

**ИЗМЕРИТЕЛЬ ВРЕМЕННЫХ ИНТЕРВАЛОВ  
В-471**

**РУКОВОДСТВО ПО ЭКСПЛУАТАЦИИ**

**ФДБИ.106.00.00.00 РЭ**

## СОДЕРЖАНИЕ

1 ОПИСАНИЕ И РАБОТА ИЗМЕРИТЕЛЯ.....	3
1.1 НАЗНАЧЕНИЕ .....	3
1.2 ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ.....	3
1.3 СОСТАВ ИЗМЕРИТЕЛЯ.....	5
1.4 УСТРОЙСТВО И РАБОТА .....	5
1.5 МАРКИРОВКА И ПЛОМБИРОВАНИЕ.....	9
1.6 УПАКОВКА .....	9
2 ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПО НАЗНАЧЕНИЮ.....	10
2.1 ПОДГОТОВКА К ИСПОЛЬЗОВАНИЮ.....	10
2.2 ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ИЗМЕРИТЕЛЯ.....	14
2.3 ДЕЙСТВИЯ В ЭКСТРЕМАЛЬНЫХ УСЛОВИЯХ.....	19
3 ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ.....	19
4 ТЕКУЩИЙ РЕМОНТ ИЗМЕРИТЕЛЯ.....	21
5 ТРАНСПОРТИРОВАНИЕ И ХРАНЕНИЕ .....	21
6 УТИЛИЗАЦИЯ .....	22
7 ГАРАНТИИ ИЗГОТОВИТЕЛЯ.....	22

Руководство по эксплуатации (далее РЭ) предназначено для ознакомления с техническими данными и возможностями измерителя временных интервалов В-471 (далее измерителя), порядком работы и обслуживания с целью правильной его эксплуатации.

РЭ должно постоянно находиться рядом с измерителем. Перед началом эксплуатации измерителя необходимо внимательно ознакомиться с содержанием настоящего документа.

Все записи в разделах, подлежащих заполнению, должны производиться шариковой ручкой или чернилами, отчетливо и аккуратно. Подчистки, пометки и незаверенные исправления не допускаются.

**ВНИМАНИЕ!** Для работы с измерителем необходимы навыки работы на компьютере с операционной системой Microsoft Windows 98/2000/XP.

## 1 ОПИСАНИЕ И РАБОТА ИЗМЕРИТЕЛЯ

### 1.1 НАЗНАЧЕНИЕ

Измеритель временных интервалов В-471 (далее измеритель) предназначен для измерения временных интервалов от 10 нс до 1000 с между импульсными сигналами положительной или отрицательной полярности амплитудой от 0,5 до 50 В и длительностью не менее 10 нс. Измеритель работает в режиме дистанционного управления через интерфейс USB персонального компьютера.

Области возможного использования измерителя – экспериментальные и производственные установки, требующие регистрации временных интервалов в потоке событий, а также наладка, контроль и ремонт измерительных приборов и устройств различного назначения.

Измеритель соответствует требованиям ГОСТ 22261-94.

Рабочие условия применения (эксплуатации):

- температура окружающего воздуха от 5 °С до 40 °С;
- относительная влажность 90 % при 25 °С;
- атмосферное давление от 70 кПа до 106,7 кПа (537–800 мм рт. ст.).

### 1.2 ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ

1.2.1 Измеритель обеспечивает измерение временных интервалов от 10 нс до 1000 с между импульсными сигналами положительной и отрицательной полярности при длительности импульсов не менее 10 нс.

1.2.2 Измеритель обеспечивает измерение импульсных сигналов амплитудой от 0,5 В до 50 В.

1.2.3 Измеритель обеспечивает установку уровня дискриминации входных сигналов в пределах:

- $\pm 4$  В при коэффициенте ослабления встроенного аттенюатора 1:1;
- $\pm 40$  В при коэффициенте ослабления встроенного аттенюатора 1:10.

1.2.4 Погрешность установки уровня дискриминации не превышает:

- $\pm 100$  мВ при коэффициенте ослабления встроенного аттенюатора 1:1;
- $\pm 1$  В при коэффициенте ослабления встроенного аттенюатора 1:10.

1.2.5 Входное сопротивление измерительных каналов – 1 МОм  $\pm$  50 кОм, входная емкость – не более 25 пФ.

1.2.6 Относительная погрешность коррекции (установки действительного значения) частоты встроенного опорного генератора – не более  $\pm 1 \cdot 10^{-7}$  относительно номинального значения частоты опорного генератора, равного 10 МГц.

1.2.7 Пределы коррекции частоты встроенного опорного генератора при выпуске измерителя – не менее  $\pm 1 \cdot 10^{-5}$  относительно номинального значения частоты 10 МГц.

1.2.8 Относительная погрешность по частоте встроенного опорного генератора ( $d_0$ ) по истечении времени установления рабочего режима, равного 1 час, не выходит за пределы  $\pm 1 \cdot 10^{-6}$  за 12 месяцев (интервал 12 месяцев отсчитывается с момента установки действительного значения частоты встроенного опорного генератора  $\pm 1 \cdot 10^{-7}$ ).

1.2.9 Относительное изменение частоты встроенного опорного генератора в диапазоне рабочих температур при изменении температуры на  $1^{\circ}\text{C}$  – не более  $5 \cdot 10^{-8}/^{\circ}\text{C}$ .

1.2.10 Абсолютная погрешность измерения временных интервалов ( $\Delta t_x$ , с) не выходит за пределы значений, вычисляемых по формуле:

$$\Delta t_x = \pm (d_O |t_x + \Delta t_{РАЗР} + \Delta t_{УР} + \Delta t_{ЗАП}), \quad (1.1)$$

где  $d_O$  – относительная погрешность по частоте опорного генератора;

$t_x$  – длительность измеряемого временного интервала, с;

$\Delta t_{РАЗР}$  – разрешающая способность измерителя –  $2,5 \cdot 10^{-9}$  с;

$\Delta t_{УР}$  – составляющая погрешности измерения, обусловленная погрешностью установки уровней дискриминации, с;

$\Delta t_{ЗАП}$  – погрешность запуска из-за наличия шумов во входных сигналах, с.

Погрешность, обусловленная погрешностью установки уровней дискриминации,  $\Delta t_{УР}$ , не превышает значений, вычисляемых по формуле:

$$\Delta t_{УР} = \frac{\Delta U_{УР1}}{S_1} + \frac{\Delta U_{УР2}}{S_2}, \quad (1.2)$$

где  $\Delta U_{УР1,2}$  – погрешность установки уровней дискриминации каналов «Старт» и «Стоп» с учетом положения входных аттенюаторов;

$S_{1,2}$  – значения крутизны стартового и стопового сигнала, В/с.

Погрешность запуска не превышает значений, вычисляемых по формуле:

$$\Delta t_{ЗАП} = \Delta t_{ЗАП1} + \Delta t_{ЗАП2}, \quad (1.3)$$

где  $t_{ЗАП1,2}$  – погрешности запуска из-за наличия помех в каналах «Старт» и «Стоп», вычисляемые по формуле:

$$\Delta t_{ЗАП1,2} = \frac{U_{П1,2} + 3 \cdot 10^{-3} K_{АТТ1,2}}{S_{1,2}}, \quad (1.4)$$

где  $U_{П1,2}$  – пиковые значения помехи входных сигналов каналов «Старт» и «Стоп», В;

$K_{АТТ1,2}$  – коэффициенты ослабления аттенюаторов каналов «Старт» и «Стоп»;

$S_{1,2}$  – значения крутизны стартового и стопового сигнала в точке запуска, В/с.

