

ОКПД2 26.51.43.115

Утвержден

РУГА.411146.008 РЭ-ЛУ



**Компаратор частотный**

**Ч7-1015**

Руководство по эксплуатации

РУГА.411146.008 РЭ

2020

## СОДЕРЖАНИЕ

1	Нормативные ссылки.....	4
2	Определения, обозначения и сокращения .....	5
3	Требования безопасности.....	6
4	Описание прибора и принципа его работы .....	7
4.1	Назначение.....	7
4.2	Условия эксплуатации .....	8
4.3	Состав комплекта прибора .....	9
4.4	Технические характеристики .....	10
4.5	Устройство и работа прибора .....	13
4.6	Описание и работа составных частей прибора .....	14
5	Подготовка прибора к работе .....	17
5.1	Эксплуатационные ограничения .....	17
5.2	Распаковывание и повторное упаковывание прибора.....	17
5.3	Порядок установки прибора.....	17
5.4	Подготовка к работе.....	18
6	Порядок работы.....	19
6.1	Меры безопасности при работе с прибором.....	19
6.2	Органы управления, подключения и индикации .....	19
6.3	Подготовка к проведению измерений.....	21
6.4	Проведение измерений .....	21
7	Поверка прибора .....	32
7.1	Общие сведения .....	32
7.2	Операции и средства поверки .....	32
7.3	Условия поверки и подготовка к ней .....	33
7.4	Проведение поверки .....	34
7.5	Оформление результатов поверки.....	39
8	Техническое обслуживание .....	41
9	Текущий ремонт.....	43
9.1	Общие положения .....	43
9.2	Меры безопасности при ремонте.....	43
9.3	Указания по устранению неисправностей.....	43
10	Хранение.....	44
11	Транспортирование.....	45
12	Маркирование и пломбирование.....	46
	Приложение. Протокол информационно-логического взаимодействия компаратора частотного Ч7-1015 с внешним управляющим устройством .....	47

Настоящее руководство по эксплуатации (РЭ) предназначено для ознакомления с устройством и принципом работы компаратора частотного Ч7-1015 (далее – прибор) и содержит описание порядка подготовки прибора к работе, работы с ним, его поверки, технического обслуживания, упаковки, хранения, транспортирования и текущего ремонта.

Руководство по эксплуатации РУГА.411146.008 РЭ поставляется на электронном носителе и включает в себя технические характеристики, описание принципа действия и конструкции прибора, указания по эксплуатации и техническому обслуживанию, методику поверки, порядок устранения неисправностей.

Изготовитель ведёт постоянную работу по совершенствованию прибора, поэтому в его конструкции возможны незначительные отклонения от документации, не ухудшающие его технических характеристик.

#### **ВНИМАНИЕ!**

Сохраняйте упаковку прибора до конца его гарантийного срока!

Отсылать прибор изготовителю для гарантийного ремонта при выходе его из строя в период гарантийного срока следует в упаковке изготовителя.

#### **ВНИМАНИЕ!**

В вашем приборе применен индикатор, изготовленный по технологии OLED и отличающийся от аналогов повышенной яркостью, контрастностью и улучшенной цветопередачей. Единственным недостатком данного индикатора является склонность к «выгоранию» при длительной демонстрации статичных изображений, свойственных интерфейсам измерительных приборов. Для того, чтобы избежать этого и продлить срок службы индикатора, в приборе применено несколько технических решений. Одним из них является окно «Текущая статистика», периодически возникающее и медленно меняющее свое положение на экране с течением времени. Вы в любой момент можете убрать это окно, коснувшись экрана в его пределах. При наличии на экране какого-либо модального окна, оно должно быть закрыто первым. Вы также можете переместить его в любое удобное место экрана, захватив его за заголовок. В течение нескольких минут окно будет неподвижным в новом месте. При отсутствии касаний к экрану в течение получаса, он гаснет и остается в этом состоянии до первого касания. Все запущенные на приборе операции и измерения при этом продолжаются.

## 1 Нормативные ссылки

В настоящем руководстве по эксплуатации использованы ссылки на следующие документы:

ГОСТ 22261-94 Средства измерений электрических и магнитных величин. Общие технические условия;

ГОСТ 23512-98 Стандарты частоты и времени. Общие технические требования и методы испытаний;

ГОСТ 12.2.091-2012 Безопасность электрического оборудования для измерения, управления и лабораторного применения. Часть 1. Общие требования;

ГОСТ 17299-78 Спирт этиловый. Технические условия.

## 2 Определения, обозначения и сокращения

ВЧ – высокочастотный;

ЕТО – ежедневное техническое обслуживание;

ОТК – отдел технического контроля;

ПК – персональный компьютер;

РЭ – руководство по эксплуатации;

СИ – средства измерений;

ТО – техническое обслуживание;

ТУ – технические условия;

USB – универсальный последовательный порт.

### 3 Требования безопасности

3.1 По требованиям безопасности прибор соответствует ГОСТ 12.2.091 категория измерения I, степень загрязнения 2.

3.2 При эксплуатации прибора от сети переменного тока напряжением 220 В и частотой 50 Гц прибор должен быть заземлен через кабель сетевой с трехполюсной вилкой.

Следует всегда проверять надежность заземления при подключении прибора к сети переменного тока. **Включение и эксплуатация прибора без защитного заземления запрещается!**

3.3 Вскрытие прибора с целью ремонта и замена элементов должны производиться только в условиях специализированной лаборатории при отключенном питании прибора.

## 4 Описание прибора и принципа его работы

### 4.1 Назначение

4.1.1 Компаратор частотный Ч7-1015 предназначен для измерения относительной разности частот прецизионных кварцевых генераторов и рубидиевых стандартов частоты, вычисления их основных метрологических характеристик – нестабильности частоты (относительного среднеквадратического двухвыборочного отклонения частоты, относительного среднеквадратического отклонения частоты), систематического относительного изменения частоты по ГОСТ 23512 с отображением процесса и результатов измерений на экране прибора и (или) на экране внешнего персонального компьютера (ПК).

Внешний вид прибора приведен на рисунке 4.1.



Рисунок 4.1 – Внешний вид компаратора частотного Ч7-1015.

## 4.2 Условия эксплуатации

4.2.1 По условиям эксплуатации прибор относится к группе 3 ГОСТ 22261 с диапазоном рабочих температур окружающей среды от плюс 5 до плюс 40 °С.

Нормальные и рабочие условия применения прибора приведены в таблице 4.1.

Таблица 4.1

Условия применения	Температура, °С	Относительная влажность воздуха, %	Атмосферное давление, кПа (мм рт. ст.)	Напряжение питания, В
Нормальные	20 ± 5	30–80	84–106 (630–795)	~ 220 ± 4,4
Рабочие	от 5 до 40	90 при 25 °С	70–106,7 (525–800)	~ 220 ± 22

Пределные условия транспортирования прибора:

- температура окружающей среды от минус 25 до плюс 55 °С;
- относительная влажность воздуха до 95 % при 25 °С.

4.2.2 Прибор сохраняет свои технические характеристики в пределах норм, указанных в п.п. 4.4.1–4.4.4 в рабочих условиях эксплуатации, а также после пребывания в предельных условиях с последующей выдержкой в нормальных или рабочих условиях в течение 1 ч.



## 4.3 Состав комплекта прибора

Состав комплекта поставки прибора приведен в таблице 4.2.

Таблица 4.2

Наименование, тип	Обозначение	Количество	Примечание
1 Компаратор частотный Ч7-1015	РУГА.411146.008	1	
2 Кабель сетевой SCZ-1	—	1	
3 Кабель соединительный USB	—	1	
4 Кабель соединительный	РУГА.685661.004	1	
5 Переход СР-50-95ФВ	ВР0.364.013 ТУ	1	
6 Вставка плавкая ВП2Б-1В 1А 250В	ОЮ0.481.005 ТУ	1	
7 Компакт-диск с программным обеспечением и эксплуатационной документацией	РУГА.411146.008 МД	1	
8 Формуляр	РУГА.411146.008 ФО	1	
9 Упаковка	РУГА.411915.122	1	

#### 4.4 Технические характеристики

Гарантированными считают технические характеристики, приводимые с допусками или предельными значениями. Значения величин без допусков являются справочными.

4.4.1 Прибор обеспечивает измерение и отображение на экране встроенного дисплея за интервалы времени измерения 1 с, 10 с, 100 с, 1000 с, 3600 с (1 ч) и в режиме накопления за 1 сутки следующих характеристик входных сигналов:

- относительной разности частот;
- среднеквадратического относительного отклонения частоты;
- среднеквадратического относительного двухвыборочного отклонения частоты;
- вариации Адамара;
- систематического относительного изменения частоты.

При этом параметры входных сигналов должны быть следующими:

- форма сигналов – синусоидальная;
- номинальное значение частоты опорного сигнала 5 или 10 МГц;
- номинальное значение частоты измеряемого сигнала 1; 2,048; 5; 10; 10,24 МГц;
- максимальное отклонение частоты входных сигналов от номинального значения  $\pm 1$  Гц;
- среднеквадратическое значение напряжения входных сигналов на нагрузке 50 Ом в пределах (0,4–1,2) В.

4.4.2 Среднеквадратическое относительное отклонение результата измерений частоты не более:

- для измеряемого сигнала с частотой 10 МГц
  - $8 \cdot 10^{-13}$  при интервале времени измерения 1 с,
  - $2 \cdot 10^{-13}$  при интервале времени измерения 10 с,
  - $5 \cdot 10^{-14}$  при интервале времени измерения 100 с,
  - $2 \cdot 10^{-14}$  при интервале времени измерения 1000 с,
  - $1 \cdot 10^{-14}$  при интервале времени измерения 3600 с (1 ч),
  - $2 \cdot 10^{-15}$  при интервале времени измерения 1 сутки;
- для измеряемого сигнала с частотой 5 МГц
  - $1,2 \cdot 10^{-12}$  при интервале времени измерения 1 с,
  - $3 \cdot 10^{-13}$  при интервале времени измерения 10 с,
  - $7 \cdot 10^{-14}$  при интервале времени измерения 100 с,
  - $2 \cdot 10^{-14}$  при интервале времени измерения 1000 с,
  - $1 \cdot 10^{-14}$  при интервале времени измерения 3600 с (1 ч),
  - $2 \cdot 10^{-15}$  при интервале времени измерения 1 сутки;

– для измеряемого сигнала с частотами 1 МГц, 2,048 МГц и 10,24 МГц

$5 \cdot 10^{-12}$  при интервале времени измерения 1 с,

$1 \cdot 10^{-12}$  при интервале времени измерения 10 с,

$3 \cdot 10^{-13}$  при интервале времени измерения 100 с.

4.4.3 Предел допускаемой систематической составляющей погрешности измерения относительной разности частот входных сигналов не более  $7 \cdot 10^{-3}$  от измеряемой величины относительной разности частот входных сигналов.

4.4.4 Прибор обеспечивает обработку и выдачу измерительной информации на дисплей прибора и во внешний ПК по интерфейсу USB 2.0 в объеме, предусмотренном программным обеспечением, расположенном на компакт-диске РУГА.411146.008 МД, входящем в состав прибора.

4.4.5 Прибор обеспечивает свои технические характеристики в пределах норм, установленных в ТУ, по истечении времени установления рабочего режима, равного 15 мин с момента включения.

Примечание. Установление рабочего режима производится при поданных входных сигналах.

4.4.6 Прибор допускает непрерывную круглосуточную работу в рабочих условиях применения при сохранении своих технических характеристик.

Примечание. Время непрерывной работы не включает в себя время установления рабочего режима.

4.4.7 Прибор сохраняет свои технические характеристики в пределах норм, установленных в ТУ, при питании его от сети переменного тока напряжением  $(220 \pm 22)$  В и частотой  $(50 \pm 0,5)$  Гц.

4.4.8 Мощность, потребляемая прибором от сети электропитания в нормальных условиях применения при номинальном напряжении сети, не более 30 В·А.

4.4.9 Средняя наработка на отказ  $T_0$  не менее 40 000 ч.

4.4.10 Гамма-процентный ресурс не менее 10 000 ч при доверительной вероятности равной 95 %.

4.4.11 Гамма-процентный срок службы не менее 15 лет при доверительной вероятности равной 95 %.

4.4.12 Гамма-процентный срок сохраняемости не менее 10 лет для отапливаемых хранилищ и 6 лет для неотапливаемых хранилищ при доверительной вероятности равной 95 %.

4.4.13 Среднее время восстановления работоспособного состояния не более 8 ч.

