

6683171011

код продукции

Утвержден

РУГА.411146.002 РЭ-ЛУ



**Компараторы частотные**

**ЧК7-1011**

Руководство по эксплуатации

РУГА.411146.002 РЭ

Закрытое акционерное общество «РУКНАР»

Россия, 603107, г. Нижний Новгород, пр. Гагарина, 178

Телефон: (831) 278-49-10 Тел. / факс: (831) 469-30-41

## 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.....	10
4.4	Технические характеристики.....	12
4.5	Устройство и работа прибора.....	16
4.6	Описание и работа составных частей прибора.....	18
5	Подготовка прибора к работе.....	27
5.1	Эксплуатационные ограничения.....	27
5.2	Распаковывание и повторное упаковывание прибора.....	27
5.3	Порядок установки прибора.....	28
5.4	Подготовка к работе.....	28
6	Порядок работы.....	29
6.1	Меры безопасности при работе с прибором.....	29
6.2	Органы управления, подключения и индикации.....	29
6.3	Подготовка к проведению измерений.....	35
6.4	Проведение измерений.....	35
7	Поверка прибора.....	50
7.1	Общие сведения.....	50
7.2	Операции и средства поверки.....	50
7.3	Условия поверки и подготовка к ней.....	52
7.4	Проведение поверки.....	52
7.5	Оформление результатов поверки.....	58
8	Техническое обслуживание.....	60
9	Текущий ремонт.....	62
9.1	Общие положения.....	62
9.2	Меры безопасности при ремонте.....	62
9.3	Указания по устранению неисправностей.....	62
10	Хранение.....	63
11	Транспортирование.....	64
12	Маркирование и пломбирование.....	65

Настоящее руководство по эксплуатации (РЭ) предназначено для ознакомления с устройством и принципом работы компараторов частотных ЧК7-1011 (далее – приборы) и содержит описание порядка подготовки приборов к работе, работы с ними, их поверки, технического обслуживания, упаковки, хранения, транспортирования и текущего ремонта.

Руководство по эксплуатации РУГА.411146.002 РЭ включает в себя технические характеристики, описание принципа действия и конструкции приборов, указания по эксплуатации и техническому обслуживанию, методику поверки, порядок устранения неисправностей.

Изготовитель ведёт постоянную работу по совершенствованию приборов, поэтому в их конструкции возможны незначительные отклонения от документации, не ухудшающие их 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.

## 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 13109-97 Нормы качества электрической энергии в системах электроснабжения общего назначения;

ПР 50.2.006-94 ГСИ. Порядок проведения поверки средств измерений;

ГОСТ 17299-87 Спирт этиловый. Технические условия.

## 2 Определения, обозначения и сокращения

АПЧ – автоматическая подстройка частоты;

ВЧ – высокочастотный;

ГЛОНАСС – Глобальная Навигационная Спутниковая Система (Россия);

ЕТО – ежедневное техническое обслуживание;

ЗИП – запасное имущество и принадлежности;

ИАП – источник автономного питания;

ОГ – опорный генератор;

ОТК – отдел технического контроля;

ПК – персональный компьютер;

ПО – программное обеспечение;

РСЧ – рублиевый стандарт частоты;

РЭ – руководство по эксплуатации;

СИ – средства измерений;

СРНС – спутниковые радионавигационные системы;

ТО – техническое обслуживание;

ТУ – технические условия;

УХЛ – умеренно холодное;

ФШВ – формирователь шкалы времени;

ШВ – шкала времени;

GPS – Global Positioning System (Глобальная навигационная система, США);

RS-232C – последовательный коммуникационный порт;

RS-485 – последовательный коммуникационный порт;

USB – универсальный последовательный порт;

UTC – всемирное координированное время.

### 3 Требования безопасности

3.1 По требованиям безопасности приборы соответствуют ГОСТ 12.2.091 категория измерения I, степень загрязнения 2.

3.2 При эксплуатации приборов от сети переменного тока напряжением 220 В и частотой по ГОСТ 13109 приборы должны быть заземлены через кабель сетевой с трехполюсной вилкой.

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

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

## 4 Описание прибора и принципа его работы

### 4.1 Назначение

4.1.1 Компараторы частотные ЧК7-1011, ЧК7-1011/1, ЧК7-1011/2 предназначены для измерения относительной разности частот прецизионных кварцевых генераторов и рубидиевых стандартов частоты, вычисления их основных метрологических характеристик – нестабильности частоты (среднеквадратического относительного отклонения частоты, среднеквадратического относительного двухвыборочного отклонения частоты), систематического относительного изменения частоты по ГОСТ 23512 с отображением процесса и результатов измерений на экране встроенного дисплея.