1.2.11 Измеритель обеспечивает технические характеристики, указанные в 1.2.4, 1.2.6, 1.2.8–1.2.10, по истечении времени установления рабочего режима, равного 1 час.

1.2.12 Измеритель допускает непрерывную работу в рабочих условиях применения в течение 16 часов при сохранении своих технических характеристик в пределах норм, установленных ТУ.

1.2.13 Измеритель сохраняет свои технические характеристики в пределах норм, установленных ТУ, при питании его от сети переменного тока напряжением  $(230 \pm 23)$  В, частотой  $(50 \pm 1)$  Гц.

1.2.14 Мощность, потребляемая измерителем от сети питания, – не более 20 В·А.

1.2.15 Измеритель устойчив к воздействию следующих внешних помех:

- к радиочастотным электромагнитным помехам в полосе частот 80–1000 МГц по СТБ ГОСТ Р 51317.4.3, степень жесткости 2, критерий функционирования А;
- к электростатическим разрядам по уровню испытательного воздействия 2 СТБ МЭК 61000-4-2, критерий качества функционирования С;
- к наносекундным импульсным помехам по уровню испытательного воздействия 2 СТБ МЭК 61000-4-4, критерий качества функционирования В;
- к микросекундным помехам большой энергии по второму классу условий эксплуатации СТБ МЭК 61000-4-5. Критерий качества функционирования В;
- к динамическим изменениям напряжения сети электропитания по второму классу СТБ МЭК 61000-4-11, критерий качества функционирования С.

1.2.16 Измеритель обеспечивает следующие параметры надежности:

- средняя наработка на отказ – не менее 10000 часов;
- срок службы – не менее 6 лет;
- среднее время восстановления работоспособности – не более 3 часов.

1.2.17 Масса измерителя – не более 1,5 кг.

1.2.18 Габаритные размеры измерителя – не более 195×115×45 мм.

1.2.19 Сведения о содержании драгоценных и цветных металлов в измерителе приведены в таблице 1.1.

Таблица 1.1

золото, г	серебро, г	платина, г	палладий, г
0,0097507	0,8498674	0,0334000	0,0584000

### 1.3 СОСТАВ ИЗМЕРИТЕЛЯ

1.3.1 Измеритель поставляется в комплекте, указанном в таблице 1.2.

Таблица 1.2

НАИМЕНОВАНИЕ	ОБОЗНАЧЕНИЕ	Количество	Примечание
Измеритель временных интервалов В-471	ФДБИ 106.00.00.00	1	–
Блок питания	ES18E05-P1J	1	или аналогичный
Интерфейсный кабель USB 2.0	SCUAB-1	1	или аналогичный
Программное обеспечение для управления измерителем	ФДБИ 106.00.00.00ПО	1	инсталляционный диск
Компьютер (персональная электронно-вычислительная машина)	–	1	поставляется по отдельному заказу
Руководство по эксплуатации	ФДБИ 106.00.00.00РЭ	1	–
Методика поверки	МРБ МП 1680-2007	1	–
Коробка	ФДБИ 106.30.00.20	1	потребительская упаковка

### 1.4 УСТРОЙСТВО И РАБОТА

Работа измерителя основана на счетно-импульсном принципе, заключающемся в подсчете количества импульсов рабочей частоты в течение измеряемого временного интервала.

Измеритель выполнен в корпусе, состоящем из пластикового кожуха и металлических передней и задней панелей.

На передней панели расположены входные измерительные разъемы «⊕ I» и «⊕ II», выход калибратора «⊖ K», соответствующие им индикаторные светодиоды (зеленые), а также индикатор питания (красный).

На задней панели расположены вспомогательные разъемы синхронизации «⊕ СИНХР» и «⊖ СИНХР», разъем для подключения интерфейсного кабеля и разъем для подключения блока питания.

Измеритель не имеет выключателя питания, функции включения и выключения измерителя возложены на программное обеспечение. После запуска программного обеспечения происходит включение измерителя, после завершения работы программы измерительная часть отключается от источника питания. После окончания работы с измерителем необходимо отключить блок питания измерителя от питающей сети ~220 В.

Структурная схема измерителя изображена на рисунке 1.1.

Измеритель состоит из двух идентичных аналоговых трактов, блока опорного генератора, калибратора, блока управления и синхронизации и блока интерфейса с компьютером, состав и описание которых приведено ниже.

Аналоговый тракт состоит из следующих программно-управляемых блоков:

- коммутатор сигналов (калибратор / вход);
- аттенуатор (1:1 / 1:10);
- дискриминатор (блок формирования уровня дискриминации и компаратор).

Аналоговый тракт выполняет функции ограничителя входных сигналов и формирует цифровой сигнал превышения установленного уровня дискриминации.

Блок опорного генератора состоит из кварцевого генератора, управляемого напряжением и цифроаналогового преобразователя, формирующего управляющее напряжение.

Калибратор состоит из блока задания двух калиброванных уровней, схемы их переключения с выбранной частотой и скважностью и предназначен для проверки работоспособности измерителя.

Блок управления и синхронизации состоит из двух одинаковых измерительных каналов с независимым управлением, блока умножения опорной частоты, управляемого делителя частоты и управляющих регистров.

Измерительный канал состоит из:

- селектора событий, осуществляющего выбор источника и полярности сигнала;
- схемы счета и фиксации событий (стоповых);
- оперативного запоминающего устройства, где хранятся данные измерения.

Блок умножения частоты осуществляет преобразование частоты выбранного опорного генератора (внутреннего / внешнего) в рабочую частоту измерителя.

Управляемый делитель частоты осуществляет деление рабочей частоты и формирует сигнал, выдаваемый на выходной разъем синхронизации.

Блок интерфейса с компьютером реализует протокол передачи данных USB 2.0 и позволяет устанавливать режим работы измерителя, контролировать ход измерения и осуществлять передачу измерительных данных в компьютер.

**ВНИМАНИЕ!** Все входы и выходы измерителя за исключением разъемов для подключения интерфейсного кабеля и блока питания имеют два уровня защиты от перенапряжения. Первый уровень (пассивная защита) построен по резистивно-диодной схеме и ограничивает входной сигнал в пределах рабочего диапазона напряжений. На втором уровне (активная защита) применен газовый разрядник, который предохраняет входную часть измерителя от пробоя при электростатическом разряде или выходе уровня входного сигнала за пределы диапазона  $\pm(90 \text{ В} \pm 10\%)$ .