4.4.14 Вероятность отсутствия скрытых отказов за интервал между поверками 12 мес. при среднем коэффициенте использования 0,1 не менее 0,95.

4.4.15 Габаритные размеры прибора в миллиметрах и масса прибора в килограммах приведены в таблице 4.3.

Таблица 4.3

Наименование и тип прибора	Без упаковки		В штатной упаковке	
	мм	кг	мм	кг
Компаратор частотный Ч7-1015	330×255×110	не более 3,1	480×405×260	не более 8,0

#### 4.5 Устройство и работа прибора

4.5.1 Прибор выполнен в моноблочном металлическом корпусе в настольном варианте исполнения.

4.5.2 Прибор может находиться в двух режимах работы:

- режим прямых измерений;
- режим накопления.

Режим прямых измерений является основным режимом работы прибора. В этом режиме производятся измерения относительной разности частот измеряемого и опорного сигналов с запоминанием их в оперативной памяти прибора. По результатам этих измерений выполняются вычисления метрологических характеристик измеряемого сигнала и индикация результатов на экране цветного сенсорного дисплея.

Режим накопления предназначен для проведения долговременных частотных измерений за времена наблюдения от нескольких часов до 10 суток. В этом режиме интервал времени измерения составляет 3600 с (1 ч) и результаты вычисления метрологических характеристик выводятся на дисплей прибора аналогично режиму измерений. О нахождении прибора в режиме накопления свидетельствует постоянное свечение красного светодиода «АВТО» на передней панели прибора.

#### 4.6 Описание и работа составных частей прибора

4.6.1 Принцип действия компаратора частотного основан на преобразовании исследуемого сигнала в сигнал промежуточной частоты и измерении периода сигнала промежуточной частоты с перенесенной на него нестабильностью исследуемого сигнала.

Если частота опорного сигнала равна номинальному значению частоты исследуемого сигнала и равна  $f_0$ , то частота исследуемого сигнала может быть представлена следующим образом:

$$f_x = f_0 + \Delta f;$$

где  $\Delta f$  – отклонение частоты исследуемого сигнала от номинального значения  $f_0$ .

Из сигнала опорной частоты формируется сигнал с частотой  $f'_0$ , определяемый выражением:

$$f'_0 = f_0 - f_{nc}.$$

В приборе  $f_{nc} = 10$  Гц.

Для преобразования частоты используется двойной балансный смеситель, на один вход которого подаётся сигнал с частотой  $(f_0 - f_{nc})$ , а на второй вход подается исследуемый сигнал с частотой  $f_x$ . При этом на выходе смесителя после фильтрации получим сигнал разностной частоты:

$$f_A = f_x - f'_0 = f_0 + \Delta f - f_0 + f_{nc} = f_{nc} + \Delta f.$$

Измеряя период полученного сигнала с частотой заполнения 10 МГц, получим относительную погрешность одного измерения, равную  $1 \cdot 10^{-6}$ , а абсолютную  $1 \cdot 10^{-5}$  Гц.

Таким образом, относительная погрешность измерения относительной разности частот исследуемого сигнала 10 МГц и опорного сигнала за интервал времени измерения 0,1 с составляет:

$$\delta_{0,1} = \frac{1 \cdot 10^{-5}}{1 \cdot 10^7} = 1 \cdot 10^{-12}.$$

Проводя измерение нескольких периодов сигнала промежуточной частоты, можно увеличивать интервал времени измерения.

Аналогичным образом, формируя сигнал с частотой  $f'_0$  для режимов измерения относительной разности частот исследуемых сигналов с другими номинальными значениями частот (1; 2,048; 5 и 10,24 МГц) и опорным сигналом, можно производить измерение их относительной разности частот.

4.6.2 Структурная схема аппаратной части компаратора частотного приведена на рисунке 4.2. Входные сигналы с частотами  $f_0$  и  $f_x$  поступают на входные формирователи, где осуществляется их ограничение и приведение к виду, пригодному для дальнейшей обработки. Сигнал  $f_0$  с выходного формирователя поступает на цифровой преобразователь частоты и на счетчик вычитающий, в который в начале измерения заносится число, равное количеству импульсов частоты заполнения  $f'_0$  за интервал времени измерения.

Цифровой преобразователь частоты по командам микроконтроллера устанавливает значение частоты выходного сигнала равное номинальному значению частоты исследуемого сигнала минус величина  $f_{nc}$ . В свою очередь, значение частоты исследуемого сигнала задается пользователем. Выходной сигнал цифрового преобразователя частоты подается на вход балансного смесителя с фильтром низкой частоты на выходе, на другой вход которого поступает исследуемый сигнал  $f_x$ .

С выхода смесителя сигнал разностной частоты через усилитель промежуточной частоты поступает на формирователь строб-импульса, на выходе которого формируется импульс с длительностью, равной установленному числу периодов промежуточной частоты. Счетчик вычитающий вычитает из предустановленного числа количество импульсов частоты заполнения, прошедшее за время действия строб-импульса, и в случае переполнения устанавливает в состояние логической «1» знаковый триггер, сигнализирующий о знаке отклонения частоты от номинального значения. Полученное счетчиком значение записывается в регистр результата и передается микроконтроллеру вместе с информацией о состоянии знакового триггера.

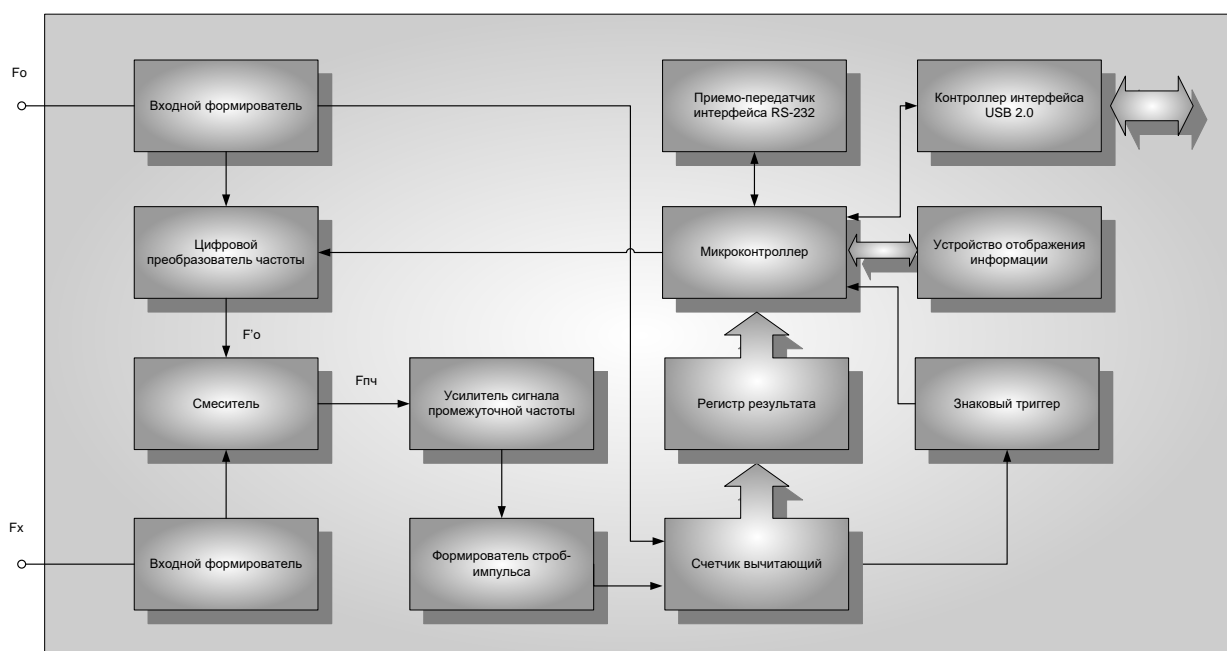


Рисунок 4.2 – Структурная схема компаратора частотного.

На время передачи информации измерения не прерываются, чем достигается стопроцентная достоверность результата.

Микроконтроллер принимает данные, обрабатывает их, производит вычисление метрологических характеристик исследуемого сигнала и передает результат на устройство отображения информации.

4.6.3 Устройство управления и индикации предназначено для управления прибором с помощью сенсорного дисплея, выбора и индикации режимов работы, параметров измерений, отображения результатов измерений в графическом виде на экране прибора и передачи данных результатов измерений во внешний ПК.

В состав устройства управления и индикации входят микроконтроллер со встроенной энергонезависимой памятью, в которой хранится программа, управляющая работой устройства, микросхема приемопередатчика последовательного интерфейса, цветного сенсорного дисплея и встроенным контроллером и стабилизатор напряжения питания микроконтроллера.

4.6.4 Питание прибора осуществляется от сети переменного тока напряжением 220 В и частотой 50 Гц.



## 5 Подготовка прибора к работе

### 5.1 Эксплуатационные ограничения

5.1.1 Недопустимо расположение прибора в непосредственной близости от источников сильных электрических и магнитных полей, таких как постоянные и электромагниты, трансформаторы, сильноточные коммутационные устройства.

### 5.2 Распаковывание и повторное упаковывание прибора

5.2.1 Распаковывание прибора производится следующим образом:

- снимите пломбу с упаковки прибора;
- вскройте упаковку и извлеките прибор;
- извлеките пакет с принадлежностями и компакт-диск с программным обеспечением и эксплуатационной документацией;
- извлеките формуляр прибора.

5.2.2 Упаковывание прибора перед транспортированием производится в обратном порядке.

### 5.3 Порядок установки прибора

5.3.1 Перед началом эксплуатации прибора произведите внешний осмотр. При внешнем осмотре необходимо проверить:

- сохранность пломб;
- отсутствие видимых механических повреждений;
- чистоту внешних поверхностей прибора, гнезд и разъемов.

5.3.2 Проверьте комплектность прибора в соответствии с разделом 4.3 настоящего руководства.

5.3.3 Разместите прибор на рабочем месте, обеспечив удобство работы и нормальные условия для естественной вентиляции.

5.3.4 Положение прибора должно обеспечивать удобное соединение с источниками сигналов, исключая возникновение механических повреждений в ВЧ кабелях и присоединительных элементах.

#### 5.4 Подготовка к работе

5.4.1 Перед началом эксплуатации внимательно изучите руководство по эксплуатации прибора, обращая особое внимание на меры предосторожности и назначение органов управления и контроля.

5.4.2 После длительного хранения проведите внешний осмотр, опробование, а затем проверку метрологических параметров прибора согласно разделу 7 настоящего руководства.

После пребывания прибора в предельных условиях перед включением выдержите прибор в нормальных условиях в течение 1 ч.

5.4.3 Сделайте отметку в формуляре о начале эксплуатации прибора.

## 6 Порядок работы

### 6.1 Меры безопасности при работе с прибором

6.1.1 В приборе используются опасные для жизни напряжения питания, поэтому выполнение требований этого раздела обязательно. При соблюдении всех указанных в этом разделе мер прибор полностью безопасен для потребителя.

6.1.2 Перед каждым включением прибора в сеть проверяйте наличие и исправность линии защитного заземления. Работа с прибором без защитного заземления недопустима.

### 6.2 Органы управления, подключения и индикации

6.2.1 Расположение органов управления, индикации и присоединительных разъемов прибора показано на рисунке 6.1. Назначение органов управления, индикации и присоединительных разъемов с указанием маркировки приведено в таблице 6.1.

