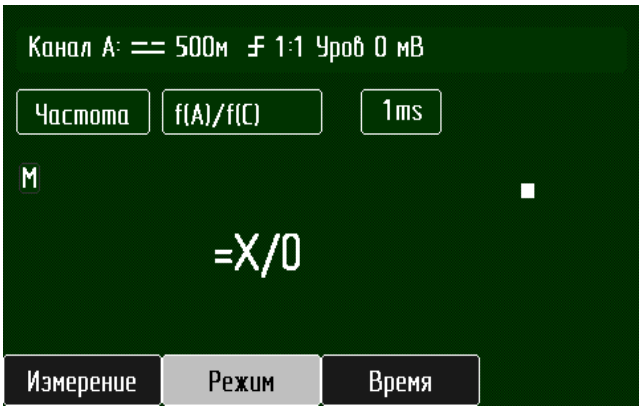


Рисунок 3.2 - Индикация деления на 0

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 на энкодере.

2 Нажатием кнопки "**КАНАЛ**" осуществляется выбор входа "**ВХОД А** (**В, С, D**)" - канала по которому будут проводиться измерения.

3.2.2 Описание меню частотомера

Управление частотомером осуществляется посредством 9 кнопок передней панели, виртуальных кнопок на дисплее, и энкодера с кнопкой.

Частотомер содержит четыре раздела меню, которые выбираются соответствующими им кнопками: "**КАНАЛ**", "**РЕЖИМ**", "**ИНДИКАЦИЯ**", "**СЕРВИС**".

Войти в меню той или иной функции можно, нажав соответствующую кнопку на частотомере: "**КАНАЛ**", "**РЕЖИМ**", "**ИНДИКАЦИЯ**", "**СЕРВИС**".

При входе в функциональное меню на экране открывается набор доступных пунктов меню, который зависит от режима измерения.

Навигация по пунктам меню осуществляется с помощью кнопок "←", "→" (выбранный пункт выделен инверсно).

Установка параметра в выбранном пункте меню осуществляется нажатием кнопки энкодера или кнопки "↵ ".

3.2.2.1 Меню "КАНАЛ"

Кнопкой "**КАНАЛ**" осуществляется выбор канала, кнопкой "**РЕЖИМ**" включается меню выбора (установки) параметров каналов. Меню имеет следующие пункты (рисунок 3.3):



Рисунок 3.3 - Меню установки параметров каналов

Вход - выбор открытого (закрытого) входа текущего канала (⎓/≃);

Rвх - установка входного сопротивления текущего канала (1 МОм/50 Ом);

ФНЧ - включение (отключение) ФНЧ;

⨍/⨍ - выбор фронта синхронизации текущего канала;

Делитель - включение (отключение) входного делителя напряжения (1:1/1:10);

Синхр - включение (отключение) блокировки повторного запуска компаратора синхронизации "Holdoff/Уров".

Каждое нажатие кнопки "**КАНАЛ**" приводит к переключению измерительного канала частотомера.

3.2.2.2 Меню "РЕЖИМ"

Кнопка "**РЕЖИМ**" включает меню функций настройки режима работы частотомера. Меню имеет следующие пункты (рисунок 3.4):



Рисунок 3.4 – Меню настройки режимов работы частотомера

Измерение - выбор вида измерения: "Частота", "Период", "Длит", "Сч. Имп" (счет импульсов);

Режим - для выбранного вида измерения выбирается требуемый режим измерения;

Метки - выбор меток времени (значения 10^{-8}, 10^{-7}, 10^{-6}, 10^{-5}, 10^{-4}, 10^{-3} с) в измерениях, в которых используются метки времени;

Время - выбор времени счета при измерении частоты (значения 1; 10; 100 мс; 1; 10; 100 с) или число усредняемых периодов входного сигнала **N** - 1; 10; 100; 1 К; 10 К; 100 К при измерении периода сигнала.

3.2.2.3 Меню "ИНДИКАЦИЯ"

Кнопка "**ИНДИКАЦИЯ**" включает меню управления режимом запуска и настройки индикации. Меню имеет следующие пункты (рисунок 3.5):



Рисунок 3.5 - Меню установки функций управления частотомером

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

ОГ - выбор опорного генератора (Внутренний, Внешний). Символ "**ОГ**" на экране отображает включение внешнего опорного генератора;

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

Калибр - вход в режим калибровки;

Память - включение (отключение) режима памяти.
Символ "**М**" на экране отображает включение режима памяти.

3.2.2.4 Меню "СЕРВИС"

Кнопка "**СЕРВИС**" включает меню управления сервисными функциями частотомера. Меню имеет следующие пункты (рисунок 3.6):

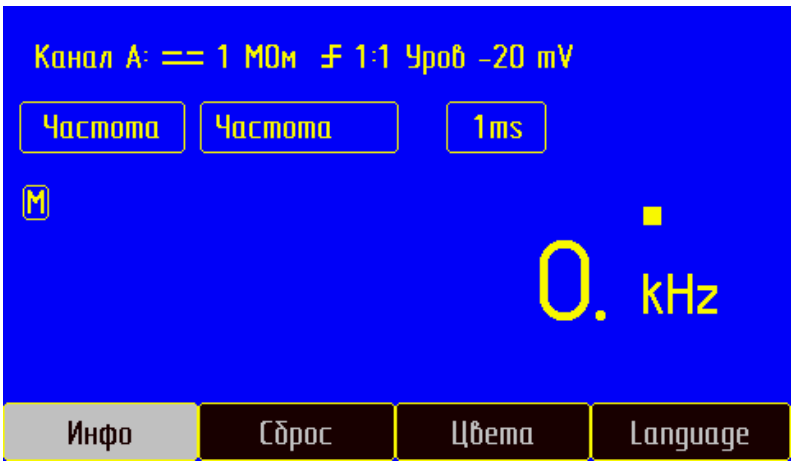


Рисунок 3.6 - Меню сервисных функций частотомера

Информация - информация о выпускаемых частотомерах;

Сброс - сброс прибора по начальной установке;

Цвета - установка цветов отображения;

Language - установка языка - русский/английский.

При выборе пункта "Цвета", виртуальным кнопкам на дисплее назначаются функции управления цветами элементов отображения экрана (рисунок 3.7):

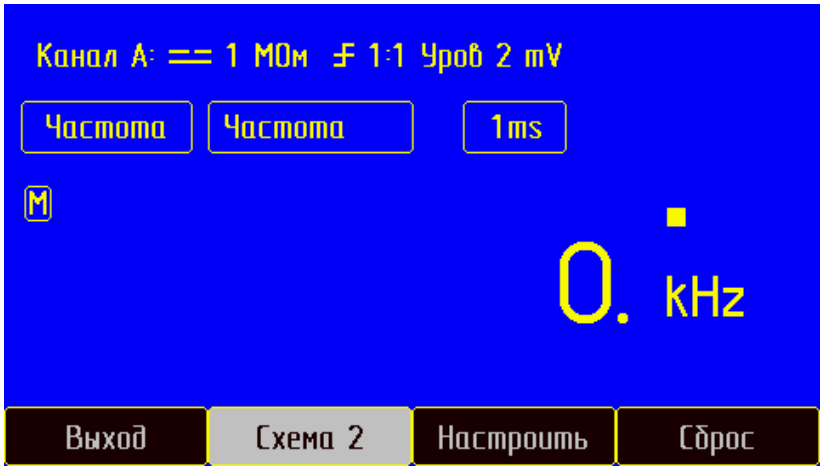


Рисунок 3.7 - Меню функций управления цветами элементов отображения экрана

- "Выход" - переход на меню "СЕРВИС";
- "Схема 1/ Схема 2/ Схема 3" - выбор одной из трех цветовых схем отображения;
- "Настроить" - меню установки цветов элементов отображения;
- "Сброс" - сброс настроек элементов отображения по начальной установке программы частотомера.