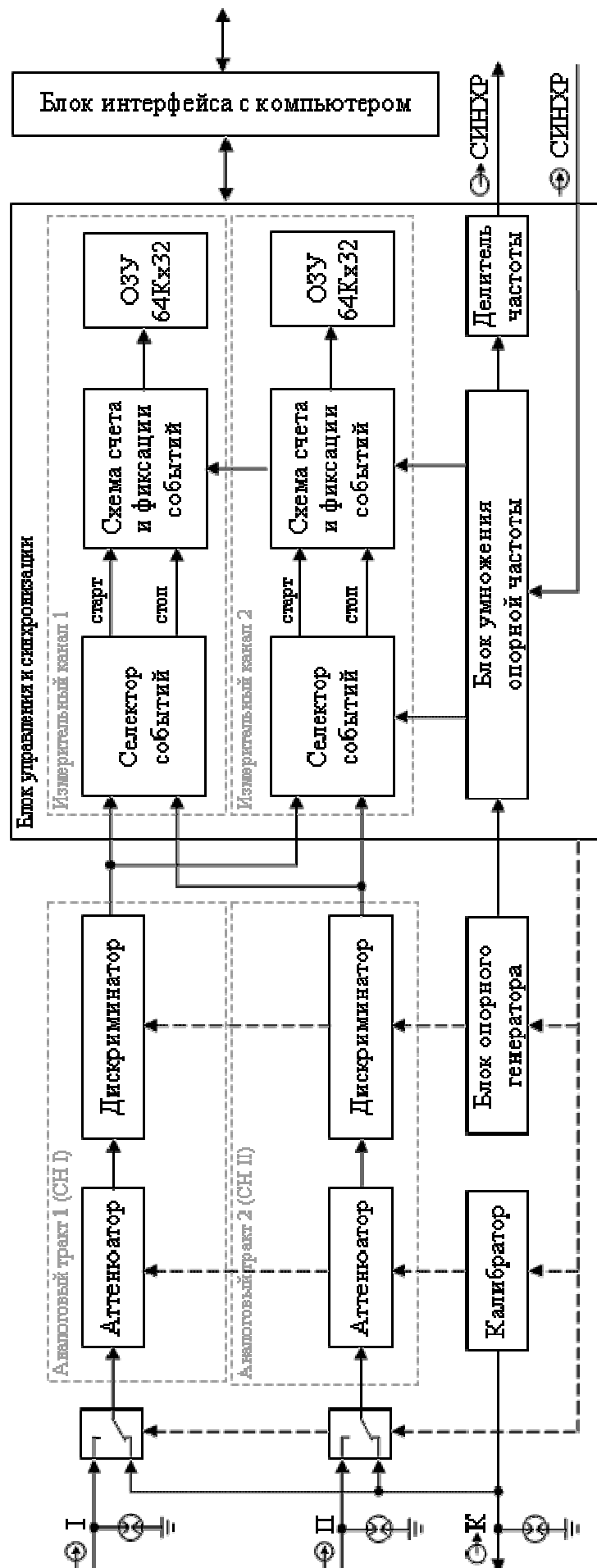


Рисунок 1.1 – Структурная схема измерителя

Принцип работы измерителя следующий. Входные сигналы с разъемов «⊕ I» и «⊕ II» поступают через реле на входы аналоговых трактов «СН I» и «СН II». Основным элементом аналогового тракта – дискриминатор. Он производит сравнение входного сигнала, ослабленного attenuатором, с установленным уровнем дискриминации и формирует цифровой логический сигнал его превышения. Уровень дискриминации (приведенный к входу) может быть установлен в диапазоне  $\pm 4$  В в положении attenuатора 1:1 и  $\pm 40$  В – в положении 1:10.

Выходные сигналы дискриминаторов одновременно поступают на селекторы событий двух измерительных каналов блока управления и синхронизации. Селектор событий работает синхронно с рабочей частотой измерителя и позволяет установить источник («СН I» или «СН II») и полярность («Г» или «Л») независимо для стартового и стопового событий.

Принцип функционирования схемы счета и фиксации событий показан на рисунке 1.2. Выходные сигналы селектора событий – «старт» и «стоп» – поступают на входы схемы счета и фиксации событий. Основным элементом схемы является счетчик импульсов рабочей частоты  $f_0$ , начинающий отсчет времени по стартовому событию. Каждое последующее стоповое событие сохраняет в ОЗУ текущее значение счетчика  $n_k$ , после чего обнуляет его. По достижении заданного числа зафиксированных событий или по истечении максимального времени измерения происходит остановка схемы счета и фиксации событий. Накопленные данные измерительного канала из ОЗУ пересылаются в компьютер под управлением программного обеспечения.

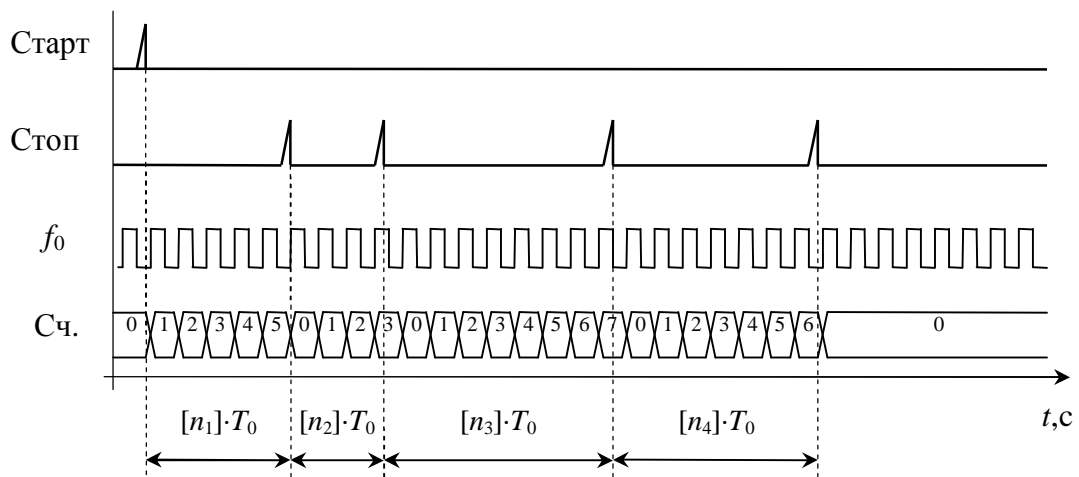


Рисунок 1.2 – Временная диаграмма работы измерителя

Встроенный термокомпенсированный опорный генератор, управляемый напряжением, вырабатывает сигнал частотой 10 МГц, который поступает на умножитель частоты блока управления и синхронизации. Выходной сигнал блока умножения частоты служит для задания меток времени схемы счета и регистрации событий, а также используется для синхронизации всей цифровой части измерителя. Рабочая частота с выхода управляемого делителя частоты может подаваться на выходной разъем «⊕ СИНХР».

В режиме автоматического самотестирования под управлением программного обеспечения входные реле подключают выходной сигнал калибратора частотой 1 кГц на входы аналоговых трактов, после чего производится ряд измерений с различными значениями амплитуды и смещения сигнала калибратора, разными положениями входных attenuаторов и уровней дискриминации аналоговых трактов. На основе анализа результатов самотестирования делается вывод о работоспособности измерителя.

Выходные сигналы дискриминаторов анализируются блоком управления и синхронизации и используются для индикации состояния дискриминаторов при помощи светодиодов, установленных рядом с входными разъемами «⊕ I» и «⊕ II» на лицевой панели измерителя. Светодиод, расположенный рядом с выходом «⊕ К», показывает текущее состояние калибратора.



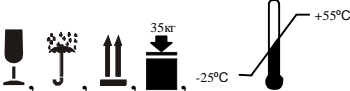
## 1.5 МАРКИРОВКА И ПЛОМБИРОВАНИЕ

1.5.1 Измеритель имеет следующую маркировку:

- на передней панели: наименование измерителя, товарный знак предприятия-изготовителя, знак Государственного реестра РБ, надписи, поясняющие назначение разъемов и индикаторных светодиодов;
- на задней панели: заводской номер и год изготовления, условное обозначение вида напряжения и номинального значения напряжения питающей сети, испытательное напряжение изоляции;
- клеят этикетку со знаком органа аккредитации, означающую проведение первичной поверки измерителя.

1.5.2 На потребительской упаковке (коробке) наносят следующие надписи и знаки:

- «ИЗМЕРИТЕЛЬ ВРЕМЕННЫХ ИНТЕРВАЛОВ В-471», заводской номер и год изготовления;
- масса брутто и нетто в килограммах;

- манипуляционные знаки:  .

1.5.3 Пломбирование измерителя и нанесение оттиска клейма поверителя производится силиконом или мастикой в углублениях для винтов в нижней панели корпуса. Пломбировка подлежит снятию только при вскрытии измерителя при его ремонте.

Нанесение клейма-наклейки поверителя производится на верхнюю панель корпуса измерителя.