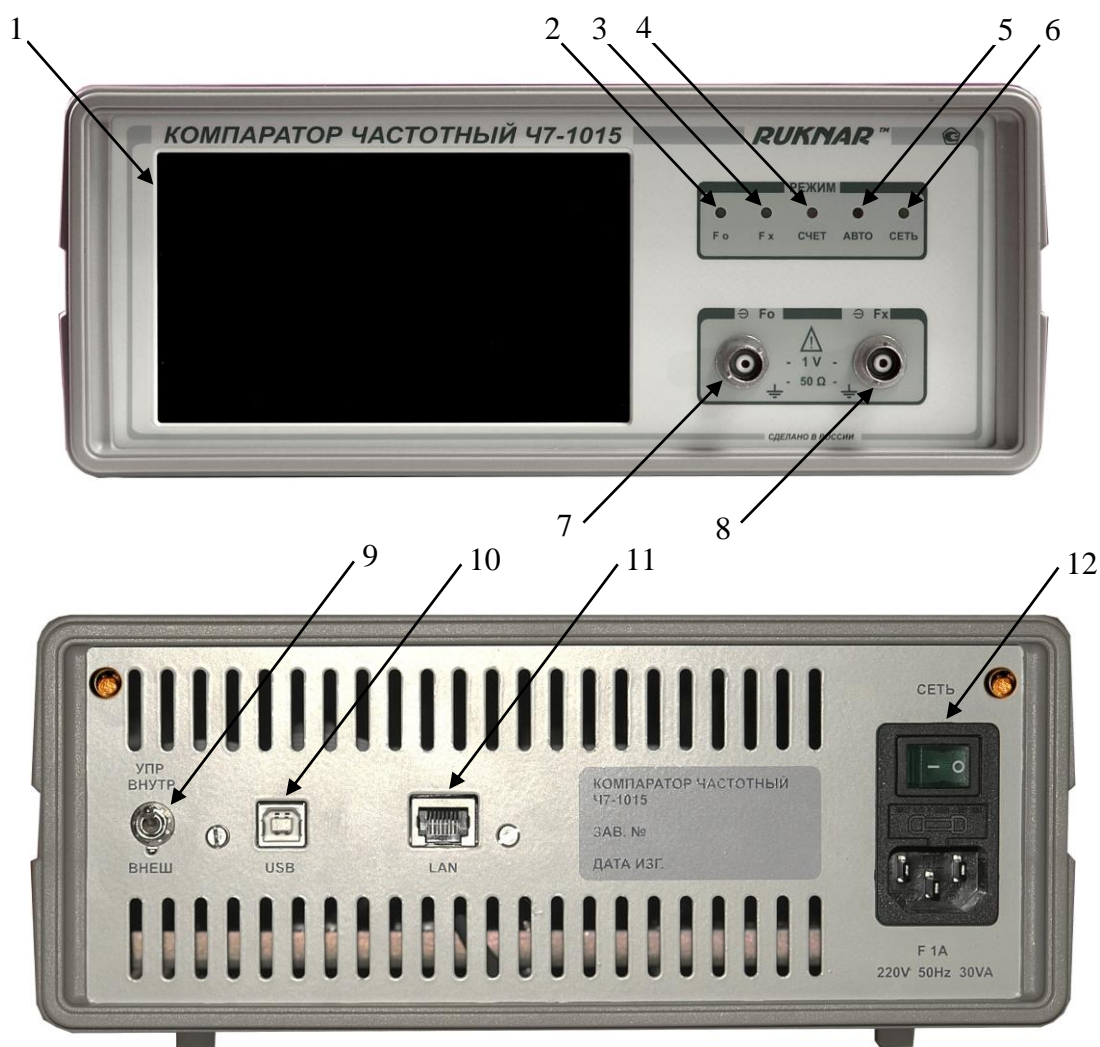


Рисунок 6.1 – Расположение органов управления и присоединительных разъемов компаратора частотного Ч7-1015.

Таблица 6.1

Позиция на рисунке 6.1	Маркировка	Назначение
Передняя панель		
1		Сенсорный экран. Служит для управления процессом измерений и индикации полученных результатов.
2	«Fo»	Индикатор зелёного цвета свечения. Указывает на наличие входного сигнала на разъеме « $\ominus$ Fo».
3	«Fx»	Индикатор зелёного цвета свечения. Указывает на наличие входного сигнала на разъеме « $\ominus$ Fx».
4	«СЧЕТ»	Индикатор желтого цвета свечения. Включение светодиода с периодом 1 с свидетельствует об идущих измерениях.
5	«АВТО»	Индикатор красного цвета свечения. Указывает на нахождение прибора в режиме накопления.
6	«СЕТЬ»	Индикатор зеленого цвета свечения. Указывает на включенное состояние прибора.
7	« $\oplus$ Fo»	Высокочастотный разъем. Вход опорного (эталонного) сигнала.
8	« $\oplus$ Fx»	Высокочастотный разъём. Вход исследуемого сигнала.
Задняя панель		
9	«УПР ВНУТР / ВНЕШ»	Тумблер. Переключает управление прибором на интерфейс USB при работе с внешним ПК. Исходное положение – «ВНУТР». Переход в положение «ВНЕШ» сопровождается отключением дисплея прибора.
10	«USB»	Разъем. Интерфейс USB для связи с внешним ПК.
11	«LAN»	Низкочастотный разъём. Связь по локальной сети с внешним ПК.
12	«F 1A 220V 50Hz 30VA»	Сетевой разъём. Питание от сети переменного напряжения 220 В.

### 6.3 Подготовка к проведению измерений

6.3.1 Убедитесь в соответствии условий применения прибора условиям, приведенным в таблице 4.1.





6.3.2 Проверьте наличие и исправность линии защитного заземления и подключите прибор к сети питания переменного тока напряжением  $(220 \pm 22)$  В и частотой  $(50 \pm 0,5)$  Гц. **Не используйте для подключения прибора к сети переходники, не имеющие контакта защитного заземления!**

### 6.4 Проведение измерений

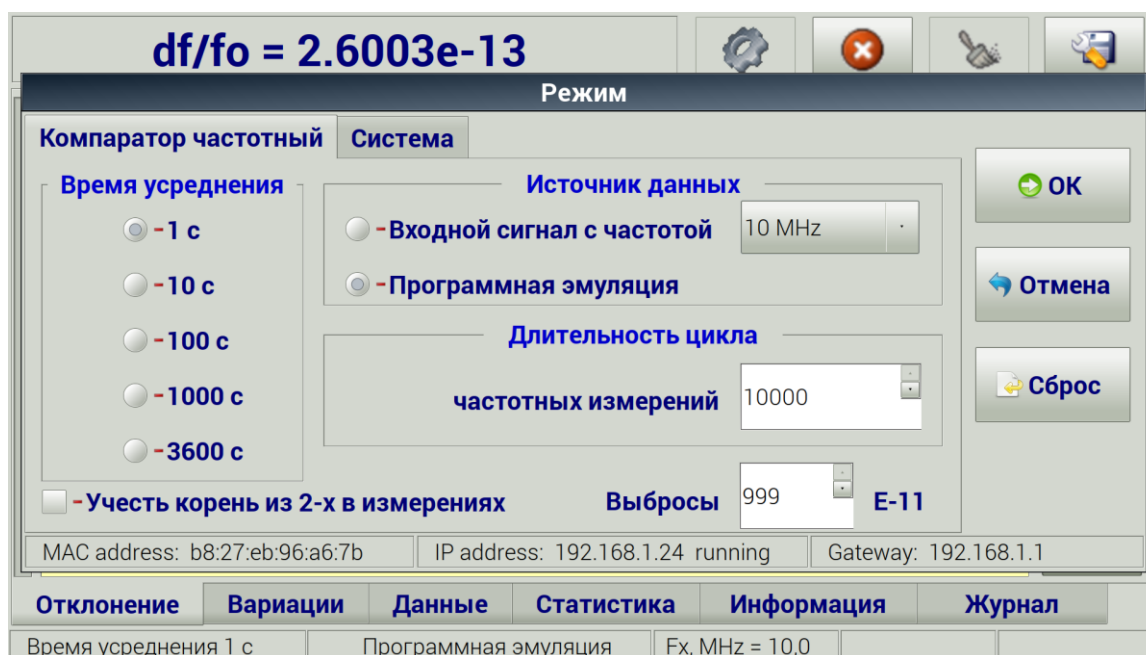
6.4.1 Подключите к прибору источники опорного (вход « $\ominus$  Fo») и исследуемого (вход « $\ominus$  Fx») сигнала с помощью высокочастотных кабелей. Установите тумблер «УПР» в положение «ВНУТР». В этом положении тумблера управление прибором производится с передней панели прибора. Включите питание выключателем «СЕТЬ», расположенным на задней панели прибора. При этом загорается зелёный светодиод «СЕТЬ» (поз. 5 рисунка 6.1) и в течение короткого интервала времени производится запуск программного обеспечения. Наличие сигналов на входах прибора можно проконтролировать по свечению соответствующих светодиодов зелёного цвета на передней панели прибора: «Fo» - опорный сигнал и «Fx» - исследуемый сигнал. Для проведения измерений с гарантированной точностью прогрейте прибор в течение 15 мин.

Управление прибором осуществляется через оконный интерфейс с сенсорным управлением. После включения прибора и загрузки программного обеспечения автоматически открывается главное окно прибора. Главное окно прибора состоит из расположенных сверху вниз панели кнопок быстрого запуска, кнопки-панели результата текущих измерений, панели отображения информации, панели вкладок и строки состояния. После загрузки программного обеспечения окно выглядит следующим образом:



С помощью кнопок быстрого запуска можно управлять процессом измерений и вызывать окно настройки режимов. Они имеют следующее назначение: кнопка  («Пуск») – запуск процесса частотных измерений, кнопка  («Стоп») – остановка процесса текущих измерений, кнопка  («Сброс») – сброс результатов проведенных измерений и очистка всех элементов отображения, кнопка  («Режим») – вызов окна выбора параметров проводимых измерений.

Нажмите кнопку «Режим» и откройте окно с одноименным названием, которое выглядит следующим образом:



На вкладке «Компаратор частотный» выберите в поле «Время усреднения» требуемое значение, а в поле «Источник данных» вариант «Входной сигнал» с частотой из ряда: 1 МГц; 2,048 МГц; 5 МГц; 10 МГц; 10,24 МГц.

В окне «Длительность цикла» выберите требуемое количество измерений, по которым будут рассчитываться статистические характеристики исследуемого сигнала. По достижении этого значения измерения будут автоматически остановлены. Если вы работаете с двумя одинаковыми источниками сигналов, то вы можете выбрать вариант «Учесть корень из 2-х в измерениях». В этом случае значения среднеквадратического относительного отклонения, двухвыборочного относительного отклонения частоты и вариации Адамара будут дополнительно поделены на корень из двух, и могут быть отнесены к обоим источникам сигналов. Для исключения влияния случайных скачков частоты на результаты измерений в поле «Выбросы» укажите границу, за пределами которой все значения относительной разности частот входных сигналов не будут учитываться при вычислении метрологических характеристик.

Закройте окно «Режим» нажатием кнопки «ОК». Закрытие окна кнопкой «Отмена» отменяет сделанные изменения, а нажатие кнопки «Сброс» устанавливает все параметры прибора в значения по умолчанию: время усреднения – 1 с, источник данных – «Входной сигнал» с частотой 10 МГц, длительность цикла – 10 000 измерений. Параметры, имеющие отношение к процессу измерений, принимают новые значения с запуском нового цикла измерений.






Запустите процесс измерений нажатием кнопки «Пуск». Проконтролируйте наличие процесса измерений по миганию светодиода «СЧЕТ» (поз. 3 рисунка 6.1) с периодом 1 с. Во избежание влияния переходных процессов на результаты измерений, данные измерений начинают отображаться на панели отображения информации примерно через 3 с после нажатия кнопки «Пуск». Текущие результаты измерений относительного отклонения частоты исследуемого сигнала относительно эталонного отображаются в рабочем окне на панели отображения информации в виде непрерывного графика:




При выборе времени усреднения большим, чем 1 с, в левой части рабочего окна активизируется индикатор состояния, показывающий в графическом виде время, оставшееся до получения очередного усредненного значения.

6.4.2 График относительного отклонения частоты всегда отображает данные страницами по сто измерений. При текущем цикле измерений на графике представляются сто последних измеренных значений. Кнопки вертикальной навигации, расположенные справа, позволяют привести график к виду удобному для восприятия. Назначение кнопок навигации приведено в таблице 6.2.