Компараторы частотные ЧК7-1011 и ЧК7-1011/1 также могут быть использованы как стандарты частоты и времени в качестве источников высокостабильных сигналов в различных частотно-измерительных системах, в системах навигации, радиосвязи, в системах тактовой сетевой синхронизации.

4.1.2 Приборы выпускаются в трёх модификациях – ЧК7-1011, ЧК7-1011/1 и ЧК7-1011/2:

– компаратор частотный ЧК7-1011 имеет в своём составе высокостабильный рубидиевый стандарт частоты (РСЧ), приёмник спутниковых радионавигационных систем (СРНС) и выполняет функции, перечисленные в п.п. 4.1.3–4.1.7;

– компаратор частотный ЧК7-1011/1 имеет в своём составе высокостабильный рубидиевый стандарт частоты и выполняет функции, перечисленные в п.п. 4.1.3–4.1.6;

– компаратор частотный ЧК7-1011/2 выполняет функции, перечисленные в п.п. 4.1.3, 4.1.4, при наличии опорного сигнала эталонной частоты 5 или 10 МГц от внешнего рубидиевого или водородного стандарта частоты.

4.1.3 Приборы с помощью встроенного компьютера обеспечивают обработку результатов измерений метрологических характеристик входных сигналов и их отображение на экране дисплея с сохранением данных измерений в памяти запоминающего устройства. Отображение информации возможно на русском или английском языках по выбору пользователя.

4.1.4 Приборы обеспечивают доступ к сохранённым данным измерений по сети Ethernet. Временная информация формируемой прибором шкалы времени передается потребителю через интерфейс RS-485.

4.1.5 Приборы ЧК7-1011 и ЧК7-1011/1 формируют и выдают на выход высокостабильные синусоидальные сигналы с частотами 10 МГц (5 МГц, 1 МГц). Частота выходных сигналов определяется типом установленного модуля усилителя (МУС-0Х). По желанию заказчика возможна любая комбинация указанных частот выходных сигналов.

4.1.6 Приборы ЧК7-1011 и ЧК7-1011/1 могут быть использованы как переносимые атомные часы при питании приборов от внешнего источника автономного питания (ИАП) с напряжением плюс (22–30) В. В этом случае время автономной работы приборов определяется ёмкостью аккумулятора ИАП.

4.1.7 Прибор ЧК7-1011 формирует местную шкалу времени и выводит хронометрическую информацию на встроенный дисплей. Прибор может принимать хронометрическую информацию от спутниковых радионавигационных систем ГЛОНАСС и GPS и использовать её для синхронизации местной шкалы времени и корректировки действительного значения частоты встроенного высокостабильного РСЧ.

Внешний вид приборов приведен на рисунке 4.1.

#### 4.2 Условия эксплуатации

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

Нормальные и рабочие условия применения приборов 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 ± 2	30–80	84–106 (630–795)	~ 220 ± 4,4 ≡ 27 ± 1
Рабочие	от + 5 до + 40	30–90	70–106,7 (525–800)	~ 220 ± 22 ≡ (22–30)

Предельные условия транспортирования приборов:

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

4.2.2 Приборы сохраняют 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 2 ч.