При выборе пункта "Настроить" на дисплее отображается меню выбора элемента отображения и установки цвета (рисунок 3.8):

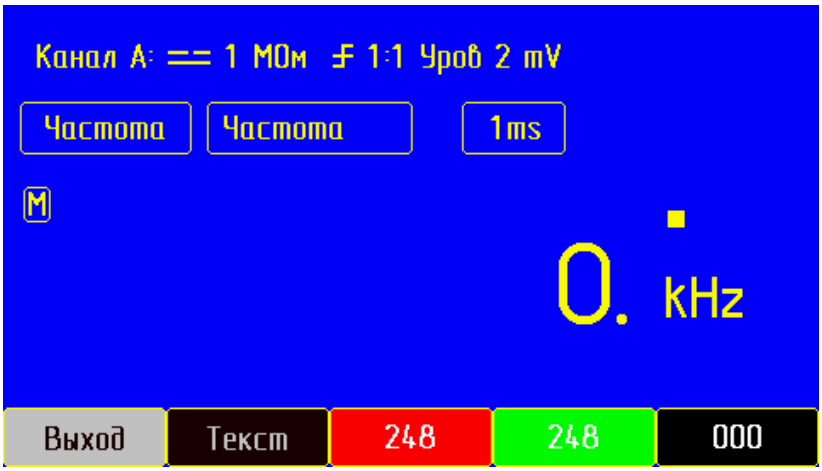


Рисунок 3.8 - Меню установки цвета элементов отображения экрана

- "Выход" - сохранение установленных цветов и выход в подменю "Цвета";

- вторая кнопка меню используется для выбора элементов отображения "Текст/ Фон/ Меню 1/ Меню 2":

"Текст" - результаты измерений, сообщения, значения установленных параметров;

"Фон" - фон экрана; "Меню 1" - фон не выбранных кнопок меню; "Меню 2" - фон выбранной кнопки меню;

- третья - пятая кнопки меню используются для установки цветовой палитры R-G-B выбранного элемента отображения.

3.2.3 Общие установки режимов

3.2.3.1 Установка входного сопротивления по входам А, В

Входное сопротивление 50 Ом 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 А и В:

- нажатием кнопки "**КАНАЛ**" осуществите выбор входа А или В;
- нажатием кнопок "←, →" установите параметр "**Rвх**";
- нажатием кнопки энкодера или кнопки " ↵ " установите входное сопротивление "1 МОм" или "50 Ом".

Повторите для другого входа, если он используется при измерении.

3.2.3.2 Установка входного делителя по входам А, В

Для исключения перегрузки по входу при измерении сигналов с большими уровнями в частотомере имеется возможность подключать встроенный аттенюатор 1:10 по входам А, В.

Установка делителя осуществляется независимо для входа А и В:

- нажатием кнопки "**КАНАЛ**" осуществите выбор входа А или В;
- нажатием кнопок "←, →" установите параметр "**Делитель**";
- нажмите кнопку энкодера или кнопку "↵ " – установка делителя "1:10". При повторном нажатии – установка делителя "1:1".

3.2.3.3 Установка вида связи с источником сигнала по входам А, В

Для установки вида связи с источником сигнала необходимо:

- нажатием кнопки ″**КАНАЛ**″ осуществите выбор входа А или В;
- нажатием кнопок ″←, →″ установите параметр ″**Вход**″;
- нажмите кнопку энкодера или кнопку ″↵″ - 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 А, В

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 ″**КАНАЛ**″ осуществите выбор входа А или В;
- нажатием кнопок ″←, →″ установите параметр ″**ФНЧ**″;
- нажмите кнопку энкодера или кнопку "↵ " - 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 А, В

Уровень запуска устанавливается для активного канала (рисунок 3.9).

Ручная установка уровня запуска осуществляется путем вращения ручки энкодера.

Автоматическая установка уровня запуска выполняется по нажатию кнопки ″**АВТО**″.



Рисунок 3.9 - Вид экрана при автоматической установке уровня синхронизации

На экране отображается сообщение ″Установка уровня синхронизации″, и после завершения полученное значение уровня запуска. Значение уровня запуска может быть изменено ручкой энкодера.

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″, имеет следующие пункты:

- ″**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″.

Выбор устанавливаемого параметра осуществляется с помощью кнопок ″←″, ″→″, установка режима (значения) - кнопок энкодера или ″↵ ″.

3.3 Измерение частоты

3.3.1 Измерение частоты по входу А (В) (частоты от 0,01 Гц до 250 МГц)

3.3.1.1 Нажатием кнопки ″**КАНАЛ**″ осуществите выбор входа А или В.

3.3.1.2 В меню ″**КАНАЛ**″ установите требуемые параметры канала:

- ″**Вход**″ - вид связи частотомера с источником измеряемого сигнала;
- ″**Rвх**″ - входное сопротивление частотомера в зависимости от источника входного сигнала 1 МОм или 50 Ом;
- ″**ФНЧ**″ - включите ФНЧ при измерении сигнала частотой до 100 кГц (периодом более 10 мкс) с большим содержанием гармонических составляющих;
- ″**Делитель**″ - включите входной делитель 1:10 при уровне входного сигнала значением от 1 до 10 В.

3.3.1.3 Нажмите кнопку ″**РЕЖИМ**″ в открывшемся меню установите:

- ″**Измерение**″ - параметр измерения "Частота″;
- ″**Режим**″ - режим измерения ″Частота″;
- ″**Время**″ - время счета (1; 10; 100 мс; 1; 10 или 100 с), обеспечивающее требуемую точность измерений.

3.3.1.4 Подключите источник сигнала к выбранному входу А (В) частотомера.

3.3.1.5 Выберите время индикации результата измерения удобное для отсчета.

Ручкой энкодера установите такое значение уровня запуска, при котором наблюдаются устойчивые показания частотомера.

Произведите отсчет результата измерения.

3.3.2 Измерение частоты по входу С (частоты от 200 до 10000 МГц)

3.3.2.1 Нажатием кнопки "**КАНАЛ**″ осуществите выбор входа С.

3.3.2.2 Нажмите кнопку ″**РЕЖИМ**″. В открывшемся меню установите:

- ″**Измерение**″ - параметр измерения ″Частота″;
- ″**Режим**″ - режим измерения ″Частота″;
- ″**Время**″ - время счета, обеспечивающее требуемую точность измерений.

3.3.2.3 Подключите источник сигнала к входу С частотомера.

Произведите отсчет результата измерения.

3.3.3 Измерение частоты по входу D (частоты от 4000 до 18000 МГц)

3.3.3.1 Нажатием кнопки "**КАНАЛ**″ осуществите выбор входа D.