Таблица 6.2

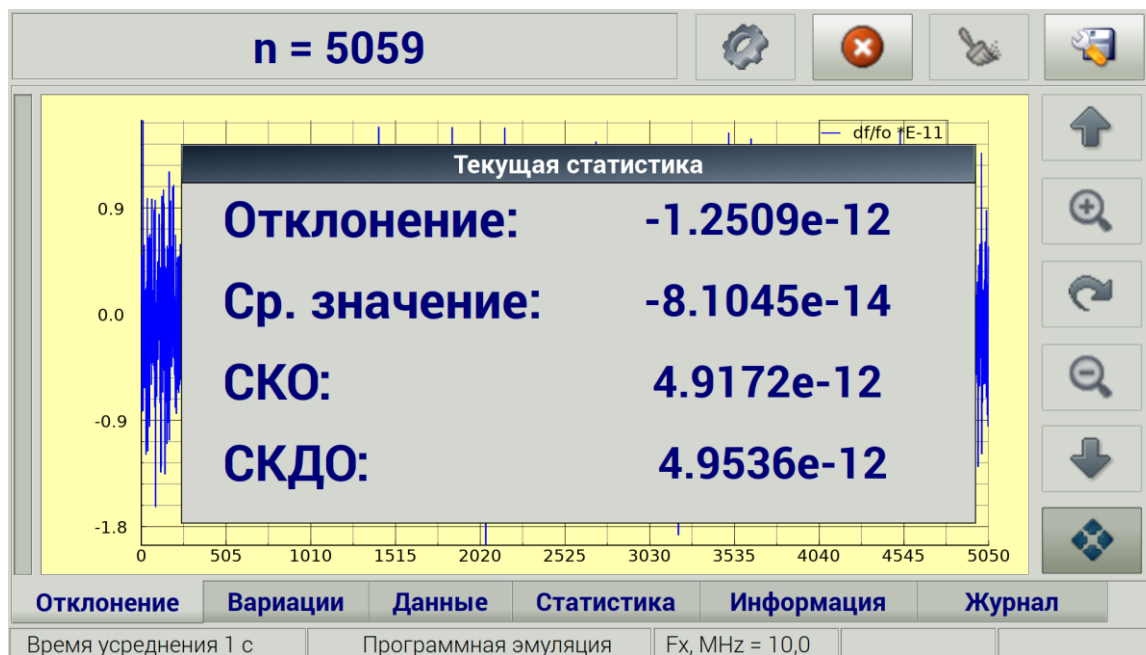
Кнопка	Назначение
	Сдвигает график вверх в вертикальном направлении.
	Увеличивает масштаб отображения графика в два раза.
	Возвращает масштаб отображения графика к значениям по умолчанию.
	Уменьшает масштаб отображения графика в два раза.
	Сдвигает график вниз в вертикальном направлении.

При нажатии кнопки  все данные измерений отображаются в одном окне с автоматическим масштабированием:



После начала измерений текущее значение относительного отклонения частоты отображается на кнопке-панели результата текущих измерений в левом верхнем углу рабочего окна и на графике вкладки «Отклонение». При необходимости, нажатием на кнопку-панель результата текущих измерений, вы можете вызвать на экран дочернее окно «Текущая статистика», в котором будут отображаться текущие значения относительного отклонения частоты, среднее относительного отклонения частоты, среднеквадратическое относительное отклонение частоты и среднеквадратическое относительное двухвыборочное отклонение частоты. В этом случае внешний вид рабочего окна прибора примет следующий вид:





Текущая статистика обновляется с приходом каждого нового значения отклонения частоты. Нажатие на дочернее окно скрывает его. Расположенная внизу рабочего окна строка состояния показывает текущие значения параметров измерений, а также среднеквадратическое значение напряжения входных сигналов. Следует отметить, что изменить значения параметров измерений в окне «Режим» вы можете в любое время, но изменения вступят в силу только после завершения текущего цикла измерений и запуска нового.

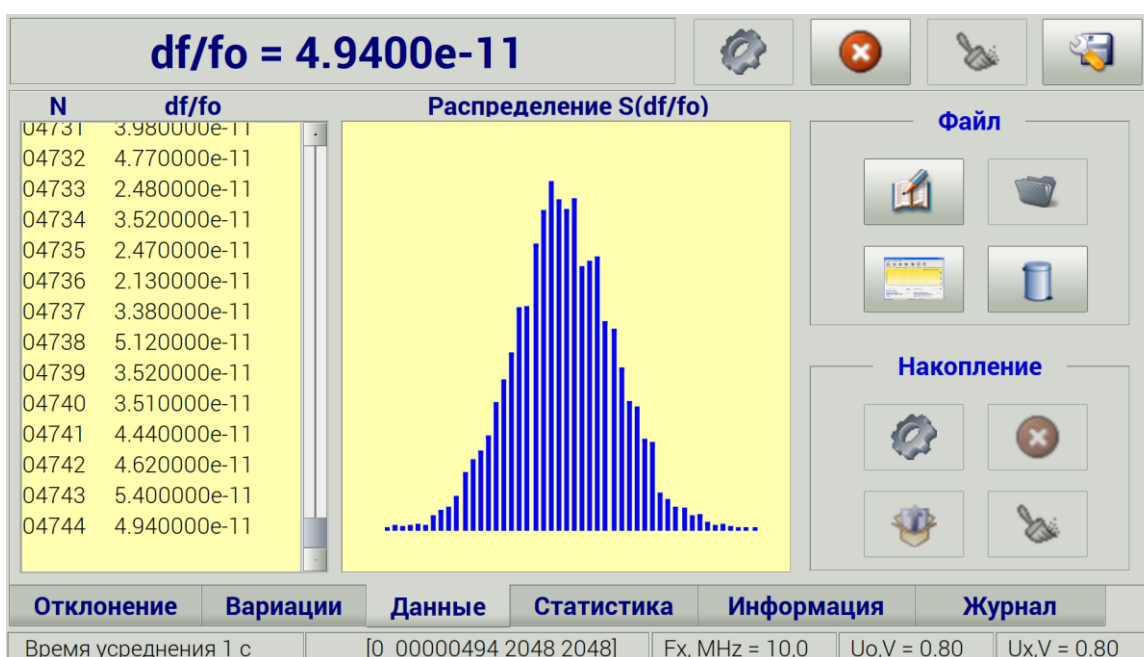
Остановка текущего цикла измерений производится нажатием кнопки «Стоп». Нажатием кнопки «Сброс» производится очистка всех полей индикации, таблиц и графиков от результатов последнего цикла измерений.


Результаты измерений представляются на четырех вкладках рабочего окна. Вкладка «Отклонение» была уже рассмотрена. На вкладке «Вариации» по произведенным измерениям строится график зависимости среднеквадратического относительного отклонения частоты и среднеквадратического относительного двухвыборочного отклонения частоты от времени усреднения. Текущие значения этих характеристик для времен усреднения 1, 10, 100 и 1000 с приводятся в таблице ниже графика, а для всех остальных вносятся в текстовый протокол измерений. Вкладка «Вариации» имеет следующий вид:




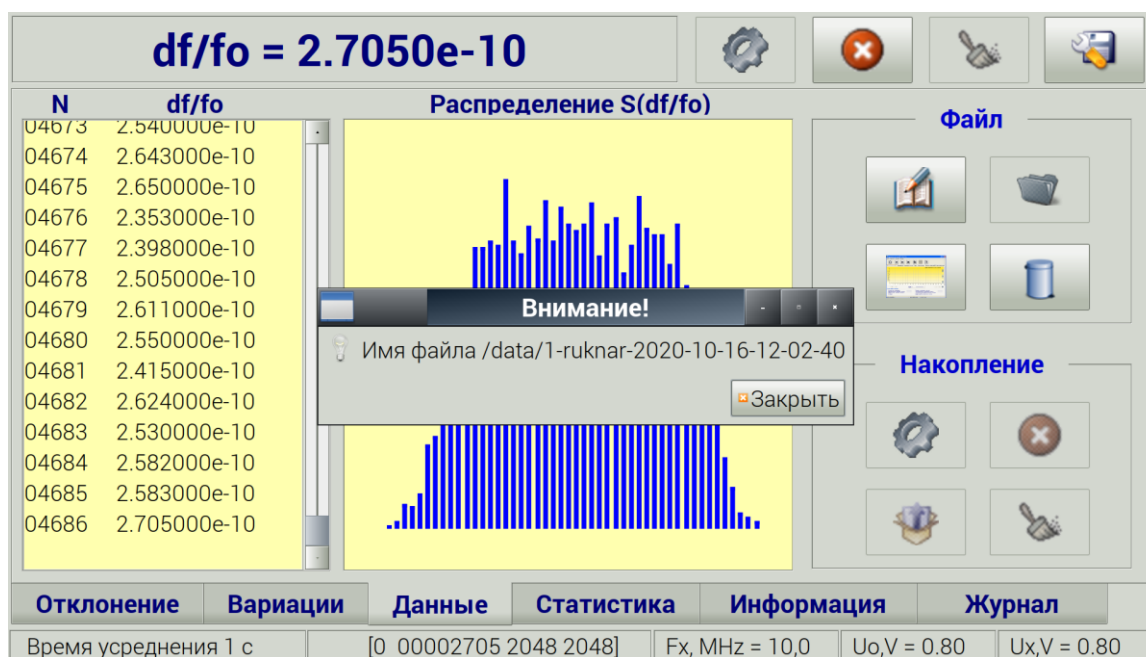
На вкладке «Данные» измеренные значения относительного отклонения вместе с номером измерения заносятся в текстовое поле, где могут быть просмотрены с помощью полос прокрутки.



Расположенная в центре вкладки гистограмма распределения измеренных значений относительного отклонения помогает определить характер флуктуаций частоты сигнала и определить источник нестабильности. На этой же вкладке расположены кнопки сохранения текущего массива измерений в файл, открытия или удаления ранее сохраненного массива измерений или протокола.



При нажатии кнопки  («Сохранить») массив измерений сохраняется во внутренней энергонезависимой памяти прибора в виде файла, имя которого сообщается пользователю. Имя файла формируется из текущих даты и времени и является уникальным. Формат представления данных в файле позволяет использовать их для дальнейшей обработки программами статистического анализа (например, Stable32).

При нажатии кнопки  происходит сохранение массива измерений в формате программного обеспечения, поставляемого в комплекте с прибором. Это программное обеспечение, в случае импорта в него данных, предоставляет дополнительные возможности для их анализа. Внешний вид окна при сохранении данных измерений приведен ниже.



При нажатии кнопки  («Открыть») вам будет предложено окно выбора файла, в котором вы сможете выбрать один из ранее сохраненных файлов. При нажатии кнопки  («Удалить») вы сможете удалить ненужные файлы. Будьте осторожны при удалении файлов. Удаление производится без дополнительного подтверждения.

На вкладке «Статистика» расположена сводная таблица метрологических характеристик, рассчитанных по текущему массиву измерений. Расчет характеристик начинается со второго измерения и обновляется с приходом каждого нового значения. Для расчета основных статистических характеристик используются формулы стандарта ГОСТ 23512.

Нажатием на панель «Наименование объекта поверки» вызывается экранная клавиатура, позволяющая ввести тип и заводской номер измеряемого прибора для последующего внесения в протокол измерений. Расположенная справа от панели кнопка предназначена для удаления введенной записи.

**df/fo = 2.2560e-10**

Наименование объекта поверки:

Количество измерений	3951	Разброс	1.8860e-10
Среднее значение	1.6679e-10	Систематическое изменение	3.2930e-14
Минимальное значение	7.0200e-11	Среднеквадратическое отклонение	3.9870e-11
Максимальное значение	2.5880e-10	Двухвыборочное отклонение	1.3476e-11
Медианное значение	1.6700e-10	Вариация Адамара	1.3506e-11

Отклонение    Вариации    Данные    Статистика    Информация    Журнал

Время усреднения 1 с    [0 00002256 2048 2048]    Fx, MHz = 10,0    Uo,V = 0.80    Ux,V = 0.80

При нажатии кнопки «Сформировать протокол», на основании текущего массива измерений создается два протокола, один в текстовом, другой в графическом (.pdf) виде. Формирование протокола в PDF-формате происходит в течение 20 с, при этом текущие измерения не прерываются. В протоколы вносятся все измеренные на данный момент характеристики, время, дата проведения измерений и наименование прибора, если оно было введено.

**df/fo = 2.2780e-10**

Наименование объекта поверки:

Введите наименование объекта поверки

Рубидиевый стандарт частоты FS725


1	2	3	4	5	6	7	8	9	0	-	
Й	Ц	У	К	Е	Н	Г	Ш	Щ	З	Х	
Ф	Ы	В	А	П	Р	О	Л	Д	Ж	Э	
Я	Ч	С	М	И	Т	Ь	Б	Ю	Ъ	,	
Caps										Rus/Eng	

Отклонение    Вариации    Данные    Статистика    Информация    Журнал

Время усреднения 1 с    [0 00002278 2048 2048]    Fx, MHz = 10,0    Uo,V = 0.80    Ux,V = 0.80

Для проведения долговременных (до десяти суток) непрерывных измерений реализован режим накопления, позволяющий существенно сохранить ресурс прибора и снизить его энергопотребление. В этом режиме блок компаратора частотного работает автономно, сохраняя измеренные и усредненные за час данные в своей оперативной памяти, а передняя панель прибора с вычислительным устройством включается периодически только для получения накопленных данных.