## 1.6 УПАКОВКА

1.6.1 Распаковывание измерителя производить в следующей последовательности:

- удалить наклейку на торцевой части коробки, открыть коробку;
- вынуть из коробки руководство по эксплуатации, методику поверки и диск с программным обеспечением;
- извлечь измеритель, интерфейсный кабель и блок питания.

1.6.2 Для перевозок любым видом транспорта (кроме железнодорожного) мелкими отправлениями измеритель с принадлежностями и эксплуатационной документацией (РЭ) укладывают в картонную коробку, указанную в 1.3, которую затем оклеивают бумажной лентой или запаивают в полиэтиленовый пакет.

1.6.3 Масса грузового места измерителя – не более 2 кг, габаритные размеры грузового места измерителя в коробке – не более 230×210×70 мм.

Примечание – Масса и размеры измерителя приведены без учета массы и размера управляющей ПЭВМ (ПЭВМ поставляется по отдельному заказу, спецификация уточняется заказчиком).

## 2 ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПО НАЗНАЧЕНИЮ

### 2.1 ПОДГОТОВКА К ИСПОЛЬЗОВАНИЮ

#### 2.1.1 Меры безопасности

По требованиям безопасности измеритель соответствует ГОСТ 12.2.091. По степени защиты от поражения электрическим током измеритель относится к оборудованию класса II, категория монтажа (категория перенапряжения) – II, степень загрязнения 1.

Перед работой с измерителем необходимо изучить правила техники безопасности и пройти соответствующий инструктаж.

#### 2.1.2 Подготовка к работе

Перед началом эксплуатации провести внешний осмотр измерителя, для чего:

- проверить отсутствие механических повреждений на корпусе измерителя;
- проверить комплектность согласно 1.3;
- проверить чистоту гнезд, разъемов, клемм;
- проверить состояние соединительных проводов, кабелей, лакокрасочного покрытия, четкость маркировочных надписей;
- проверить отсутствие отсоединившихся или слабо закрепленных элементов внутри измерителя (определить на слух при наклонах измерителя).

Измеритель, имеющий дефекты, браковать и направлять в ремонт.

Приступая к работе с измерителем, необходимо внимательно изучить все разделы настоящего РЭ.

**После длительного хранения или транспортирования в условиях повышенной влажности измеритель перед включением выдержать в нормальных условиях не менее 8 часов.**

**В случае большой разности температур между складским и рабочим помещениями, полученный со склада измеритель перед включением выдержать в нормальных условиях не менее 4 часов.**

Измеритель установить так, чтобы вентиляционные отверстия на кожухе измерителя не закрывались посторонними предметами.

Перед включением измерителя выполнить требования безопасности (2.1.1).

Подключение измерителя производить в следующей последовательности:

- подключить измеритель к компьютеру при помощи интерфейсного кабеля (допускается подключение интерфейсного кабеля к работающему компьютеру);
- подсоединить разъем блока питания к измерителю;
- подключить блок питания к питающей сети.

#### Примечания

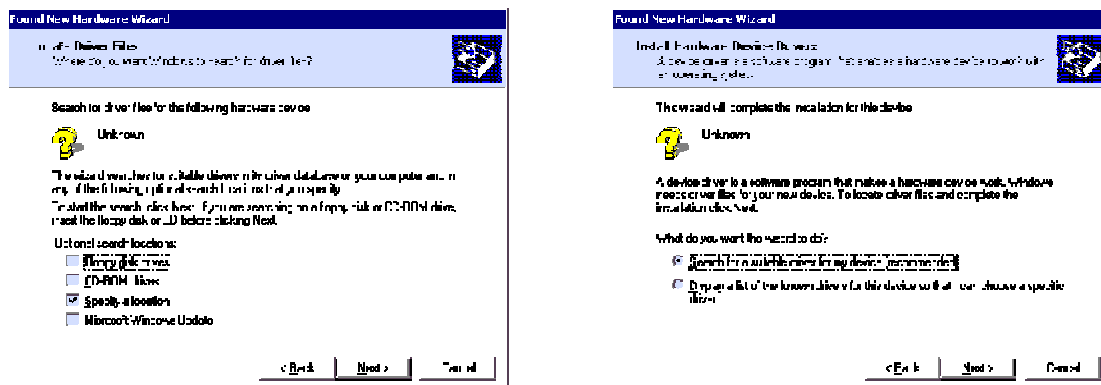
1 Измеритель не имеет гальванической развязки интерфейса с компьютером.

2 Для исключения сбоев при работе в условиях сильных индукционных помех рекомендуется производить дополнительную экранировку интерфейсного кабеля, соединять разъем рабочего заземления измерителя с корпусом компьютера, а также производить объединение общих потенциалов корпусов всех используемых приборов (по возможности предпочтительно использовать заземление).

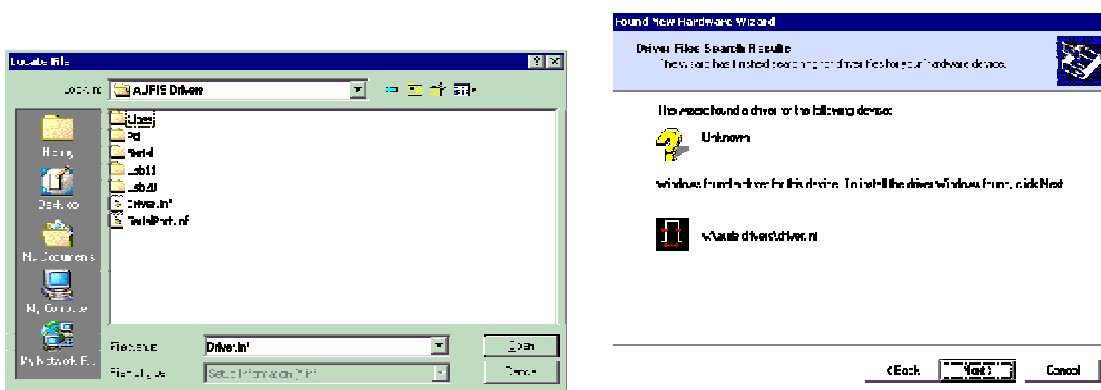
#### 2.1.3 Установка программного обеспечения

При первом подключении измерителя к управляющей ПЭВМ (далее по тексту компьютер) на запрос операционной системы произвести установку драйверов, следуя указаниям мастера установки оборудования (язык диалоговых окон мастера может отличаться в зависимости от языковых настроек операционной системы).

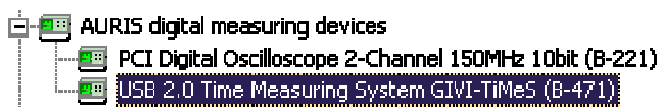
При обнаружении измерителя операционной системой автоматически запускается мастер установки оборудования. Для установки драйверов нужно выбрать пункт «Указать расположение драйверов» и выбрать «Отобразить совместимые устройства»:



Затем указать расположение папки с драйверами на диске с программным обеспечением из комплекта поставки и установить обнаруженный драйвер:



После установки драйверов измеритель должен появиться в диспетчере устройств:



Выполнить установку программного обеспечения с установочного диска (из комплекта поставки), следуя указаниям программы установки (TiMeS-ECsetup.exe).

В ходе установки в меню программ операционной системы создается группа «B-471 TiMeS» с ярлыками запуска программного обеспечения для работы с измерителем.

#### 2.1.4 Органы управления, настройки и подключения

Внешний вид передней панели измерителя приведен на рисунке 2.1.

На передней панели измерителя расположены:

- разъемы измерительных каналов «I» и «II»;
- выход калибратора «K»,
- индикаторные светодиоды состояния измерительных каналов и калибратора;
- индикатор включения питания.