3.3.3.2 Нажмите кнопку ″**РЕЖИМ**″. В открывшемся меню установите:

- ″**Измерение**″ - параметр измерения "Частота″;
- ″**Режим**″ - режим измерения ″Частота″;
- ″**Время**″ - время счета, обеспечивающее требуемую точность измерений.

3.3.3.3 Подключите источник сигнала к входу D частотомера.

Произведите отсчет результата измерения.

3.4 Измерение периода

3.4.1 Нажатием кнопки ″**КАНАЛ**″ осуществите выбор входа А или В.

3.4.2 В меню ″**КАНАЛ**″ установите требуемые параметры канала:

- входное сопротивление, связь с источником сигнала, входной делитель, ФНЧ по аналогии с режимом измерения частоты (см. 3.3.1.2);

- ″ ƒ/⅂ ″ - полярность в соответствии с полярностью входного импульсного сигнала (ƒ - запуск по положительному фронту).

3.4.3 Нажмите кнопку ″**РЕЖИМ**″. В открывшемся меню установите:

- ″**Измерение**″ - параметр измерения ″Период″ (рисунок 3.10);
- ″**Режим**″ - режим измерения ″Период″;
- ″**N**″ - число усредняемых периодов одним из значений 1; 10; 100; 1 К; 10 К; 100 К;
- ″**Метки**″ - 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 Подключите источник сигнала к выбранному входу А (В) частотомера.

3.4.5 Установите уровень запуска. Произведите отсчет результата измерения.

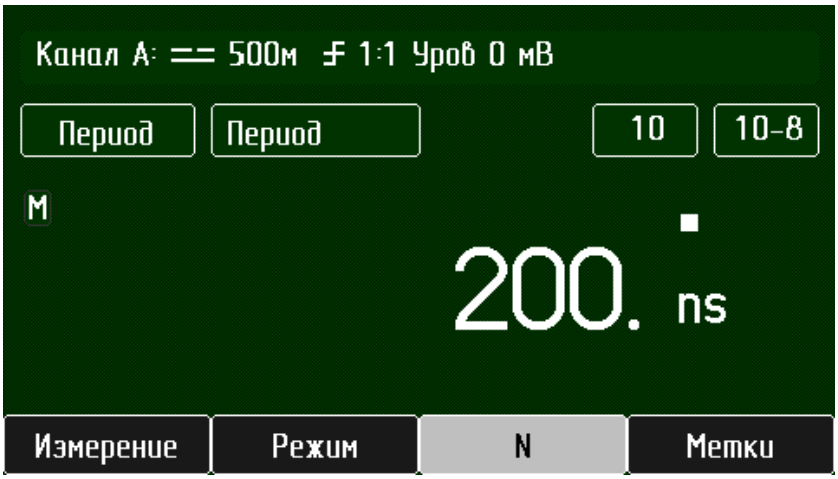


Рисунок 3.10 - Вид экрана при измерении периода

3.5 Измерение длительности импульсов

3.5.1 Измерение длительности импульсов по входу А (В) - режим "nΔt"

3.5.1.1 Нажатием кнопки ″**КАНАЛ**″ осуществите выбор входа А или В.

3.5.1.2 Установите требуемые параметры канала: входное сопротивление, связь с источником сигнала, входной делитель, ФНЧ по аналогии с режимом измерения частоты (3.3.1.2), полярность в соответствии с полярностью входного импульсного сигнала.

3.5.1.3 Нажмите кнопку ″**РЕЖИМ**″. В открывшемся меню установите:

- ″**Измерение**″ - параметр измерения ″Длит.″ (рисунок 3.11);
- ″**Режим**″ - режим измерения ″ndt ″;
- ″**Метки**″ - период меток времени одним из значений 10^{-8}; 10^{-7}; 10^{-6}; 10^{-5}; 10^{-4}; 10^{-3} с в зависимости от длительности измеряемых импульсов.

3.5.1.4 Подключите источник сигнала к выбранному входу А (В) частотомера.

3.5.1.5 Установите уровень запуска. Произведите отсчет результата измерения.

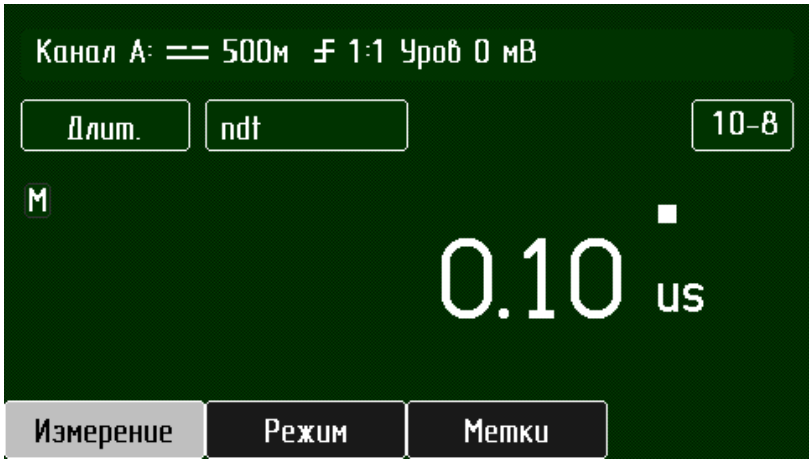


Рисунок 3.11 – Вид экрана при установке измерения длительности сигнала

3.5.2 Измерение длительности импульсов по входу А (В) - режим "nΔt/1нс"

Данный режим измерения ("nΔt/1нс") обеспечивает измерения длительностей импульсов с дискретностью 1 нс в диапазоне от 20 до 400 нс.

3.5.2.1 Нажатием кнопки ″**КАНАЛ**″ осуществите выбор входа А или В.

В меню ″**КАНАЛ**″ установите требуемые параметры канала (см.3.5.1.2).

3.5.2.2 Нажмите кнопку ″**РЕЖИМ**″. В открывшемся меню установите:

- ″**Измерение**″ - параметр измерения ″Длит.″;
- ″**Режим**″ - режим измерения ″ndt/1нс″ (рисунок 3.12).

Подключите источник измеряемых импульсов к входу А (В).

Установите уровень запуска равный половине размаха сигнала. Произведите отсчет результата измерения.



Рисунок 3.12 – Вид экрана при измерении длительности в режиме ″nΔt/1нс”

3.6 Измерение интервалов времени

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

3.6.2 Установите необходимые входное сопротивление, связь с источником сигнала, входной делитель, полярность входного сигнала для входов каналов А и В.

Установите уровень запуска для каналов А и В.

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

3.6.4 Подключите источники сигналов к соответствующим входам А, В частотомера.

3.6.5 Нажмите кнопку "**РЕЖИМ**". В открывшемся меню установите:

- "**Измерение**" - параметр измерения "Длит.";
- "**Режим**" - режим измерения "Интервал" (рисунок 3.13);
- "**Метки**" - период меток времени одним из значений 10^{-8}; 10^{-7}; 10^{-6}; 10^{-5}; 10^{-4}; 10^{-3} с в зависимости от длительности измеряемого интервала времени.

Произведите отсчет результата измерения.