В режиме накопления экран прибора может быть отключен путем перевода переключателя «УПР» на задней панели в положение «ВНЕШ». При включении экрана (перевод переключателя в положение «ВНУТР») для возможности получения накопленных данных необходимо перевести прибор в режим накопления.

Управление режимом осуществляется с помощью кнопок панели «Накопление» на вкладке «Данные». При включении режима накопления загорается красный светодиод «АВТО» на передней панели прибора. В режиме накопления происходят часовые измерения относительной разности частот входных сигналов. При нажатии кнопки  панели «Накопление» можно получить результаты проведенных измерений. По прошествии трех и более суток с начала измерений на вкладке «Статистика» при нажатии кнопки «Показать суточные» происходит пересчет результатов измерений за интервал времени усреднения 1 сутки. Если при этом сформировать протокол измерений, то он также будет создан для времени усреднения 1 сутки. В режиме накопления прибор может сохранить до 255 часовых значений, что соответствует более чем десяти полным суткам измерений. Если измерения не остановлены после накопления 255 часовых значений, то происходит замена самых старых значений новыми таким образом, что в памяти всегда будет сохранено 255 последних значений.

На вкладке «Информация» приведены данные основных технических характеристик отечественных и зарубежных рубидиевых стандартов частоты, представленных на российском рынке. При желании данные основных метрологических характеристик выбранного типа стандарта частоты можно внести в протокол измерений для сравнения с полученными результатами.

df/fo = 2.2530e-10






**Прибор** FS725



**Производится:** Да

**Заменяется на:** Ч1-1011

**Внести данные в протокол**

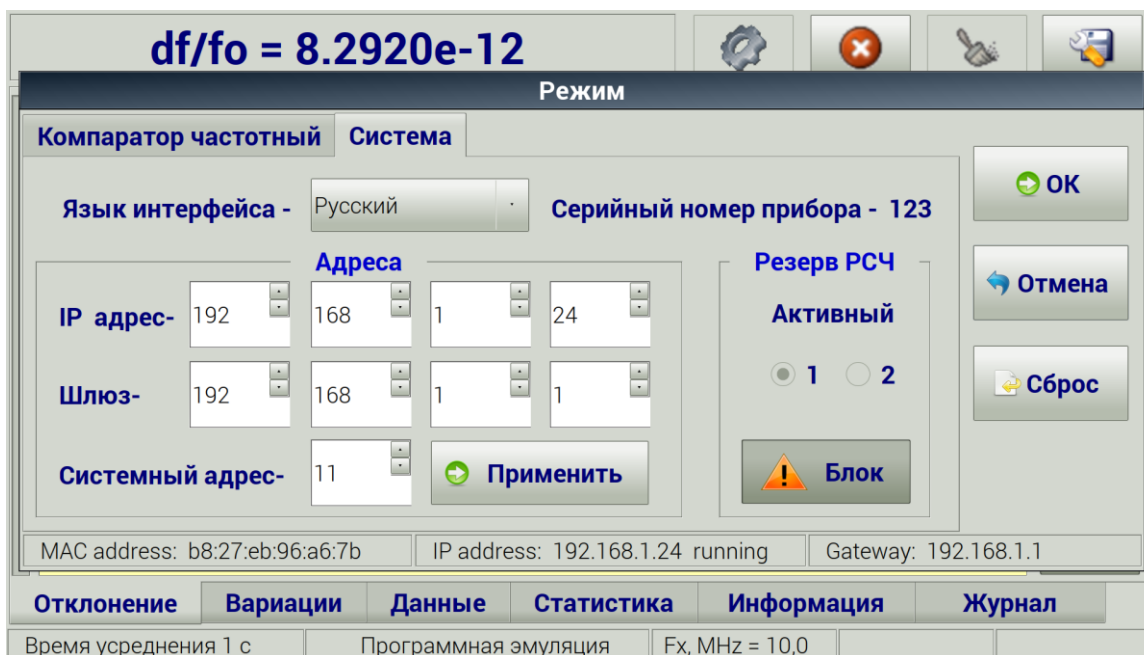
**Рубидиевый стандарт частоты FS725**

<b>Разработка</b>	Stanford Research	2006 года
<b>Частоты сигналов:</b>	5; 10 МГц; 1 Гц;	
<b>Погрешность:</b>	+- 5.0e-11	
<b>СКДО 1с; 10с; 100с;</b>	2.0e-11; 1.0e-11; 2.0e-12;	
<b>СКДО 1 сутки:</b>	не регл.	
<b>Дрейф за сутки:</b>	+- 1.66e-12	
<b>Воспроизводимость:</b>	5.0e-11	

Отклонение
Вариации
Данные
Статистика
Информация
Журнал

Время усреднения 1 с
[0 00002253 2048 2048]
Fx, MHz = 10,0
Uo,V = 0.80
Ux,V = 0.80

На вкладке «Система» окна настроек «Режим» для информации указан серийный номер прибора, а в строке состояния окна MAC-адрес и текущий IP-адрес прибора. Здесь же можно выбрать язык интерфейса: русский или английский. Прибор имеет возможность дистанционного управления всеми режимами работы через потоковый сокет протокола TCP и может работать в составе автоматизированной системы. Для этого в панели «Адреса» нужно установить требуемые системный и IP-адреса прибора, а также адрес шлюза по умолчанию. Адреса устанавливаются после нажатия кнопки «Применить». Реально установленные в системе значения адресов отображаются в строке состояния окна. Язык интерфейса изменяется сразу после закрытия окна «Режим».



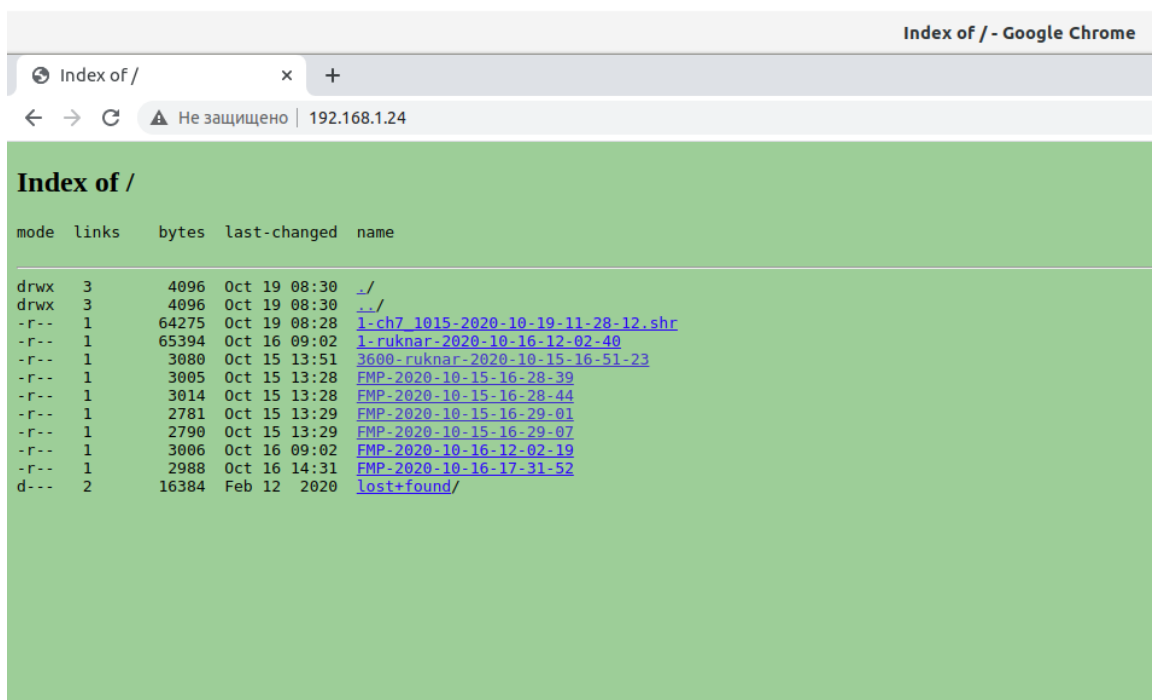
6.4.3 В приборе предусмотрена возможность работы с внешним ПК, на котором установлено программное обеспечение «Компаратор частотный ЧК7-1012» (Short) разработки ЗАО «РУКНАР», поставляемое в комплекте с прибором. Использование этого программного обеспечения дает возможность более глубокого исследования результатов измерений и обеспечивает большую наглядность процесса измерений. В режиме работы с внешним ПК также имеется возможность архивирования результатов измерений в виде текстовых файлов. По результатам измерений метрологических характеристик исследуемого сигнала автоматически подготавливается протокол поверки, который может быть распечатан на принтере, подключенном к ПК. Как упоминалось ранее, существует возможность экспорта в программу «Компаратор частотный ЧК7-1012» результатов уже проведенных на приборе измерений без каких-либо ограничений функциональных возможностей.

Перед началом работы с ПК необходимо установить программное обеспечение с компакт-диска РУГА.411146.008 МД, входящего в комплект поставки прибора, следуя указаниям, изложенным в «Руководстве по эксплуатации программного обеспечения компаратора частотного Ч7-1015» (находится на том же компакт-диске в каталоге /DOC, файл Soft\_CH7-1015.pdf).



В режиме работы с внешним ПК компаратор частотный Ч7-1015 соединяется с ПК кабелем USB интерфейса, входящим в комплект поставки прибора. При этом переключатель «УПР», расположенный на задней панели прибора, переводится в положение «ВНЕШ». Тем самым, управление прибором передается на внешний ПК, индикация результатов измерений производится на мониторе ПК, а экран и вычислительное устройство прибора отключаются.

Прибор обеспечивает доступ с внешнего ПК к сохраненным данным измерений (массивам измеренных данных, протоколам, экспортируемым данным) через сетевое соединение по протоколу ТСР/ІР. Для доступа к данным прибор следует соединить соответствующим сетевым кабелем с ПК либо непосредственно, либо через коммутатор/маршрутизатор и настроить сетевое соединение. Для этого возможно придется изменить ІР-адрес прибора, установленный по умолчанию. Это можно сделать на вкладке «Система» окна «Режим». После того, как сетевое соединение установлено и проверено, можно получить доступ к файлам, сохраненным на приборе, через любой браузер, установленный на ПК, просто вводом в адресной строке ІР-адреса прибора:



## 7 Поверка прибора

### 7.1 Общие сведения

7.1.1 Настоящий раздел устанавливает порядок, методы и средства поверки компаратора частотного Ч7-1015.

7.1.2 Порядок организации и проведения поверки должен соответствовать установленному в «Порядке проведения поверки средств измерений, требованиям к знаку поверки и содержанию свидетельства о поверке».

7.1.3 Интервал между поверками – 12 мес.

### 7.2 Операции и средства поверки

При проведении поверки должны быть выполнены операции и применены средства поверки, указанные в таблице 7.1.

Таблица 7.1

Наименование операции	Номер пункта методики поверки	Рекомендуемое средство поверки (наименование, тип)	Основные технические характеристики средства поверки
1	2	3	4
1 Внешний осмотр	7.4.2	-	-
2 Опробование	7.4.3	-	-
3 Подтверждение соответствия программного обеспечения	7.4.4	-	-
4 Определение метрологических характеристик прибора:	7.4.5		
- отклонения частоты измеряемого сигнала от номинального значения и систематической составляющей погрешности измерения относительной разности частот входных сигналов	7.4.5.1	Стандарт частоты и времени Ч1-1011/1  Генератор сигналов 33612А	Среднеквадратическое относительное двухвыборочное отклонение частоты выходного сигнала за 10 с не более $5 \cdot 10^{-12}$  Максимальная частота 80 МГц. Дискретность установки частоты $\pm 1$ мкГц
- отклонения частоты опорного сигнала от номинального значения	7.4.5.2	Стандарт частоты и времени Ч1-1011/1  Генератор сигналов 33612А	



Продолжение таблицы 7.1

1	2	3	4
- среднеквадратического относительного отклонения результата измерений частоты	7.4.5.3	Стандарт частоты и времени Ч1-1011/1	Среднеквадратическое относительное двухвыборочное отклонение частоты выходного сигнала за 1 с не более $1,4 \cdot 10^{-11}$ , за 10 с не более $5 \cdot 10^{-12}$ , за 100 с не более $2 \cdot 10^{-12}$ , за 1 сутки не более $5 \cdot 10^{-12}$
5 Проверка обработки информации, интерфейсных функций и прикладного программного обеспечения	7.4.5.4	Стандарт частоты и времени Ч1-1011/1	Среднеквадратическое относительное двухвыборочное отклонение частоты выходного сигнала за 10 с не более $5 \cdot 10^{-12}$

## Примечания:

1 При проведении поверки могут быть применены другие средства измерений (СИ), обеспечивающие измерение контролируемых параметров с требуемой точностью.