Рисунок 2.1 – Передняя панель измерителя

На левой боковой панели расположен разъем рабочего (не защитного!) заземления, соединенный с экранирующим защитным кожухом, а также с общим проводом аппаратной части измерителя, в том числе всеми сигнальными разъемами (см. примечания к 2.1.2).

На задней панели измерителя расположены (рисунок 2.2):

- разъемы входа и выхода синхронизации;
- разъем для подключения блока питания;
- разъем для подключения интерфейсного кабеля.



Рисунок 2.2 – Задняя панель измерителя.

Расположение знаковой информации и элементов управления на экране монитора в основном режиме отображения представлено на рисунке 2.3.

Окно программы содержит следующие элементы и группы:

- заголовок окна, содержащий название программы и заводской номер прибора;
- главное меню, содержащее команды настройки отображения и выполнения сервисных операций;
- две идентичные группы элементов управления аналоговыми трактами I и II;
- две идентичные группы элементов управления измерительными каналами 1 и 2 и индикации их состояния во время измерения;
- две группы кнопок запуска измерительных каналов и сохранения результатов измерений.

Каждая группа элементов управления аналоговым трактом содержит кнопки выбора источника сигнала (вход / калибратор), переключения коэффициента ослабления аттенюатора (1:1 / 1:10), ползунка точной настройки и кнопок быстрой установки уровня дискриминации, а также переключатель режима индикаторного светодиода.

Каждая группа элементов управления измерительным каналом содержит переключатели для выбора источника и полярности стартового и стопового сигналов, а также редактируемые поля условий конца измерения по числу измеряемых интервалов и времени измерения. В ходе измерения здесь также отображается состояние измерительного канала и индикаторы прогресса измерения.

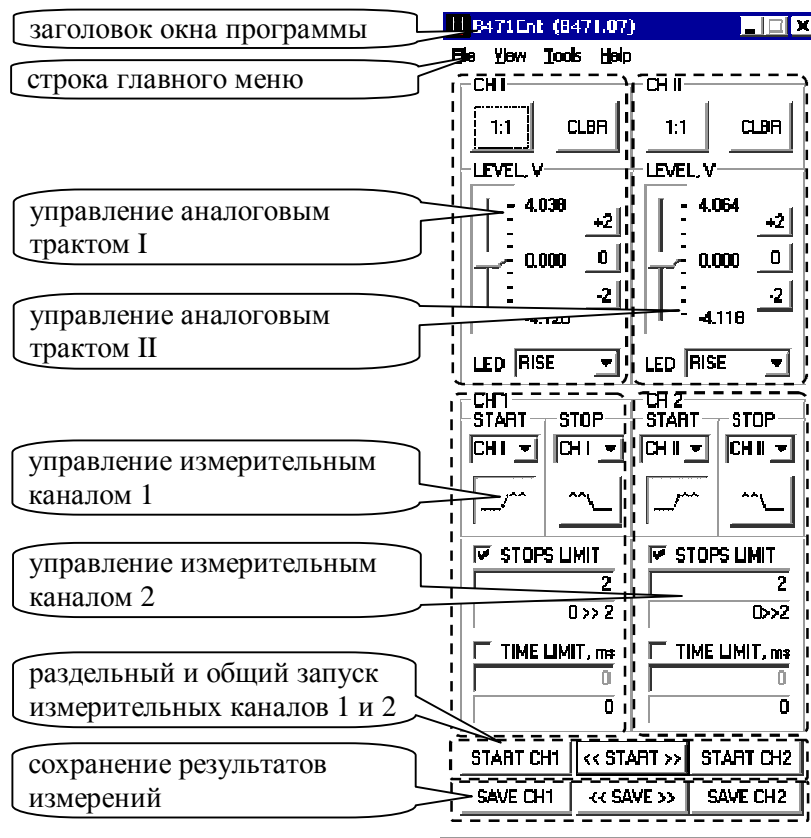


Рисунок 2.3 – Расположение информации и элементов управления на экране монитора в основном режиме

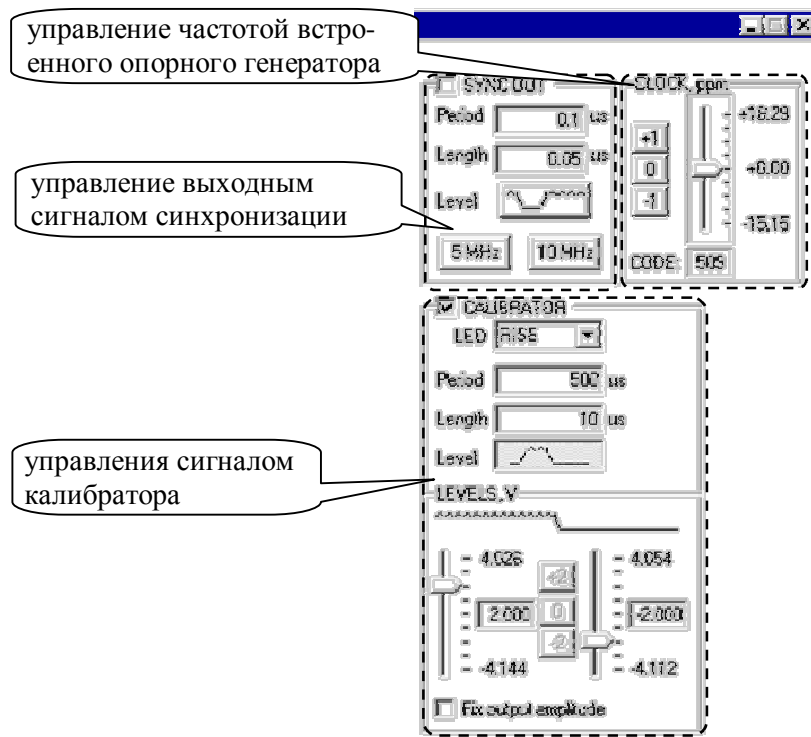


Рисунок 2.3 – Расположение информации и элементов управления на экране монитора в расширенном режиме

Группа кнопок запуска предоставляет возможность раздельного или одновременного запуска измерительных каналов, а также принудительной остановки измерений до выполнения условий.

Группа кнопок сохранения результатов измерений позволяет экспортировать измеренные временные интервалы в файл(ы), имеющие текстовый (ASCII) или бинарный формат, для последующего анализа или дополнительной обработки.

В расширенном режиме отображения (рисунок 2.4) дополнительно отображаются вспомогательные элементы управления частотой встроенного опорного генератора, включения и установки параметров сигнала калибратора и выходного сигнала синхронизации. Переход в расширенный режим отображения и обратно производится при помощи команды меню «View» – «Clock, Calibrator & Trigger Settings».

Группа элементов управления частотой встроенного опорного генератора служит для подстройки рабочей частоты измерителя и содержит ползунков точной настройки и кнопки быстрой установки. Здесь также отображается текущий код частоты и соответствующая ему относительная погрешность по частоте. При запуске программы автоматически устанавливается калибровочный код частоты, определенный в ходе установки действительного значения (коррекции) частоты встроенного опорного генератора с погрешностью в пределах  $\pm 1 \cdot 10^{-7}$  при проверке измерителя.

Группа элементов управления выходным сигналом синхронизации позволяет включить выходной сигнал синхронизации, установить его полярность, период следования и длительность импульсов, а также содержит кнопки быстрой ус-

хронизации позволяет включить выходной сигнал синхронизации, установить его полярность, период следования и длительность импульсов, а также содержит кнопки быстрой ус-

тановки выходной частоты 5 МГц и 10 МГц. Погрешность по частоте на выходе синхронизации равна погрешности по частоте встроенного опорного генератора.