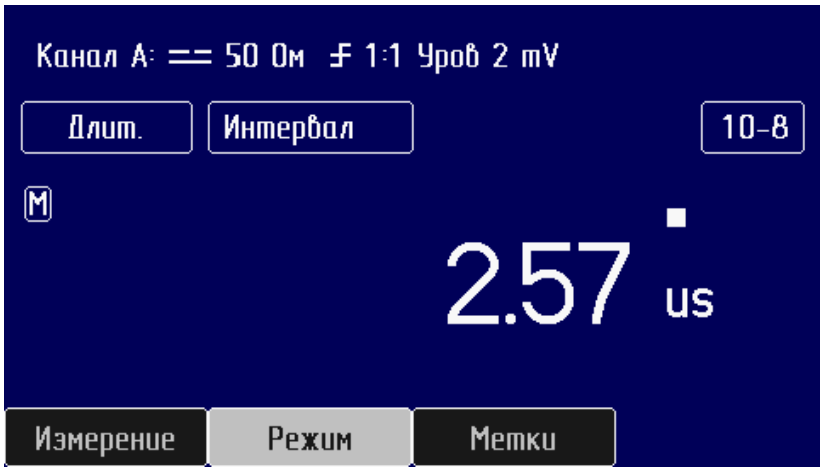


Рисунок 3.13 – Вид экрана при измерении интервалов времени

3.7 Измерение отношения частот

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

3.7.2 Нажмите кнопку "**РЕЖИМ**". В открывшемся меню установите:

- "**Измерение**" - параметр измерения "Частота";
- "**Режим**" - режим измерения "f(A)/f(B), f(B)/f(A), f(C)/f(A) или f(C)/f(B)" (рисунок 3.14);
- "**N**" - число периодов для сигнала в делителе отношения в зависимости от требуемой точности измерения.

Примечание – Другие режимы измерения отношения частот приведены в 3.9.

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

Произведите отсчет результата измерения.

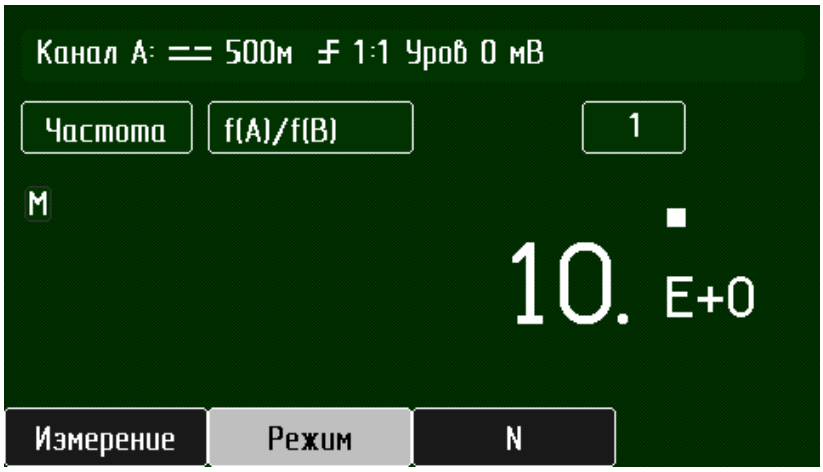


Рисунок 3.14 – Вид экрана для режима измерения отношения частот

3.8 Счет импульсов

Частотомер обеспечивает следующие режимы счета импульсов:

- "**A** (τ**B**)" - счет импульсов по входу **A** за время длительности импульсов по входу **B**;
- "**B** (τ**A**)" - счет импульсов по входу **B** за время длительности импульсов по входу **A**;
- "**A** (**TB**)" - счет импульсов по входу **A** за время периода импульсов по входу **B**;
- "**B** (**TA**)" - счет импульсов по входу **B** за время периода импульсов по входу **A**;
- "**C** (τ**A**)" - счет импульсов по входу **C** за время длительности импульсов по входу **A**;
- "**C** (τ**B**)" - счет импульсов по входу **C** за время длительности импульсов по входу **B**;
- "**C** (**TA**)" - счет импульсов по входу **C** за время периода импульсов по входу **A**;
- "**C** (**TB**)" - счет импульсов по входу **C** за время периода импульсов по входу **B**.

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

3.8.1.1 Установите необходимые входное сопротивление, связь с источником сигнала, входной делитель, полярность и уровень запуска в соответствии с полярностью входного импульсного сигнала.

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

3.8.1.3 Нажмите кнопку ″**РЕЖИМ**″. В открывшемся меню установите:

- ″**Измерение**″ - параметр измерения ″Сч. имп.″;
- ″**Режим**″ - режим измерения "A (TB)","B (TA)", "C (TA)" или "C (TB)" (рисунок 3.15);
- ″**N**″ - число усредняемых периодов одним из значений 1; 10; 100; 1 К; 10 К; 100 К.

Произведите отсчет результата измерения.

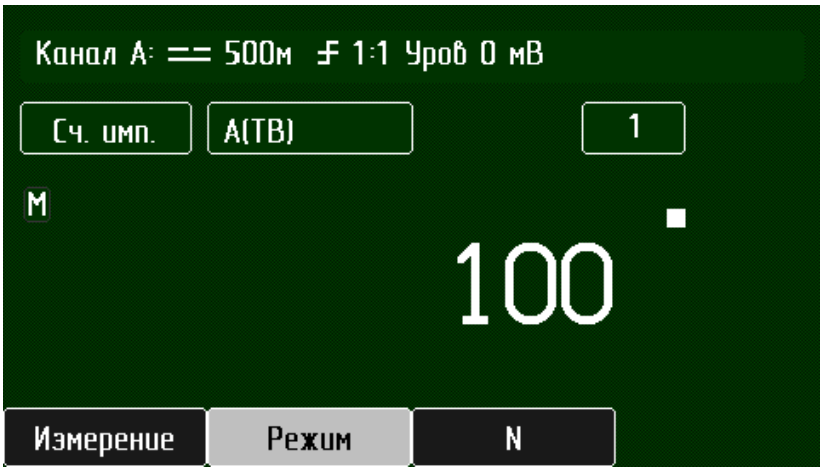


Рисунок 3.15 – Вид экрана для режима счета импульсов за период сигнала

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

3.8.2.1 Установите необходимые входное сопротивление, связь с источником сигнала, входной делитель, полярность и уровень запуска в соответствии с полярностью входного импульсного сигнала для входов A и B.

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

3.8.2.3 Нажмите кнопку ″**РЕЖИМ**″. В открывшемся меню установите:

- ″**Измерение**″ - параметр измерения ″Сч. имп.″;
- ″**Режим**″ - режим измерения "A (τB)","B (τA)", "C (τA)" или "C (τB) (рисунок 3.16).

Произведите отсчет результата измерения.