2 Все СИ, используемые при поверке, должны быть поверены.

3 Проведение поверки для меньшего числа измеряемых величин или на меньшем числе поддиапазонов измерений невозможно.

## 7.3 Условия поверки и подготовка к ней

7.3.1 При проведении поверки должны соблюдаться следующие условия:

- температура окружающей среды, °С .....  $20 \pm 5$ ;
- относительная влажность воздуха, % ..... от 30 до 80;
- атмосферное давление, кПа (мм рт. ст.) ..... от 84 до 106 (от 630 до 795);
- напряжение сети питания, В .....  $220 \pm 4,4$ ;
- частота сети питания, Гц .....  $50 \pm 0,5$ .

**ПРИМЕЧАНИЕ:** допускается проведение поверки в условиях, реально существующих в лаборатории и отличающихся от нормальных, если они не выходят за пределы рабочих условий, установленных на прибор и средства измерений.

7.3.2 Подготовить прибор к поверке в соответствии с разделами 3, 5.4 и 6.3 настоящего руководства.

#### 7.4 Проведение поверки

7.4.1 Поверка прибора проводится в соответствии с перечнем и последовательностью операций, приведенных в таблице 7.1.

7.4.2 При проведении внешнего осмотра необходимо установить соответствие прибора следующим требованиям:

- комплектность прибора должна соответствовать таблице 4.2;
- соответствие внешнего вида прибора требованиям раздела 5.3.1.

Приборы, имеющие дефекты, бракуются.

7.4.3 Опробование проводят в соответствии с разделом 6.4.1 настоящего руководства для оценки его исправности без применения средств поверки. Характеристики входных сигналов, подключаемых к прибору, должны соответствовать требованиям п. 4.4.1. Неисправные приборы бракуются.

7.4.4 Для подтверждения соответствия ПО после включения прибора в рабочем окне на вкладке «Журнал» проводят проверку номера версии ПО, который должен быть не ниже номера 1.0.0.

#### 7.4.5 Определение метрологических характеристик прибора

7.4.5.1 Определение отклонения частоты измеряемого сигнала от номинального значения и систематической составляющей погрешности измерения относительной разности частот входных сигналов проводят при первичной поверке следующим образом. Подключают приборы согласно схеме, приведенной на рисунке 7.1.

На генераторе сигналов 33612А устанавливают отклонение частоты выходного сигнала от номинального значения  $\pm 1$  Гц, что в относительных единицах составляет  $\pm 1 \cdot 10^{-6}$ ,  $\pm 2 \cdot 10^{-7}$  и  $\pm 1 \cdot 10^{-7}$  для сигналов с частотами 1 МГц, 5 МГц и 10 МГц, соответственно. При этом на приборе устанавливают время усреднения 1 с, число измерений 50.

Последовательно проводят измерение относительного отклонения частоты для измеряемых сигналов с частотами 1 МГц, 5 МГц и 10 МГц.

Результаты поверки считают удовлетворительными, если полученные значения относительного отклонения частоты составляют величину  $\pm 1,012 \cdot 10^{-6}$ ,  $\pm 2,024 \cdot 10^{-7}$  и  $\pm 1,024 \cdot 10^{-7}$  для измеряемых сигналов с частотами 1 МГц, 5 МГц и 10 МГц, соответственно.

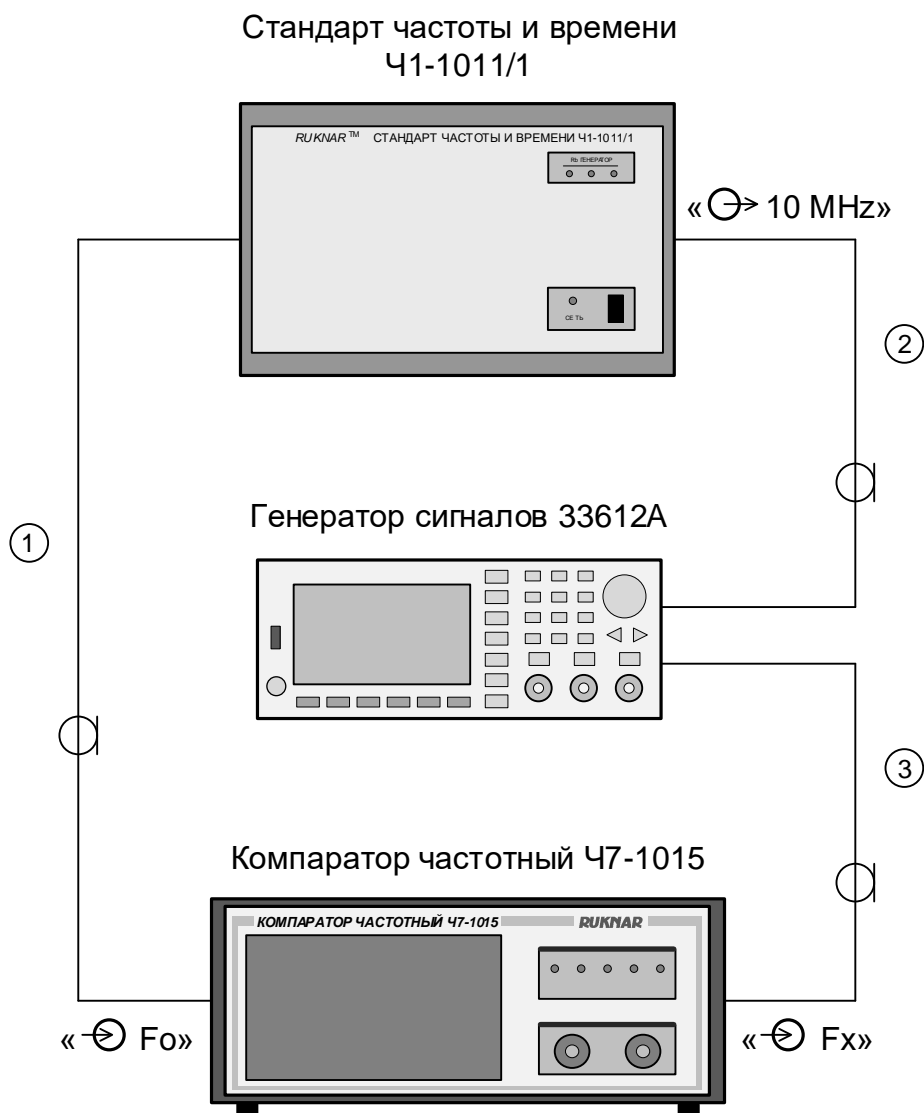


Рисунок 7.1 – Схема электрическая подключения приборов для определения отклонения частоты измеряемого сигнала от номинального значения и систематической составляющей погрешности измерений.

1, 2, 3 – ВЧ кабели.

7.4.5.2 Определение отклонения частоты опорного сигнала от номинального значения проводят при первичной поверке следующим образом. Подключают приборы согласно схеме, приведенной на рисунке 7.2.

На генераторе сигналов 33612А устанавливают отклонение частоты выходного сигнала от номинального значения  $\pm 1$  Гц, что в относительных единицах составляет  $\pm 2 \cdot 10^{-7}$  и  $\pm 1 \cdot 10^{-7}$  для сигналов с частотами 5 МГц и 10 МГц, соответственно. При этом на приборе устанавливают время усреднения 1 с, число измерений 50.

Последовательно проводят измерение относительного отклонения частоты для опорных сигналов с частотами 5 МГц и 10 МГц.

Результаты поверки считают удовлетворительными, если полученные значения относительного отклонения частоты составляют величину  $\pm 2,024 \cdot 10^{-7}$  и  $\pm 1,012 \cdot 10^{-7}$  для опорных сигналов с частотами 5 МГц и 10 МГц, соответственно.

7.4.5.3 Определение среднеквадратического относительного отклонения результата измерений частоты проводят следующим образом. Подключают приборы согласно схеме, приведенной на рисунке 7.3.

При этом на приборе устанавливают время усреднения 1 с, число измерений 50, частоту входного сигнала 10 МГц и измеряют среднеквадратическое относительное отклонение частоты входных сигналов. Повторяют измерения для времен усреднения 10 с и 100 с при числе измерений 30 и для времен усреднения 1000 с, 3600 с и 1 сутки при числе измерений 10. При измерениях для времен усреднения 1000 с, 3600 с и 1 сутки изменения температуры в помещении не должны превышать  $\pm 2$  °С.

Примечания:

1 Измерения для входных сигналов с частотами 1 МГц; 2,048 МГц; 5 МГц и 10,24 МГц не проводят. При нахождении в пределах допуска метрологических характеристик прибора для входных сигналов с частотой 10 МГц конструкция и принцип работы компаратора обеспечивают необходимые метрологические характеристики прибора для входных сигналов с другими частотами.

2 Определение погрешности измерения относительной разности частот входных сигналов для времен усреднения 1000 с, 3600 с и 1 сутки проводят только при первичной поверке.

Результаты поверки считают удовлетворительными, если полученные значения среднеквадратического относительного отклонения частоты не превышают значений, указанных в п. 4.4.2.

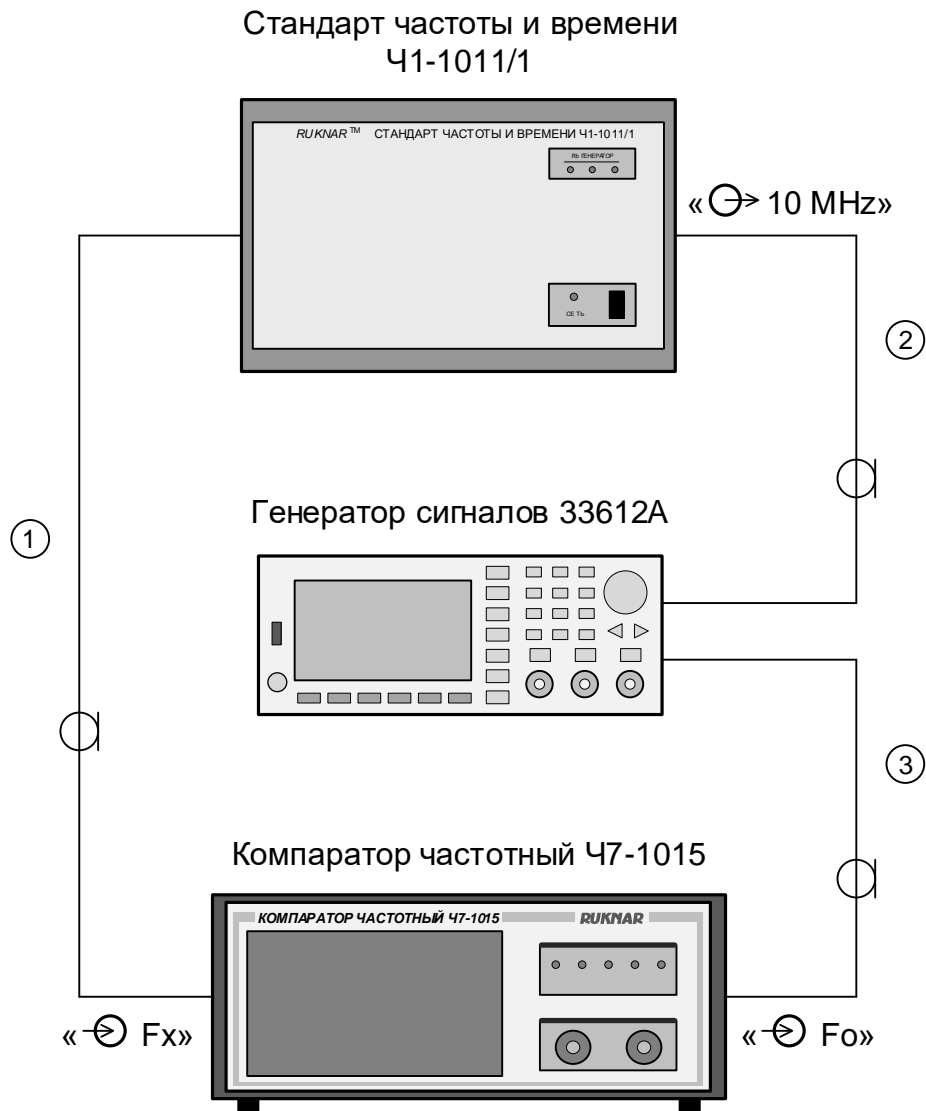


Рисунок 7.2 – Схема электрическая подключения приборов для определения отклонения частоты опорного сигнала от номинального значения.