Группа элементов управления калибратором применяется при самостоятельной проверке работоспособности измерителя пользователем и позволяет включить импульсный сигнал калибратора, установить его полярность, период следования и длительность импульсов, а также задать рабочие уровни напряжения.

## 2.2 ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ИЗМЕРИТЕЛЯ

### 2.2.1 Проверка работоспособности измерителя

Запустить управляющую программу. После запуска программы должен загореться красный индикаторный светодиод включения питания, должны загореться и погаснуть зеленые индикаторные светодиоды измерительных каналов и калибратора.

Установить положения управляющих элементов согласно рисункам 2.3 и 2.4.

Перевести калибратор в режим формирования импульсного сигнала с параметрами:

- длительность импульса – 10 мкс, период следования – 500 мкс;
- полярность импульсов – положительная;
- уровень напряжения базовой линии – минус 2 В, вершины – 2 В.

Установить следующие параметры аналоговых трактов каналов СН I и СН II:

- коэффициент ослабления аттенюатора – «1:1»;
- источник – калибратор;
- уровень дискриминации – 0 В;

Установить следующие параметры измерительных каналов 1 и 2;

- старт: источник – «СН I», полярность – «Г»;
- стоп: источник – «СН II», полярность – «Л»;
- количество измеряемых временных интервалов – 2.

Производят измерение по обоим измерительным каналам и сохраняют измеренные интервалы времени. Первое показание соответствует установленной длительности импульсов и должно составлять  $10 \pm 0,5$  мкс. Второе показание соответствует установленному периоду следования импульсов и должно составлять  $500 \pm 0,01$  мкс.

### 2.2.2 Проверка работоспособности измерителя в режиме самотестирования

Алгоритм самотестирования описан в 1.4. Для запуска процесса самотестирования измерителя необходимо после запуска программного обеспечения выбрать пункт «Perform Self-Test» в меню «Tools». После окончания самотестирования отображается окно результатов и предлагается сформировать файл отчета.

### 2.2.3 Порядок проведения измерений

#### 2.2.3.1 Установка параметров аналоговых трактов

Оба аналоговых тракта построены по одинаковой схеме и имеют идентичный набор настроек и независимое управление.

Аналоговый тракт позволяет производить следующие установки.

- Источник измеряемого сигнала (калибратор / входной разъем). В основном режиме работы аналогового тракта источник сигнала – соответствующий входной разъем «⊕ I» или «⊕ II». Выходной сигнал калибратора используется в качестве источника сигнала аналогового тракта при проверке работоспособности измерителя, а также, если соответствующий измерительный вход не задействован в измерении.
- Коэффициент ослабления аттенюатора (1:1 / 1:10). Устанавливается в соответствии с амплитудным диапазоном входного сигнала. Если диапазон мгновенных значений напряжения сигнала превышает  $\pm 5$  В, должен быть установлен коэффициент ослабления аттенюатора 1:10. В противном случае возможны искажения временного положения перепадов сигнала после перегрузки.

- Уровень дискриминации сигнала (уровень запуска). Задается дискретно в диапазоне, соответствующем установленному коэффициенту ослабления аттенюатора:  $\pm 4$  В (1:1) или  $\pm 40$  В (1:10) с погрешностью, приведенной в 1.2.4.

Уровень дискриминации при измерении рекомендуется устанавливать посередине амплитудного диапазона входного сигнала. Исключение составляет случай измерения сигналов сложной формы, когда уровень дискриминации рекомендуется устанавливать на участке, где сигнал имеет максимальное значение крутизны.

При отсутствии априорной информации о сигнале уровень дискриминации может быть установлен следующим образом. Подать на входы измеряемые сигналы. Изменением уровня дискриминации определить крайние положениями уровня ( $U_{д.мин}$  и  $U_{д.мах}$ ), при которых горят индикаторные светодиоды около соответствующих входных разъемов. Затем установить уровень дискриминации:

$$U_{д} = (U_{д.мин} + U_{д.мах}) / 2. \quad (2.1)$$

### 2.2.3.2 Установка параметров цифровых измерительных каналов

Оба измерительных канала построены по одинаковой схеме и имеют идентичный набор настроек, независимое управление и признаки состояния.

Измерительный канал позволяет производить следующие установки.

- Источник и полярность стартового и стопового сигналов (независимо). В качестве источника сигнала может быть выбран аналоговый тракт СН I или аналоговый тракт СН II в зависимости от применяемой методики измерения. Полярность задает рабочий фронт сигнала (точнее направление перехода сигналом установленного уровня дискриминации).
- Ограничение количества регистрируемых временных интервалов и времени измерения. Позволяет остановить измерение после регистрации заданного количества временных интервалов или по истечении заданного лимита времени измерения. Если одно из ограничений выключено, остановка измерения происходит по второму; если выключены оба ограничения, остановка измерения производится вручную, по команде пользователя (группа кнопок запуска/останова).

### 2.2.3.3 Измерение временного интервала по старт-стопной методике

Подать стартовый сигнал на вход « $\oplus$  I», стоповый сигнал – на вход « $\oplus$  II» измерителя.

Произвести следующие установки аналоговых трактов:

- источник сигнала аналогового тракта СН I – вход « $\oplus$  I»;
- источник сигнала аналогового тракта СН II – вход « $\oplus$  II»;
- коэффициенты ослабления аттенюаторов и уровни дискриминации – согласно 2.2.3.1;

Установить следующие параметры измерительного канала 1:

- старт: источник – «СН I»;
- стоп: источник – «СН II»;
- полярность стартового и стопового сигналов – исходя из того, какие фронты входных сигналов являются событиями «Старт» и «Стоп», согласно 2.2.3.2;
- количество измеряемых временных интервалов – 1 (или больше, в зависимости от количества измеряемых положений стоповых событий).

Измерительный канал 2 не используется.

Производится запуск измерения. После его окончания сохраняются измеренные временные интервалы. Положение  $n$ -го стопового события относительно стартового рассчитываются как сумма всех значений измеренных временных интервалов с первого до  $n$ -го включительно (см. временную диаграмму работы измерителя, приведенную в п.1.4).

#### 2.2.3.4 Измерение длительности и периода следования импульсов

В качестве примера приводится методика измерения импульсов положительной полярности. Измерение импульсов отрицательной полярности производится по аналогичной методике путем изменения полярностей стартового и стоповых событий измерительных каналов 1 и 2 на противоположные.

Измерение производится по одному измерительному входу. Измеряются интервалы времени между фронтами двух соседних импульсов и длительность первого импульса.

Подать измеряемый импульсный сигнал на вход « $\ominus$  I» измерителя, произвести следующие установки аналогового тракта СН I:

- источник сигнала – вход « $\ominus$  I»;
- коэффициент ослабления аттенюатора и уровень дискриминации – согласно 2.2.3.1;

Установить следующие параметры измерительного канала 1:

- старт: источник – «СН I», полярность – «Г»;
- стоп: источник – «СН I», полярность – «Л»;
- количество измеряемых временных интервалов – 1.

Установить следующие параметры измерительного канала 2:

- старт: источник – «СН I», полярность – «Г»;
- стоп: источник – «СН I», полярность – «Л»;
- количество измеряемых временных интервалов – 1.

Производится запуск измерения. Оба измерительных канала начинают отсчет времени по переднему фронту сигнала. Первый канал останавливается по заднему фронту сигнала, второй – по следующему переднему фронту.

После окончания измерения сохраняются измеренные временные интервалы. Временной интервал, измеренный первым каналом, соответствует длительности, вторым каналом – периоду следования.

#### 2.2.3.5 Измерение положений фронтов в последовательности импульсов

В качестве примера приводится методика измерения импульсов положительной полярности. Измерение импульсов отрицательной полярности производится по аналогичной методике путем изменения полярностей стартового и стоповых событий измерительных каналов 1 и 2 на противоположные.