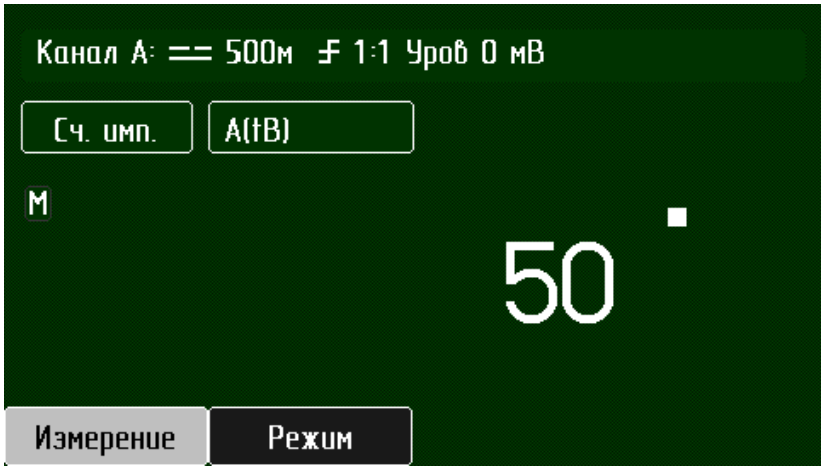


Рисунок 3.16 – Вид экрана для режима счета импульсов за длительность сигнала

3.8.3 Счет импульсов по входу А (В) за интервал времени 60 с (режим "Тахометра")

3.8.3.1 Кнопкой ″**КАНАЛ**″ осуществите выбор входа А или В.

3.8.3.2 Установите необходимые входное сопротивление, связь с источником сигнала, входной делитель, полярность и уровень запуска в соответствии с полярностью входного импульсного сигнала для входа А (В).

3.8.3.3 Подключите источник сигнала к выбранному входу А (В) частотомера.

3.8.3.4 Нажмите кнопку ″**РЕЖИМ**″. В открывшемся меню установите:

- ″**Измерение**″ - параметр измерения ″Частота″;
- ″**Режим**″ - режим измерения "Тахометр" (рисунок 3.17).

Произведите отсчет результата измерения.

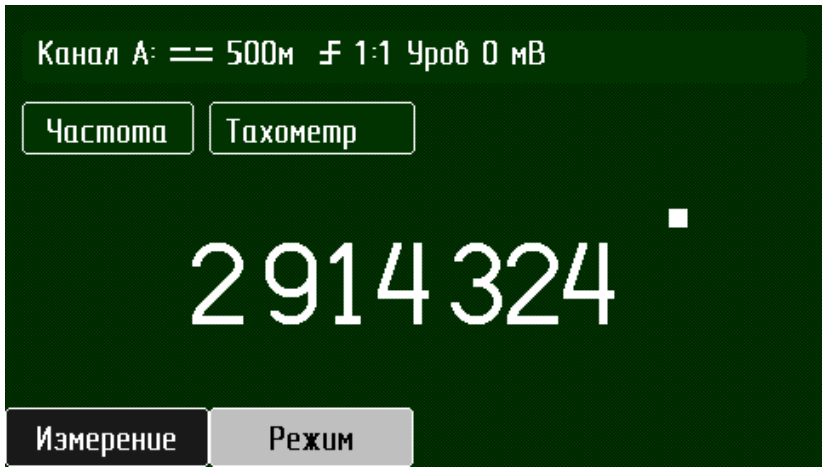


Рисунок 3.17 – Вид экрана для режима "Тахометр"

3.9 Функции частотомера

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

3.9.1 Определение коэффициента заполнения - режим ″Коэфф. зап″

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

3.9.1.1 Кнопкой ″**КАНАЛ**″ осуществите выбор входа А или В.

3.9.1.2 Установите необходимые входное сопротивление, связь с источником сигнала, входной делитель, полярность и уровень запуска в соответствии с полярностью входного импульсного сигнала для входа А (В).

3.9.1.3 Нажмите кнопку ″**РЕЖИМ**″. В открывшемся меню установите:

- ″**Измерение**″ - параметр измерения ″Длит.″;
- ″**Режим**″ - режим измерения ″Коэфф. зап″ (рисунок 3.18);
- ″**Метки**″ - период меток времени одним из значений 10^{-8}; 10^{-7}; 10^{-6}; 10^{-5}; 10^{-4}; 10^{-3} с.

3.9.1.4 Подключите источник сигнала к выбранному входу А (В) частотомера. Произведите отсчет результата измерения.



Рисунок 3.18 – Вид экрана для режима "Коэфф. зап"

3.9.2 Определение разности фаз – режим "Фаза"

В этом режиме частотомер вычисляет разность фаз по результатам измерения периода и временного сдвига сигналов в каналах А и В.

3.9.2.1 Установите необходимые входное сопротивление, связь с источником сигнала, входной делитель, полярность и уровень запуска в соответствии с полярностью измеряемых импульсов для входов А, В.

3.9.2.2 Кнопкой ″**КАНАЛ**″ выберите канал, относительно которого будет вычисляться фаза.

3.9.2.3 Подключите источник сигнала к выбранному входу А (В) частотомера.

3.9.2.4 Нажмите кнопку ″**РЕЖИМ**″. В открывшемся меню установите:

- ″**Измерение**″ - параметр измерения ″Длит.″;
- ″**Режим**″ - режим измерения ″**Фаза**″ (рисунок 3.19);
- ″**Метки**″ - период меток времени одним из значений 10^{-8}; 10^{-7}; 10^{-6}; 10^{-5}; 10^{-4}; 10^{-3} с.

Произведите отсчет результата измерения.



Рисунок 3.19 – Вид экрана для режима "Фаза"

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

В этом режиме частотомер вычисляет отношение частот по результатам измерения частоты по каналам А (В) и С.

3.9.3.1 Установите необходимое входное сопротивление, связь с источником сигнала, входной делитель, уровень запуска для входа А (В).

3.9.3.2 Кнопкой ″**КАНАЛ**″ осуществите выбор входа А (В).

3.9.3.3 Нажмите кнопку ″**РЕЖИМ**″. В открывшемся меню установите:

- ″**Измерение**″ - параметр измерения "Частота″;
- ″**Режим**″ - режим измерения "f(A)/f(C)" ("f(B)/f(C)") (рисунок 3.20);
- ″**Время**″ - время счета, обеспечивающее требуемую точность измерений.

Произведите отсчет результата измерения.



Рисунок 3.20 – Вид экрана для режимов измерения "f(A)/f(C), f(B)/f(C)"

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

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

3.9.4.1 Кнопкой ″**КАНАЛ**″ осуществите выбор входа А (В).

3.9.4.2 Установите необходимые входное сопротивление, связь с источником сигнала, входной делитель, время счета, метки времени, уровень запуска для входа А (В).

3.9.4.3 Нажмите кнопку "**РЕЖИМ**". В открывшемся меню установите:

- "**Измерение**" - параметр измерения "Частота";
- "**Режим**" - режим измерения "f = 1/T" (рисунок 3.21);
- "**N**" - число усредняемых периодов одним из значений 1; 10; 100; 1 К; 10 К; 100 К;
- "**Метки**" - 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.

Произведите отсчет результата измерения.