1, 2, 3 – ВЧ кабели.

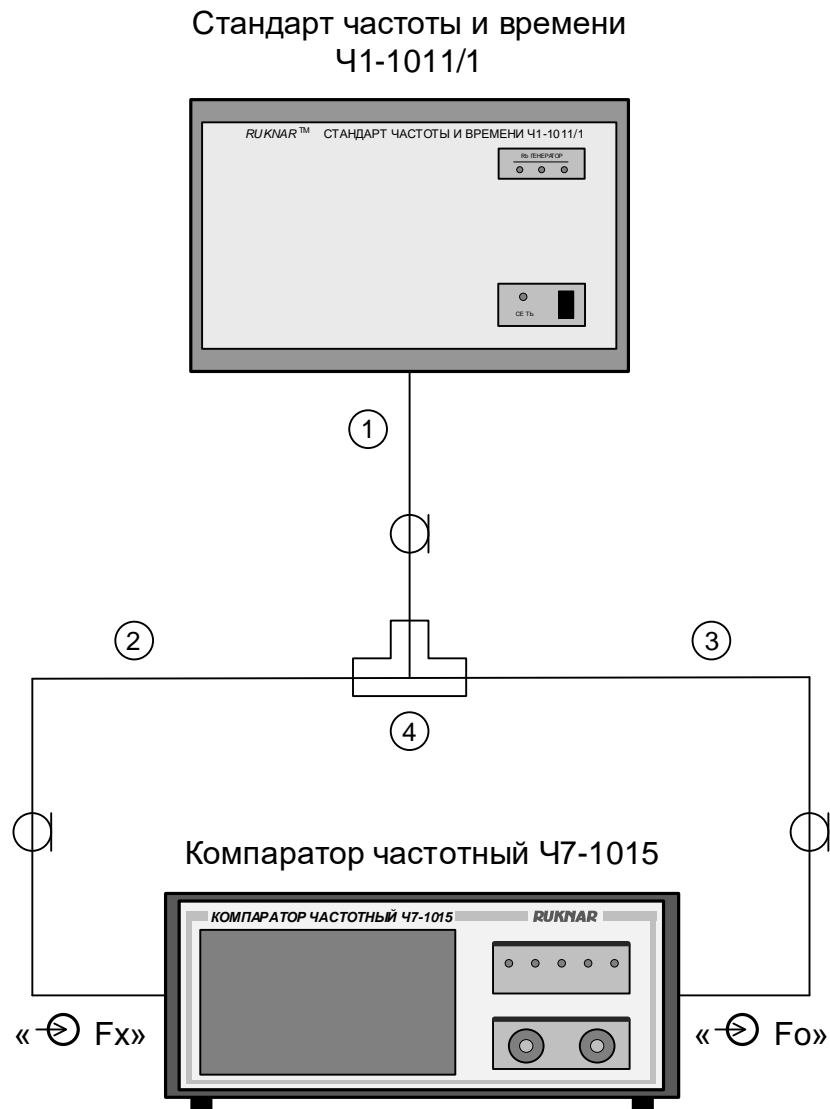


Рисунок 7.3 – Схема электрическая подключения приборов для определения среднеквадратического относительного отклонения результата измерений частоты.

1, 2, 3 – ВЧ кабели,

4 – переход СР-50-95ФВ. Входит в состав комплекта Ч7-1015.

7.4.5.4 Проверку обработки информации, интерфейсных функций и прикладного программного обеспечения проводят следующим образом.

Подключают приборы согласно схеме, приведенной на рисунке 7.4.

Перед началом работы с внешним ПК необходимо установить программное обеспечение с компакт-диска РУГА.411146.008 МД, входящего в комплект поставки прибора, следуя указаниям, изложенным в «Руководстве по эксплуатации программного обеспечения компаратора частотного Ч7-1015» (находится на том же компакт-диске).

Прибор подключают к внешнему ПК с помощью кабеля USB интерфейса. Переключатель «УПР», расположенной на задней панели прибора, должен находиться в положении «ВНУТР». При этом на приборе и в рабочем окне программы обработки измерений компаратора частотного на ПК устанавливают время усреднения 10 с, длительность цикла измерений 30, частоту входного сигнала 10 МГц.

После этого одновременно запускают цикл измерений на приборе и на внешнем ПК. После окончания цикла измерений сравнивают результаты измерений среднеквадратического относительного отклонения частоты входных сигналов и средней относительной разности частот входных сигналов, полученные на дисплее прибора и на мониторе внешнего ПК, с результатами расчета выше указанных метрологических характеристик по данным измерений вручную.

Результаты поверки считают удовлетворительными, если результаты измерений выше указанных метрологических характеристик на дисплее прибора и на мониторе внешнего ПК отличаются от результатов расчета вручную не более чем на 10 %.

## 7.5 Оформление результатов поверки

7.5.1 Результаты поверки оформляются в соответствии с «Порядком проведения поверки средств измерений, требованиям к знаку поверки и содержанию свидетельства о поверке».

7.5.2 Если прибор по результатам поверки признан пригодным к применению, то на него наносится знак поверки и выдается свидетельство о поверке или делается запись в формуляре, заверяемая подписью поверителя и знаком поверки. Знак поверки наносится давлением на специальную мастику пломбы, расположенную в месте крепления верхней крышки.

7.5.3 В случае отрицательных результатов поверки прибор признают непригодным к применению, выписывается извещение о непригодности к применению и вносится запись о непригодности в формуляр.

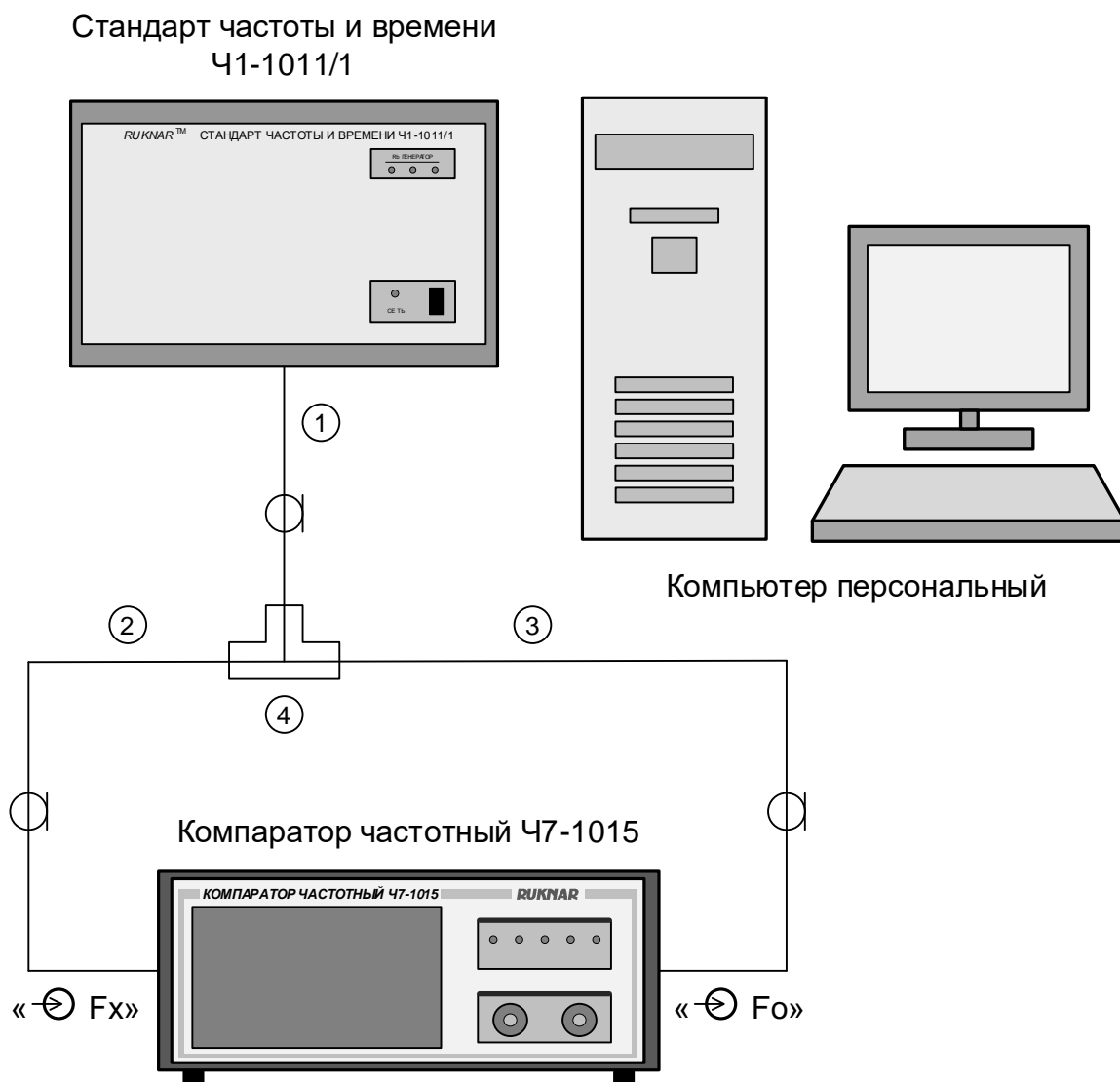


Рисунок 4 – Схема электрическая подключения приборов для проверки обработки информации, интерфейсных функций и прикладного программного обеспечения.

1, 2, 3 – ВЧ кабели,

4 – переход СР-50-95ФВ. Входит в состав комплекта Ч7-1015.



## 8 Техническое обслуживание

8.1 При подготовке к проведению работ по уходу за прибором, во время и после их проведения необходимо соблюдать меры предосторожности, указанные в разделе 3 настоящего руководства.

8.2 Перед проведением технического обслуживания (ТО) следует подготовить необходимый инструмент, принадлежности и материалы: мягкую кисть, спирт технический этиловый марки А ГОСТ 17299, ветошь.

8.3 Виды, объем, периодичность проведения и особенности организации технического обслуживания прибора в зависимости от этапов его эксплуатации (использование по назначению, хранение, транспортирование и т. д.) определяются настоящим руководством.

8.4 При непосредственном использовании прибора по назначению проводятся следующие виды обслуживания:

- ежедневное техническое обслуживание (ЕТО);
- техническое обслуживание № 1 (ТО-1);
- техническое обслуживание № 2 (ТО-2).

8.5 При хранении прибора проводятся следующие виды обслуживания:

- техническое обслуживание № 1 при хранении (ТО-1х);
- техническое обслуживание № 2 при хранении (ТО-2х).

8.6 Периодичность различных видов технического обслуживания и перечень работ по каждому виду обслуживания приведены в таблице 8.1.

Таблица 8.1

Вид ТО	Содержание работ	Наименование материала для выполнения работ, норма расхода	Периодичность проведения
ЕТО	<ul style="list-style-type: none"> <li>- провести внешний осмотр согласно п. 5.3.1;</li> <li>- проверить функционирование согласно п. 6.4.1;</li> <li>- устранить выявленные недостатки.</li> </ul>		Перед началом и после использования по назначению и после транспортирования. Если прибор не использовался, то 1 раз в квартал. При кратковременном хранении 1 раз в 6 мес.
ТО-1	<ul style="list-style-type: none"> <li>- выполнить все операции ЕТО;</li> <li>- проверить комплектность;</li> <li>- устранить выявленные недостатки;</li> <li>- проверить правильность ведения эксплуатационной документации.</li> </ul>		При постановке на кратковременное хранение.
ТО-2	<ul style="list-style-type: none"> <li>- выполнить все операции ТО-1;</li> <li>- устранить выявленные недостатки;</li> <li>- промыть мягкой кистью контакты разъемов;</li> <li>- провести периодическую поверку;</li> <li>- упаковать прибор согласно п. 5.2.2.</li> </ul>	Спирт этиловый 30 г	Совмещается с периодической поверкой и при постановке на длительное хранение.
ТО-1х	<ul style="list-style-type: none"> <li>- проверить наличие на месте хранения;</li> <li>- провести внешний осмотр состояния упаковки;</li> <li>- проверить состояние учета и условий хранения.</li> </ul>		1 раз в год
ТО-2х	<ul style="list-style-type: none"> <li>- выполнить все операции ТО-1х;</li> <li>- распаковать прибор согласно п. 5.2.1;</li> <li>- вскрыть прибор;</li> <li>- проверить соответствие комплектующих изделий срокам службы или хранения;</li> <li>- закрыть прибор;</li> <li>- провести поверку;</li> <li>- проверить состояние эксплуатационной документации;</li> <li>- сделать отметку в формуляре о выполненных работах;</li> <li>- упаковать прибор согласно п. 5.2.2.</li> </ul>		1 раз в 5 лет

## 9 Текущий ремонт

### 9.1 Общие положения

9.1.1 Ремонт прибора и его составных частей требует специального технологического оборудования и осуществляется только предприятием-изготовителем или организацией, выполняющей его функции.