Измерение производится по одному измерительному входу. Методика измерения аналогична методике, изложенной в предыдущем пункте, только в каждом измерительном канале устанавливается количество измеряемых временных интервалов, равное нужному количеству измеряемых импульсов.

**Примечание** – если измеряемая последовательность состоит из ограниченного числа импульсов (пачка импульсов), то количество измеряемых временных интервалов в измерительном канале 2 должно быть, по крайней мере, на один меньше.

Производится запуск измерения. Оба измерительных канала начинают отсчет времени по переднему фронту сигнала (рисунок 2.4).

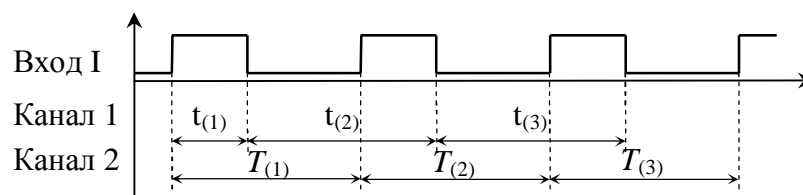


Рисунок 2.4 – Измерение положений фронтов импульсов



Первый канал измеряет временное положение заднего фронта первого импульса после запуска, а далее – интервалы времени между задними фронтами соседних импульсов до остановки измерения, второй – интервалы времени между передними фронтами соседних импульсов.

Измеренные временные интервалы позволяют вычислить следующие параметры входной импульсной последовательности.

– среднее значение периода следования импульсов в последовательности:

$$T_{CP} = \frac{1}{N} \sum_{j=1}^N T_{(j)}; \quad (2.2)$$

– длительность  $n$ -го импульса:

$$t_1 = t_{(1)}; t_n = \sum_{j=1}^n t_{(j)} - \sum_{j=1}^{n-1} T_{(j)}, n = 2 \dots N; \quad (2.3)$$

– среднее значение длительности импульсов в последовательности:

$$t_{CP} = \frac{1}{N} \sum_{j=1}^N t_j = t_{(1)} + \frac{1}{N} \sum_{j=1}^{N-1} (N-j) \cdot (t_{(j+1)} - T_{(j)}); \quad (2.4)$$

– длительность паузы между  $n$ -м и  $n+1$  импульсами:

$$\Delta_n = \sum_{j=1}^n T_{(j)} - \sum_{j=1}^n t_{(j)}, n = 1 \dots N; \quad (2.5)$$

– средняя длительность паузы между импульсами в последовательности:

$$\Delta_{CP} = \frac{1}{N} \sum_{j=1}^N \Delta_n = \frac{1}{N} \sum_{j=1}^N (N-j+1) \cdot (T_{(j)} - t_{(j)}); \quad (2.6)$$

В формулах 2.2–2.6 применены следующие обозначения:

$t_{(j)}$  – временные интервалы, измеренные первым измерительным каналом;

$T_{(j)}$  – временные интервалы, измеренные вторым измерительным каналом;

$N$  – количество интервалов, измеренных каждым измерительным каналом.

#### 2.2.4 Сохранение результатов измерения

Программное обеспечение измерителя позволяет экспортировать измеренные временные интервалы в файл(ы), имеющие текстовый (ASCII) или бинарный формат, для последующего анализа или дополнительной обработки.

Результаты, сохраненные в текстовом виде, дополнительно содержат информацию о времени и условиях, в которых производилось измерение, имеют форму отчета и могут быть просмотрены и распечатаны как с использованием стандартных средств Windows (например, notepad), так и с помощью любого другого текстового редактора.

Результаты, сохраненные в бинарном формате, имеют меньший размер – массив значений с плавающей точкой (*float*, 4 байта), – но содержат только значения измеренных временных интервалов. Данный формат предпочтителен, если предполагается производить дополнительную автоматизированную обработку результатов.

### 2.2.5 Использование выходного сигнала синхронизации

Блок синхронизации позволяет формировать периодический импульсный сигнал на выходном разъеме « $\Theta$ СИНХР» с регулируемой длительностью и периодом следования импульсов и используется при проверке измерителя. Выходной сигнал синхронизации может также использоваться во время работы измерителя в основном режиме как источник опорной частоты с погрешностью по частоте, равной погрешности по частоте встроенного опорного генератора, или как запускающий генератор для внешних схем.

Уровни напряжения выходного сигнала при работе на нагрузку более 1 кОм составляют: высокий (логическая 1) – не менее +4 В, низкий (логический 0) – не более +0,3 В.

Выходное сопротивление канала синхронизации – 50 Ом. Допускается продолжительная работа на нагрузку 50 Ом (высокий уровень напряжения – не менее +2 В) и кратковременная (до 10 с) в условиях короткого замыкания (выходной ток – не более 100 мА).

При выключенном выходном импульсном сигнале синхронизации на выходном разъеме присутствует постоянный уровень напряжения, соответствующий текущему логическому уровню (переключается кнопкой выбора полярности сигнала «нормальный / опрокинутый»).

### 2.2.6 Использование встроенного калибратора

Калибратор применяется при самостоятельной проверке работоспособности измерителя пользователем и позволяет формировать импульсный сигнал положительной и отрицательной полярности с регулируемой длительностью и периодом следования импульсов, а также задавать рабочие уровни выходного напряжения.

Параметры сигнала калибратора могут контролироваться путем непосредственного измерения на выходном разъеме. Допустимые значения параметров нагрузки, подключаемой к выходу калибратора: сопротивление – не менее 10 кОм, емкость – не более 100 пФ.

При выключенном импульсном сигнале калибратора на выходном разъеме присутствует напряжение постоянного тока значением, равным текущему рабочему уровню напряжения. Кнопка изменения полярности сигнала калибратора в данном режиме производит переключение рабочих уровней.

**ВНИМАНИЕ! Во время измерения временных интервалов (в основном режиме работы измерителя) импульсный сигнал калибратора должен быть выключен для исключения влияния на измеряемые входные сигналы.**

В исключительных случаях выходной сигнал калибратора может использоваться во время измерения в качестве вспомогательного выходного сигнала, если синхронизируемая внешняя схема имеет рабочие уровни, несовместимые с ТТЛ. При этом необходимо исключить влияние импульсного сигнала калибратора на измеряемые сигналы (например, путем снижения входного сопротивления измерителя, подключив на входе измерителя проходную нагрузку от 50 Ом до 600 Ом, если источник сигнала обеспечивает работу в таких условиях).

### 2.2.7 Установка действительного значения (коррекция) частоты встроенного опорного генератора

Коррекция частоты встроенного опорного генератора производится при периодической проверке измерителя после определения погрешности по частоте встроенного опорного генератора за 12 месяцев.

Коррекция частоты производится следующим образом.

Выбрать пункт «Clock Adjustment» в меню «Tools». При этом появится окно с предложением ввести пароль на выполнение коррекции (рисунок 2.5), что сделано с целью предотвращения случайного изменения калибровочного кода пользователем.

Пока введенный пароль не совпадает с заложенным в программу, кнопка «ОК» остается недоступной. После ввода пароля, указанного на рисунке, кнопка «ОК» становится доступной. Нажатие на нее или клавишу «ENTER» на клавиатуре переводит измеритель в режим коррекции частоты.