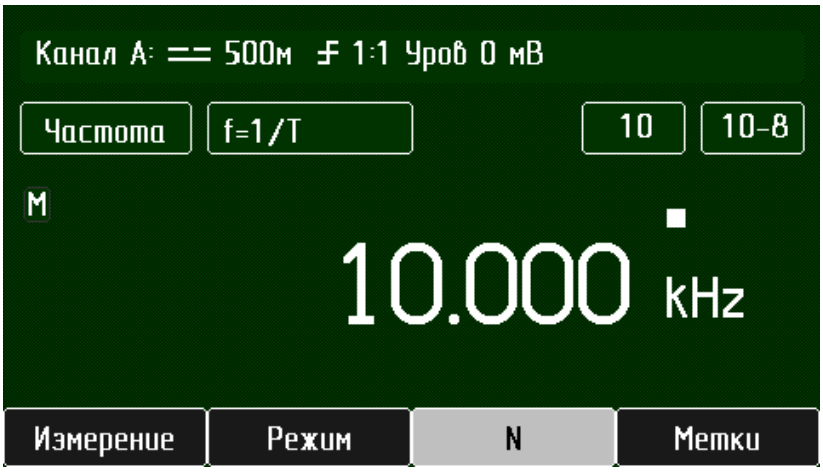


Рисунок 3.21 – Вид экрана для режима "f = 1/T"

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

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

3.9.5.1 Кнопкой "**КАНАЛ**" осуществите выбор входа А (В).

3.9.5.2 Установите необходимые входное сопротивление, связь с источником сигнала, входной делитель, уровень запуска для входа А (В).

3.9.5.3 Нажмите кнопку "**РЕЖИМ**". В открывшемся меню установите:

- "**Измерение**" - параметр измерения "Период";
- "**Режим**" - режим измерения "T = 1/f" (рисунок 3.22);
- "**Время**" - время счета, обеспечивающее требуемую точность измерений.

Произведите отсчет результата измерения.

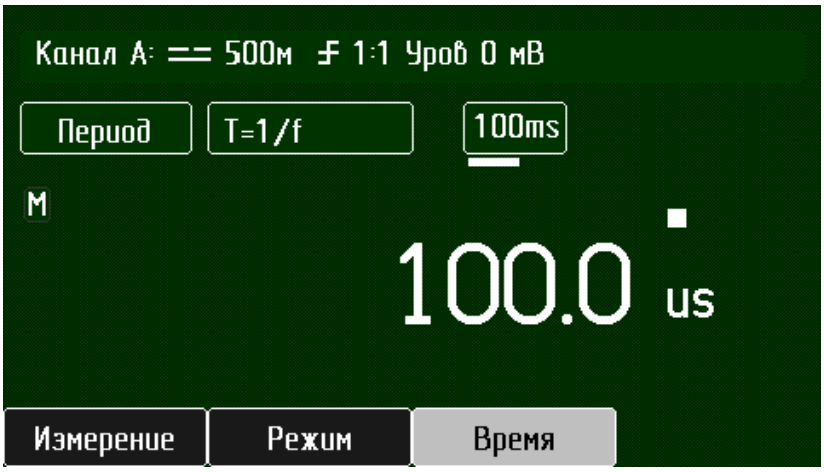


Рисунок 3.22 – Вид экрана для режима "T=1/f"

3.9.6 Определение относительного отклонения частоты сигнала относительно частоты опорного генератора прибора

В этом режиме частотомер используется в качестве компаратора. Сравнивается частота сигнала, подаваемого на вход канала А, с частотой сигнала внутреннего или внешнего опорного генератора.

3.9.6.1 Кнопкой "**КАНАЛ**" выберите канал А.

Установите необходимые входное сопротивление, связь с источником сигнала, входной делитель, уровень запуска для входа канала А.

3.9.6.2 Нажмите кнопку "**РЕЖИМ**". В открывшемся меню установите:

- "**Измерение**" - параметр измерения "Частота";
- "**Режим**" - режим измерения "Компаратор" (рисунок 3.23);
- "**Время изм.**" - время измерения 1 или 10 с.

Произведите отсчет результата измерения.

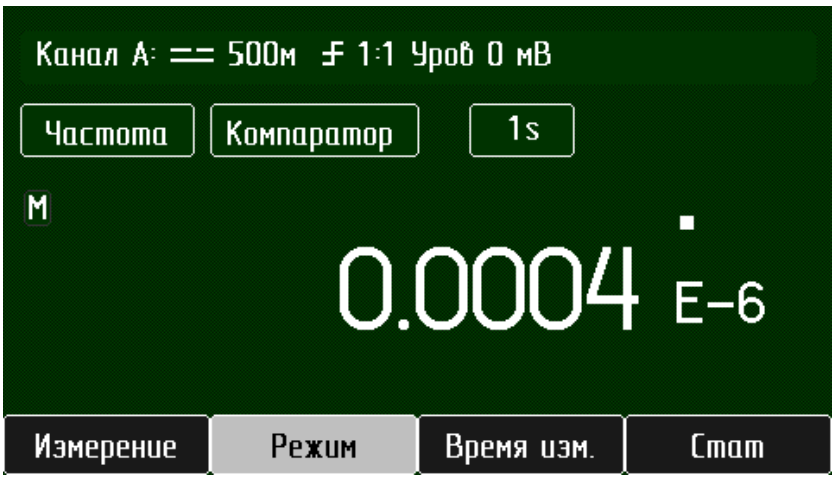


Рисунок 3.23 – Вид экрана для режима "Компаратор"

Результаты измерений могут быть отображены в виде графика при включении виртуальной кнопки "**Стат**" (рисунок 3.24):

- "**Очистить**" служит для инициализации отображения результатов измерений в графическом режиме.
- "**Выход**" обеспечивает выход из графического режима отображения.

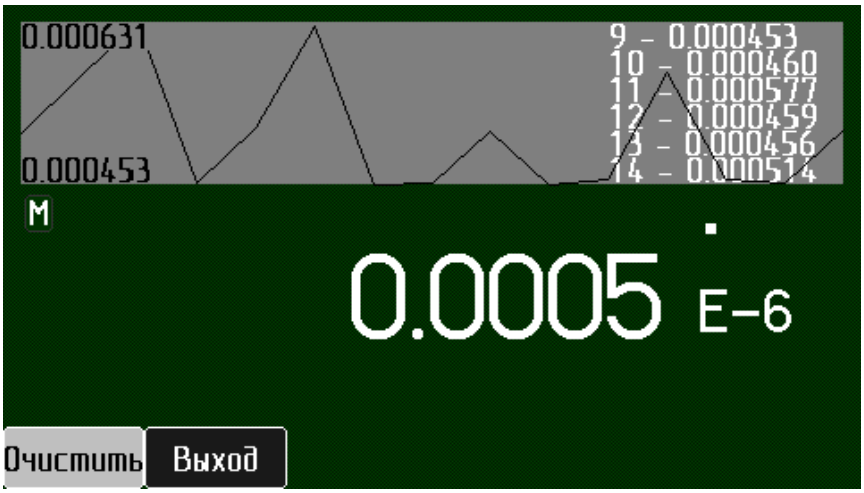


Рисунок 3.24 – Вид экрана при графическом отображении измеренных данных

Слева графической области отображаются максимальное и минимальное значения относительного отклонения частоты, в правой части отображаются текущие значения относительного отклонения частоты.

3.9.7 Работа частотомера в режиме синхронизации ″Holdoff″

Режим синхронизации "Holdoff" применяется при измерении частоты сигнала по каналам А и В. Блокировка повторного запуска компаратора позволяет получить устойчивые показания, когда сигнал искажен шумами.

3.9.7.1 Нажмите кнопку ″**РЕЖИМ**″. В открывшемся меню установите:

- ″**Измерение**″ - параметр измерения ″Частота″;
- ″**Режим**″ - режим измерения ″Частота″.