9.1.2 К ремонту прибора допускаются лица, прошедшие специальную подготовку на предприятии-изготовителе по проведению ремонта данного прибора.

Квалификация ремонтного персонала должна обеспечивать проведение ремонта сложных радиотехнических и цифровых устройств.

9.1.3 Лица, приступающие к ремонту прибора, должны ознакомиться с устройством и принципом работы прибора и его составных частей.

9.1.4 При проведении ремонта прибора и его поверке после ремонта должны быть использованы СИ, перечисленные в таблице 7.1 настоящего руководства.

### 9.2 Меры безопасности при ремонте.

9.2.1 При проведении ремонта прибора должны быть соблюдены рекомендации по обеспечению безопасности, указанные в разделе 3 настоящего руководства.

### 9.3 Указания по устранению неисправностей.

9.3.1 В случае обнаружения неисправностей прибор подлежит ремонту на предприятии-изготовителе.

9.3.2 Причины неисправностей прибора и меры по их устранению фиксируются в установленном порядке в формуляре.

9.3.3 После проведения ремонта прибор подвергается поверке в соответствии с разделом 7 настоящего руководства.

## 10 Хранение

10.1 Приборы должны храниться в закрытых складских помещениях на стеллажах в упакованном виде при отсутствии в воздухе пыли, кислотных, щелочных и других агрессивных примесей.

10.2 Условия отапливаемого хранилища:

- температура окружающей среды от плюс 5 до плюс 40 °С;
- относительная влажность воздуха до 90 % при температуре 25 °С;
- срок хранения 10 лет.

10.3 Условия неотапливаемого хранилища:

- температура окружающей среды от минус 10 до плюс 50 °С;
- относительная влажность воздуха до 95 % при температуре 25 °С;
- срок хранения 6 лет.

10.4 Если в процессе хранения истек срок действия поверки, то перед вводом в эксплуатацию прибор подвергают поверке.

## 11 Транспортирование

11.1 Допускается транспортирование прибора в упаковке всеми видами транспорта при температуре окружающей среды от минус 25 до плюс 55 °С и относительной влажности воздуха до 95 % при температуре 25 °С.

11.2 При транспортировании прибора должна быть предусмотрена защита от попадания атмосферных осадков и пыли. Не допускается кантование прибора.

11.3 Перед транспортированием производится упаковка прибора в соответствии с разделом 5 настоящего руководства.

## 12 Маркирование и пломбирование

12.1 Товарный знак предприятия и условное наименование прибора нанесены в верхней части передней панели прибора.

12.2 Заводской номер и дата изготовления прибора нанесены на задней панели прибора.

12.3 Элементы и составные части прибора имеют маркировку позиционных обозначений в соответствии с позиционными обозначениями перечней элементов к принципиальным электрическим схемам.

12.4 Прибор, принятый ОТК, пломбируется мастичными пломбами на задней панели прибора. Нарушение целостности пломб при эксплуатации прибора не допускается.

## Приложение

### ПРОТОКОЛ

информационно-логического взаимодействия компаратора частотного Ч7-1015  
с внешним управляющим устройством (версия 1.1).

#### 1. Общие положения.

1.1 Управление прибором осуществляется путем отсылки команд и получения ответных сообщений. Прибор не является инициатором отсылки каких-либо сообщений без запроса.

1.2 Система команд предназначена для дистанционного управления режимами работы компаратора частотного Ч7-1015 при работе его в составе измерительной системы, получения информации о состоянии прибора, программирования параметров, запуска измерений и получения их результатов.

1.3 Управление осуществляется через интерфейс локальной сети Ethernet с помощью сокет-протокола ТСР. Для установления соединения необходимо использовать порт с номером 49999 и IP-адрес прибора, установленный на вкладке «Система» окна «Режим».

1.4 Разделителем полей в командах управления и в ответных сообщениях является символ запятой «,». Здесь и далее, если не указано иное, все символы используются в кодировке ASCII.

1.5 Завершающим символом команд и ответных сообщений является символ возврата каретки <CR> (0x0D).

1.6 Формат числовых полей данных:

- Целое без знака - **xxxxxxxx** (количество десятичных разрядов – от 1 до 10);
- Целое со знаком - **zxxxxxxxx** (количество десятичных разрядов – от 1 до 10);
- Вещественное - **zx.xxxxxxEzxx** (количество разрядов дробной части – до 8);
- Вещественное с фиксированной точкой - **xxxxxxxx.xxxxxx**;

где: **x** – десятичная цифра от 0 до 9; **z** – символы «+», «-» либо пробел.

1.7 Формат заголовка команды: <AD(dress),S(ubsystem),

где **AD** – две шестнадцатеричные цифры, обозначающие адрес прибора в измерительной системе (системный адрес) (от 00 до FF);

**S** – десятичная цифра, обозначающая подсистему прибора, которой адресуется команда, из следующего подмножества:

- 0 - прибор;
- 1 - подсистема компаратора частотного;
- 2 - подсистема опорного генератора.

Пример: <0F,0,R<CR> команда прибору с системным номером 0F перейти к дистанционному управлению.

1.8 Формат заголовка ответного сообщения: >**AD**(ress),**S**(ubsystem),

где **AD** – две шестнадцатеричные цифры, обозначающие адрес прибора в измерительной системе (от 00 до FF);

**S** – десятичная цифра, обозначающая подсистему прибора из п. 1.6, отвечающую на команду.

Пример: >**0F,0,R,!<CR>** ответное сообщение прибора с системным номером 0F о переходе в дистанционное управление.

1.9 Неполные команды и команды, не соответствующие формату, к исполнению не принимаются и ответное сообщение не выдается. Количество полей в командах и сообщениях фиксировано. Не допускаются поля нулевой длины. Поле нулевой длины считается отсутствующим и расценивается как нарушение формата команды. При необходимости сохранения текущего значения устанавливаемого параметра соответствующее ему поле команды должно содержать символ подчеркивания «\_».

1.10 Любая подсистема, кроме подсистемы прибора, может отсутствовать в данном конкретном экземпляре изделия. В этом случае, в ответ на корректную команду в отсутствующую подсистему прибора выдается ответное сообщение вида:

<**AD**(dress),**S**(ubsystem),?<CR>

Пример: >**0F,2,?<CR>** ответное сообщение прибора с системным номером 0F, не имеющего в составе подсистемы опорного генератора, в ответ на любую корректную команду в адрес подсистемы опорного генератора.

1.11 При использовании для дистанционного управления интерфейса локальной сети, указание в командах правильного системного адреса прибора также обязательно. Если после установления соединения прибор в течение одной минуты не получает команду на переход в дистанционное управление, то установленное соединение разрывается и сокет протокола TCP переходит в состояние ожидания нового подключения.

1.12 Прибор поддерживает режим множественного доступа к удаленному рабочему столу по технологии VNC (Virtual Network Computing). При этом используется порт с номером 5900 и IP-адрес прибора, установленный на вкладке «Система» окна «Режим». Для установления соединения через программу-клиент следует использовать пароль входа «ruknar». В режиме доступа к удаленному рабочему столу поддерживается управление только с помощью мыши.



## 2. Система команд.

2.1. Структура команд управления и ответных сообщений приведена в таблицах 1-2. При этом команды запрашивающие параметры или результаты измерений задаются строчными буквами, а команды устанавливающие параметры – прописными.

Таблица 1. Формат команд и ответных сообщений подсистемы «0» - прибор.

№	Команда	Ответное сообщение	Описание
1	<b>n</b>	<b>n,xxx</b> Числовое поле – серийный номер прибора.	( <b>N</b> )umber. Запрос заводского серийного номера прибора.
2	<b>R</b>	<b>R,!</b>	( <b>R</b> )emote. Переключение прибора на дистанционное управление.
3	<b>L</b>	<b>L,!</b>	( <b>L</b> )ocal. Переключение прибора на местное (с передней панели) управление.

Таблица 2. Формат команд и ответных сообщений подсистемы «1» - компаратора частотного.

№	Команда	Ответное сообщение	Описание
1	<b>S,x,x,xxx xx,xxx,x</b>	<b>s,x,x,xxxxx,xxx,x</b> Первое поле - частота измеряемого сигнала: 0 - 10 МГц; 1 - 5 МГц; 2 - 10,24МГц; 3 - 2,048МГц; 4 - 1 МГц.	( <b>S</b> )et. Установка режима работы компаратора частотного.
2	<b>s</b>	Второе поле - время усреднения: 0 - 1 секунда; 1 - 10 секунд; 2 - 100 секунд; 3 - 1000 секунд; 4 - 3600 секунд. Третье поле - длительность цикла от 3 до 10000 измерений; Четвертое поле - настройка удаления выбросов. Цифры от 1 до 999 соответствуют значениям от $1 \cdot 10^{-11}$ до $999 \cdot 10^{-11}$ . Измерения, отличающиеся от среднего больше, чем на установленную величину, будут отброшены при формировании массива; Пятое поле - учет корня из двух при вычислениях статистических характеристик: 1- учитывать, 0 - не учитывать.	( <b>s</b> )et. Запрос режима работы компаратора частотного.
3	<b>B</b>	<b>B,!</b> при успешном запуске процесса измерений; <b>B,?</b> в случае если процесс измерений уже запущен.	( <b>B</b> )egin. Запуск цикла измерений.

Продолжение таблицы 2

№	Команда	Ответное сообщение	Описание
4	<b>E</b>	<p><b>E,! </b> при успешной остановке процесса измерений;  <b>E,? </b> в случае, если процесс измерений уже остановлен.</p>	(E)nd. Остановка цикла измерений.
5	<b>C</b>	<p><b>C,! </b> при успешном сбросе массивов;  <b>C,? </b> в случае, если процесс измерений еще не остановлен.</p>	(C)lear. Сброс массива измерений и массива результатов.
6	<b>g</b>	<p><b>g,x,xxxxx,zx.xxxxxxEzxx,zx.xxxxxxEzxx, zx.xxxxxxEzxx,zx.xxxxxxEzxx,zx.xxxxxxEzxx, zx.xxxxxxEzxx,zx.xxxxxxEzxx,zx.xxxxxxEzxx, zx.xxxxxxEzxx</b>                      Первое поле - флаг повторной выдачи результата. 0 - результаты обновлены с момента последнего запроса, 1 - результат уже выдавался и с этого момента не изменялся;                      Второе поле - количество измерений на момент запроса;                      Третье поле - среднее значение на момент запроса;                      Четвертое поле - минимальное значение;                      Пятое поле - максимальное значение;                      Шестое поле - разброс;                      Седьмое поле - систематическое изменение частоты;                      Восьмое поле - среднеквадратическое отклонение;                      Девятое поле - двухвыборочное отклонение;                      Десятое поле - медианное значение;                      Одиннадцатое поле - вариация Адамара;                      Двенадцатое поле - напряжение опорного сигнала;                      Тринадцатое поле - напряжение измеряемого сигнала.</p>	(g)et. Получить массив результатов измерений. Команда может быть отправлена с любое время, независимо от состояния процесса измерений. Выдаются текущие результаты измерений на момент получения команды.
7	<b>a</b>	<p><b>a,xxxx,xxxx,zx.xxxxxxEzxx, ..... ,zx.xxxxxxEzxx</b>                      Массив выдается последовательностью сообщений, включающих десять измерений. При этом второе поле содержит общее количество сообщений, а третье – номер текущего. Последнее сообщение может содержать менее десяти измерений. При отсутствии измерений в массиве, сообщение выдается с нулевыми значениями во втором и третьем полях.</p>	(a)rray. Получить массив измерений.

## ЛИСТ РЕГИСТРАЦИИ ИЗМЕНЕНИЙ

Изм.	Номера листов (страниц)				Всего листов (страниц) докум.	№ докум.	Входящий № сопроводительного докум. и дата	Подпись	Дата
	измененных	замененных	новых	аннулированных					