Рисунок 2.5 – Ввод пароля на выполнение коррекции

В режиме коррекции на выход « $\Theta$ СИНХР» подается сигнал 10 МГц с погрешностью по частоте, равной погрешности по частоте встроенного опорного генератора, и доступны только следующие элементы управления:

в группе элементов управления сигналом на выходном разъеме синхронизации:

- кнопки быстрой установки частоты «5 МГц» и «10 МГц»;

в группе элементов управления частотой встроенного опорного генератора:

- ползунок для грубого изменения калибровочного кода частоты;
- кнопки «+1» и «-1» для точного изменения калибровочного кода частоты;
- кнопка «0» для установки текущего калибровочного кода частоты.

Подать сигнал с выхода « $\Theta$ СИНХР» измерителя на вход частотомера, включенного в режиме измерения частоты и использующего внешний тактирующий сигнал с погрешностью по частоте не хуже  $\pm 1 \cdot 10^{-9}$ .

По истечении времени установления рабочего режима, равного 1 час, определить погрешность по частоте и, изменяя калибровочный код при помощи кнопок «+1» или «-1», добиться минимального значения погрешности по частоте, но не хуже  $\pm 1 \cdot 10^{-7}$  (5 МГц  $\pm$  0,5 Гц или 10 МГц  $\pm$  1 Гц).

Через 15 минут снова проверить погрешность по частоте. Если значение погрешности не выходит за пределы  $\pm 1 \cdot 10^{-7}$ , нажать кнопку «0» для установки текущего калибровочного кода частоты. В противном случае коррекцию повторить.

Полученный калибровочный код заносится в протокол поверки (приложение А к методике поверки).

### 2.3 ДЕЙСТВИЯ В ЭКСТРЕМАЛЬНЫХ УСЛОВИЯХ

В случае возникновения пожара:

- вынуть блок питания измерителя из розетки, отключить интерфейсный кабель;
- если горение не прекратилось, накрыть измеритель тканью, предварительно смочив ее водой;
- во избежание отравления продуктами горения немедленно удалить из помещения всех людей, не занятых ликвидацией загорания. Одновременно следует сообщить о загорании в пожарную службу.

## 3 ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ

3.1 Для обеспечения надежной работы измерителя в течение длительного периода эксплуатации необходимо своевременно проводить его техническое обслуживание (ТО).

3.2 При проведении работ по техническому обслуживанию необходимо выполнять требования безопасности согласно 2.1.1 настоящего РЭ.

3.3 Предусмотрены следующие виды технического обслуживания:

- контрольный осмотр (КО) на месте эксплуатации измерителя не реже одного раза в 6 месяцев;
- техническое обслуживание N1 (ТО-1) совпадающее с периодической поверкой в ремонтных органах не реже одного раза в год.

3.4 При КО необходимо:

- убедиться в отсутствии механических повреждений;
- убедиться в надежности контактных соединений, крепления органов управления, в целостности шнура питания;
- удалить пыль, влагу с внешних поверхностей. Для удаления загрязнений применять мягкую ткань, смоченную этиловым спиртом. Категорически запрещается применять для этой цели растворители красок и эмалей;
- проверить состояние надписей на передней и задней панелях;
- проверить работоспособность измерителя в режиме самотестирования согласно 2.2.2.

КО следует проводить до и после использования измерителя по назначению и после транспортирования. Если измеритель не использовался по назначению, КО проводить с периодичностью один раз в квартал.

3.5 При ТО-1 необходимо выполнить работы, предусмотренные в КО и провести поверку измерителя в соответствии с требованиями методики поверки, входящей в комплект поставки.

На ТО-1 измеритель необходимо отправлять в комплекте, указанном в 1.3.

Примечания

1 При отправке измерителя на ТО-1 управляющая ПЭВМ может быть исключена из комплекта (по согласованию с поверяющей организацией).

2 При профилактических осмотрах вскрытие измерителя проводить только по истечении гарантийного срока.

3 Неисправный измеритель подлежит ремонту на предприятии-изготовителе.

3.6 Учет технического обслуживания (таблица 3.1)

Таблица 3.1

Дата	Вид ТО	Основание (наименование, номер и дата документа)	Должность, ФИО и подпись		Примечание
			выполнившего работу	проверившего работу	

#### 4 ТЕКУЩИЙ РЕМОНТ ИЗМЕРИТЕЛЯ

4.1 Текущий ремонт измерителя осуществляет предприятие-изготовитель или специализированное предприятие, имеющее право (аккредитованное) на проведение ремонта.

4.2 Перечень возможных неисправностей, которые могут быть исправлены оператором, представлен в таблице 4.1.

Таблица 4.1

Возможная неисправность	Вероятная причина	Методы устранения
Измеритель не включается, индикаторный светодиод питания не горит	Нет питания	Проверить наличие напряжения сети переменного тока в розетке; Проверить исправность кабеля блока питания;
Программа управления измерителем не запускается	Отсутствие или повреждение компоненты программного обеспечения измерителя	Выполнить повторную установку программы управления измерителем
Программа управления измерителем не реагирует на команды панели управления; при запуске программы возникает сообщение о том, что измеритель не найден	Сбой в работе аппаратной части измерителя;	Проверить, что измеритель обнаруживается операционной системой (в диспетчере устройств присутствует «USB 2.0 Time Measuring System TiMeS (В-471)»);
		Закрыть управляющую программу, отключить и подключить заново кабели питания и интерфейса, запустить программу.
	Сбой операционной системы	Перезагрузить компьютер

4.3 При проведении ремонта необходимо соблюдать требования безопасности, приведенные в РЭ измерителя и применяемых средств измерений, а также меры защиты полупроводниковых приборов и интегральных микросхем от статического электричества.

#### 5 ТРАНСПОРТИРОВАНИЕ И ХРАНЕНИЕ

5.1 Измеритель до введения в эксплуатацию следует хранить на складе в упаковке предприятия-изготовителя при температуре окружающего воздуха от 0 °С до 40 °С и относительной влажности воздуха 80% при температуре 35 °С.

Без упаковки измеритель следует хранить при температуре окружающего воздуха от 10 °С до 35 °С и относительной влажности воздуха 80% при температуре 25 °С.

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

5.2 Климатические условия транспортирования не должны выходить за пределы заданных предельных условий:

- температура окружающего воздуха от минус 25 °С до 55 °С;
- относительная влажность окружающего воздуха до 95% при температуре 25 °С.

Измеритель допускает транспортирование всеми видами закрытых транспортных средств в упаковке.

При транспортировании воздушным транспортом измерители в упаковке должны размещаться в отапливаемых герметизированных отсеках.

При погрузке, перевозке и выгрузке запрещается бросать и кантовать упаковку с измерителем. Необходимо соблюдать правильность установки упаковки в транспорте в соответствии со знаками на таре.

## **6 УТИЛИЗАЦИЯ**

Измеритель не оказывает вредных воздействий на окружающую среду во время использования и утилизации, которая проводится в порядке, принятом на предприятии, использующем измеритель или занимающемся утилизацией, и не требует специальных мер предосторожности.

Измеритель является экологически безопасным.

## **7 ГАРАНТИИ ИЗГОТОВИТЕЛЯ**

7.1 Предприятие-изготовитель гарантирует соответствие измерителя всем требованиям технических условий при соблюдении потребителем условий и правил эксплуатации, транспортирования и хранения, установленных в эксплуатационной документации.

Гарантийный срок хранения – 6 месяцев с момента изготовления.

Гарантийный срок эксплуатации – 18 месяцев со дня ввода в эксплуатацию.

7.2 Действие гарантийных обязательств прекращается:

- при истечении гарантийного срока хранения, если измеритель не введен в эксплуатацию до его истечения;
- при истечении гарантийного срока эксплуатации, если измеритель введен в эксплуатацию до истечения гарантийного срока хранения.

7.3 Гарантийный срок эксплуатации продлевается на период от подачи рекламации до введения измерителя в эксплуатацию силами предприятия-изготовителя.