3.9.7.2 Нажатием кнопки ″**КАНАЛ**″ осуществите выбор входа А или В.

3.9.7.3 В меню параметров канала установите необходимые входное сопротивление, связь с источником сигнала, входной делитель, уровень запуска.

Выберите ″**Синхр**″, кнопкой энкодера выберите режим синхронизации ″Holdoff″ (рисунок 3.25).

3.9.7.4 Установите параметр ″**Метки**″ и ручкой энкодера время блокировки срабатывания компаратора - "Thold", чтобы выполнялось условие:

Tx > Thold = K* Tm > Tkomp,

где Tx – период измеряемой частоты сигнала;
K – значение счетчика, устанавливаемое ручкой энкодера;
Tm – период меток времени;
Tkomp – время переключения компаратора в устойчивое состояние.

Режим синхронизации ″Holdoff″ может быть использован также для измерения частоты пакета импульсов. Время блокировки срабатывания компаратора – "Thold" должно выбираться из условия

Tx > Thold = K* Tm > dlt,

где dlt - длительность пакета.

3.9.7.5 Для выхода из режима "Holdoff" повторно выберите параметр ″**Синхр**″.



Рисунок 3.25 – Вид экрана в режиме синхронизации ″Holdoff″

3.10 Работа частотомера в качестве источника опорной частоты

3.10.1 Сигнал опорной частоты 5 МГц снимается с разъема "⊖→ **5 MHz**", 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** ".

Установите на частотомере режим работы от внешнего источника опорной частоты – нажмите кнопку "**ИНДИКАЦИЯ**" в меню выберите "ОГ/**Внешний**".

Символ "**ОГ**" на экране дисплея отображает включение внешнего опорного генератора.

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

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

3.12 Работа в режиме однократного запуска

3.12.1 Установите режим однократного запуска – в меню "ИНДИКАЦИЯ/**ЗАП**" кнопкой "↵ " выберите режим запуска "Однократный".

3.12.2 На частотомере установите необходимый режим работы.

Подключите источник сигнала к выбранному входу.

3.12.3 Нажмите и отпустите кнопку энкодера. При этом частотомер выполнит однократное измерение. Произведите отсчет результата измерения (рисунок 3. 26).

3.12.4 Для выхода из режима однократных измерений в меню "ИНДИКАЦИЯ/**ЗАП**" кнопкой "↵ " выберите один из режимов - "Внутренний", "Внешний".

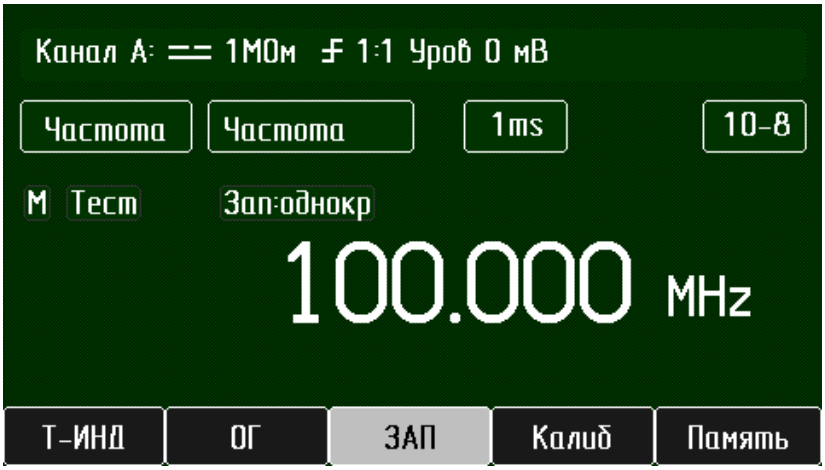


Рисунок 3.26 – Вид экрана при работе частотомера в режиме однократного запуска

3.13 Работа в режиме внешнего запуска

3.13.1 На частотомере установите режим внешнего запуска - в меню "ИНДИКАЦИЯ/**ЗАП**" кнопкой "↵ " выберите режим запуска "Внешний".

3.13.2 Подключите внешний источник синхронизации к входу " **5 MHz** " частотомера. Дальнейшие действия по управлению частотомером осуществляйте как при работе с внутренним источником запуска.

Для возврата в нормальный режим работы в меню выберите режим "ИНДИКАЦИЯ/ЗАП/**Внутренний**".

3.14 Работа частотомера с использованием интерфейса USB

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

На ПК с установленной ОС Microsoft Windows 7 (8.1) установите драйвер STM32 Virtual COM Port, версия не ниже 1.3.1.

Соедините разъем "⇿" частотомера с аналогичным разъемом ПК при помощи кабеля, входящего в комплект поставки частотомера.

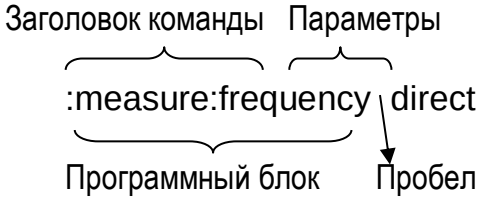
В Диспетчере устройств ПК должно появиться устройство STMicroelectronics Virtual COM Port.

После установки соединения по протоколу SCPI частотомер должен выдавать ответы на команды запроса и менять режимы работы командами управления. Информация о режимах, отображенная на экране частотомера и экране ПК, должна совпадать.

Команды управления частотомером приведены в таблице 3.8.

3.14.2 Частотомер может дистанционно программироваться путем программных посылок. Программные посылки состоят из последовательности командных блоков (команд или запросов). Команда (запрос) состоит из последовательности функциональных элементов, которые включают в себя разделители, заголовок команды, программные данные и символ окончания команды. Всё это пересылается в частотомер посредством системного интерфейса в кодах ASCII.

Пример программной посылки приведен ниже.



Прописные и строчные буквы не различаются.

Последовательность команд в строке может быть любой.

Программная посылка должна заканчиваться кодом $0D_{16}$ или $0A_{16}$.

3.14.3 Некоторые соглашения по синтаксису SCPI команд

3.14.3.1 Условные обозначения:

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.

… – три точки обозначают диапазон (пропущенные обязательные параметры);

[1…10] – выбор любого значения от 1 до 10;

? – символ означает запросную форму команды для такой команды прибор всегда возвращает ответ.

3.14.4 Описание команд

3.14.4.1 Команды частотомера и их описание приведены в таблице 3.8.

Таблица 3.8

Команда	Описание
Обязательные команды SCPI	
*IDN?	Выводит идентификационные данные прибора
*RST	Сброс режимов
Управление каналами	
:CHANNEL {A|B|C|D} :CHANNEL?	Установка текущего канала Запрос
:INPUT:COUPLE {AC|DC} :INPUT:COUPLE?	Установка входа выбранного канала A (B): AC - закрытый вход, DC - открытый вход Запрос
:INPUT:FILTER {ON|OFF} :INPUT:FILTER?	Включение (ON)/отключение (OFF) ФНЧ Запрос
:INPUT:IMPEDANCE {1MOHM|50OHM}	Установка входного сопротивления 1MOHM - 1 МОм, 50OHM - 50 Ом
:INPUT:DIVIDER {1|10} :INPUT:DIVIDER?	Отключение (1)/включение (10) входного делителя
Управление источником и режимами запуска измерений	
:INPUT:TRIGGER:SLOPE {RISE|FALL} :INPUT:TRIGGER:SLOPE?	Выбор вида синхронизации: RISE – фронт, FALL - срез
:INPUT:TRIGGER:LEVEL [-800...800]	Установка уровня синхронизации
:INPUT:TRIGGER:AUTO	Автоматическая установка уровня синхронизации
:INPUT:REFGENERATOR {INT|EXT}	Выбор опорного генератора: INT – встроенный, EXT - внешний
Установка параметров измерения	
:SET:TIMEMEASURE {1MS|10 MS|100MS|1S|10S|100S} :SET:TIMEMEASURE?	Выбор времени счета
:SET:N {1|10|100|1K|10K|100K}	Выбор числа усредняемых периодов
:SET:TIMELABELS {10-3|10-4|10-5|10-6|10-7|10-8} SET:TIMELABELS?	Выбор периода меток времени
Выбор режима измерения	
:MEASURE:CURRENT?	Запрос текущего режима измерения
:MEASURE:FREQUENCY {DIRECT|1/T|A/B|A/C|B/A|B/C|C/A|C/B| TACHOMETER|COMPARATOR}	Выбор режима измерения: частота, определение частоты через период, отношение частот, тахометр, компаратор
:MEASURE:PERIOD {DIRECT|1/F}	Выбор режима измерения периода: DIRECT - период, 1/F - определение периода через частоту
:MEASURE:DURATION {DIRECT|NDT/1NS|INTERVAL| FILLFACTOR|PHASE}	Выбор режима измерения длительности: DIRECT – длительность «Δnt», NDT/1NS - «Δnt/1нс», INTERVAL - интервал, FILLFACTOR – коэффициент заполнения, PHASE - фаза

Продолжение таблицы 3.8

Команда	Описание
:MEASURE:CNT {A(DB)|A(TB)|B(DA)|B(TA)|C(DA)|C(DB)|C(TA)|C(TB)|HAND}	Выбор режима счета числа импульсов
Команды управления частотомером	
:DATA:VALUE?	Запрос измеренного значения
:DATA:MODE {AUTO|HAND}	Выбор режима вывода результатов измерения
:DATA:ARRAY [1…100]	Запрос количества измеренных значений
Прочие команды	
:REGULATOR:ROTATE {LEFT|RIGHT}	Поворот ручки энкодера влево/вправо
:KEY:PRESS {REG|MODE|INDICATION|LEFT|RIGHT|CHANNEL|ENTER|SERVICE|TEST|AUTO}	Имитация нажатия соответствующей кнопки на частотомере
*TEST	Переключение режима тест

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 3.1.5.

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.

Примечание – Частотомер предъявляется на поверку с обязательной записью значения калибровочного числа в РЭ (свидетельстве о поверке).

Поверка частотомера проводится не реже одного раза в 12 мес по Методике поверки МРБ МП. 3156-2021, отметка о поверке заносится в таблицу 12.1 РЭ.

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

5 Текущий ремонт

5.1 Текущий ремонт частотомера осуществляет изготовитель или специализированные организации, имеющие право 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 экране	1 Неисправен шнур сетевой	Заменить
	2 Неисправны вставки плавкие	Заменить
	3 Неисправен переключатель "СЕТЬ"	Направить в ремонт
	4 Неисправен источник питания	Направить в ремонт
Отсутствуют измерения 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	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 СИ	Проверить СИ
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 экране могут появляться сообщения об ошибках, что свидетельствует о неправильной работе частотомера, либо неправильных действиях оператора.

5.4 При проведении ремонта необходимо соблюдать меры безопасности и указания по мерам безопасности, приведенные в 2.1 настоящего РЭ, в эксплуатационной документации на СИ и оборудование.

При проведении ремонта необходимо соблюдать меры защиты полупроводниковых приборов и интегральных микросхем от воздействия статического электричества, от перегрева элементов при монтаже (демонтаже) и механических повреждений.

5.5 После ремонта частотомера провести поверку в установленном порядке.

6 Хранение

6.1 Частотомер до введения в эксплуатацию следует хранить на складе в упаковке изготовителя при температуре окружающего воздуха от плюс 5 ºС до плюс 40 ºС и относительной влажности воздуха не более 80 % при температуре плюс 25 ºС.

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

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 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 30 ºС до плюс 50 ºС;
- относительная влажность воздуха не более 90 % при температуре плюс 25 ºС;
- атмосферное давление от 60 до 106,7 кПа (от 450 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 оказывает вредного влияния на окружающую среду и не представляет опасности для жизни, здоровья людей и окружающей среды после окончания срока службы.

Утилизация производится в порядке, принятом у потребителя частотомера.

8.2 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 отсутствии данных о значении калибровочного числа, установленного при последней поверке;
- при нарушении правил эксплуатации, транспортирования и хранения.

9.3 Гарантийное и послегарантийное обслуживание частотомера осуществляется организациями согласно приложению Б.

Талоны на гарантийный ремонт частотомера приведены в приложении Б.

10 Свидетельство об упаковывании

10.1 Частотомер электронно-счетный Ч3-96/2 УШЯИ.411186.009, 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 Ч3-96/2 УШЯИ.411186.009, заводской номер _____ изготовлен и принят в соответствии с обязательными требованиями государственных стандартов, ТУ BY 100039847.173-2021 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 проведенной поверке и внеплановых работах по текущему ремонту частотомера при его эксплуатации, заносят в таблицу 12.1.

Поверку частотомера проводят в соответствии с Методикой поверки МРБ МП.3156-2021. 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 знака поверки)	Значение калибровочного числа

Приложение А

(обязательное)

Подстройка частоты встроенного опорного генератора

А.1 Подстройка частоты встроенного опорного генератора проводится с помощью эталонных средств измерений и по методу, приведенному в Методике поверки МРБ МП.3156-2021 ("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.

Эталонные 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") канала А (В);
- режим калибровки, для чего нажмите кнопку "**ИНДИКАЦИЯ**", а затем выберите в меню параметр "**Калибр**".

На частотомере должна высветиться надпись и калибровочное число, значение которого можно менять вращением ручки энкодера в диапазоне от 0 до 1023.

А.4 Установите значение частоты встроенного опорного генератора с погрешностью в пределах $\pm 2 \cdot 10^{-9}$, изменяя калибровочное число вращая ручку энкодера.

Сохраните установленное (новое) значение калибровочного числа, нажав кнопку энкодера, 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

Талон № 1

на гарантийный ремонт **частотомера электронно-счетного Ч3-96/2**

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
ремонтной организацией: _____

Печать руководителя
ремонтной организации _____ _____
дата подпись

Корешок талона №1
на гарантийный ремонт **частотомера Ч3-96/2**
Изъят _____ дата _____ должность, ФИО, подпись
линия отреза

.....

Талон № 2

на гарантийный ремонт **частотомера электронно-счетного Ч3-96/2**

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
ремонтной организацией: _____

Печать руководителя
ремонтной организации _____ _____
дата подпись

Корешок талона №2
на гарантийный ремонт **частотомера Ч3-96/2**
Изъят _____ дата _____ должность, ФИО, подпись
линия отреза

ЗАКАЗАТЬ