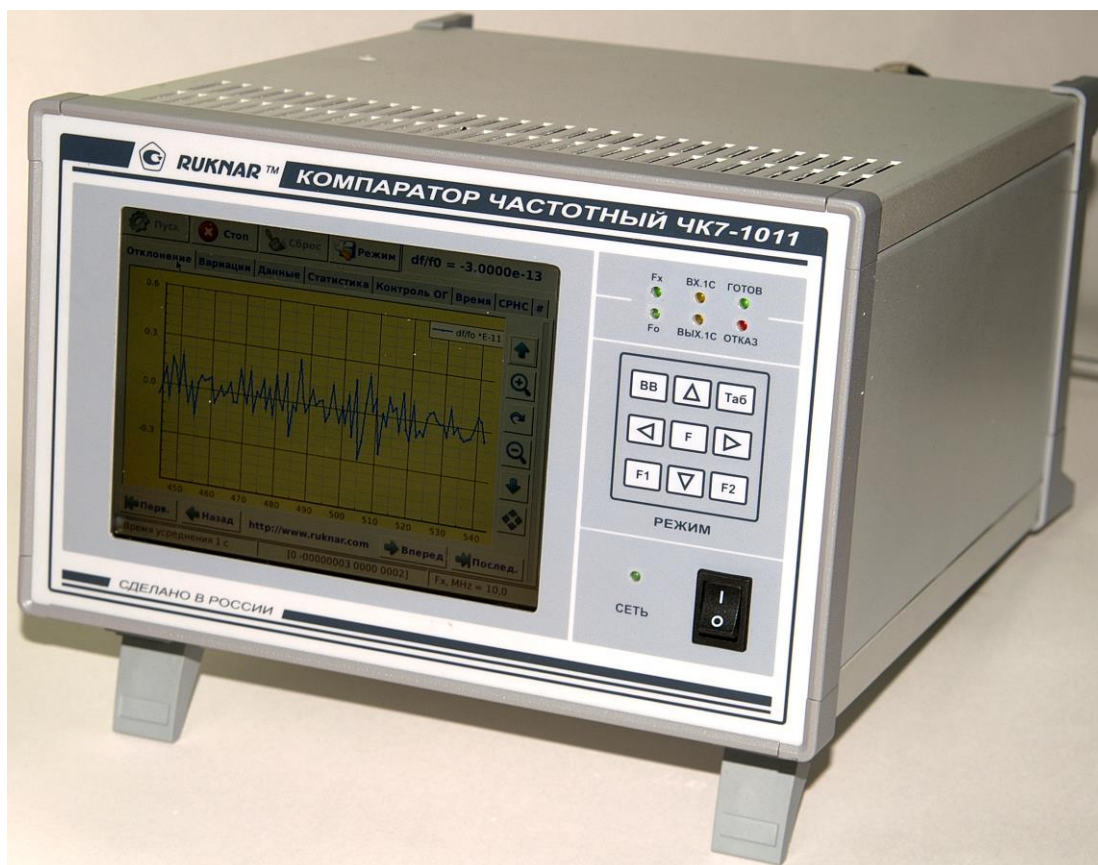


Рисунок 4.1 – Внешний вид компараторов частотных ЧК7-1011.

## 4.3 Состав комплекта приборов

Состав комплекта поставки приборов приведен в таблице 4.2.

Таблица 4.2

Наименование, тип	Обозначение	Количество	Примечание
<b>1 Компаратор частотный ЧК7-1011 в составе:</b>			
1.1 Компаратор частотный ЧК7-1011	РУГА.411146.002	1	
1.2 Блок антенный	—	1	Поставляются по требованию заказчика
1.3 Приспособление монтажное	—	1	
1.4 Кабель антенный	РУГА.685661.020	1	
1.5 Кабель сетевой SCZ-1	—	1	
1.6 Кабель соединительный	РУГА.685661.002	1	Входят в комплект ЗИП
1.7 Кабель соединительный ВЧ	РУГА.685661.003	1	
1.8 Кабель соединительный ВЧ	РУГА.685661.003-01	1	
1.9 Кабель соединительный	РУГА.685661.004	1	
1.10 Переход СР-50-95ФВ	ВР0.364.013 ТУ	1	
1.11 Вставка плавкая ВП2Б-1В 1А 250В	ОЮ0.481.005 ТУ	2	
1.12 Вставка плавкая ВП2Б-1В 3А 250В	ОЮ0.481.005 ТУ	1	
1.13 Манипулятор типа «мышь»	—	1	
1.14 Руководство по эксплуатации	РУГА.411146.002 РЭ	1	
1.15 Формуляр	РУГА.411146.002 ФО	1	
1.16 Упаковка	РУГА.411915.005	1	

Продолжение таблицы 4.2

Наименование, тип	Обозначение	Количество	Примечание
<b>2 Компаратор частотный ЧК7-1011/1 (ЧК7-1011/2) в составе:</b>			
2.1 Компаратор частотный ЧК7-1011/1 (ЧК7-1011/2)	РУГА.411146.002	1	
2.2 Кабель сетевой SCZ-1	—	1	Входят в комплект ЗИП
2.3 Кабель соединительный	РУГА.685661.002	1	
2.4 Кабель соединительный ВЧ	РУГА.685661.003	1	
2.5 Кабель соединительный ВЧ	РУГА.685661.003-01	1	
2.6 Кабель соединительный	РУГА.685661.004	1	
2.7 Переход СР-50-95ФВ	ВР0.364.013 ТУ	1	
2.8 Вставка плавкая ВП2Б-1В 1А 250В	ОЮ0.481.005 ТУ	2	
2.9 Вставка плавкая ВП2Б-1В 3А 250В	ОЮ0.481.005 ТУ	1	
2.10 Манипулятор типа «мышь»	—	1	
2.11 Руководство по эксплуатации	РУГА.411146.002 РЭ	1	
2.12 Формуляр	РУГА.411146.002 ФО	1	
2.13 Упаковка	РУГА.411915.005	1	

#### 4.4 Технические характеристики

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

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

- относительной разности частот;
- среднеквадратического относительного отклонения частоты;
- среднеквадратического относительного двухвыборочного отклонения частоты;
- 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 Погрешность определения среднеквадратического относительного отклонения частоты не более:

- $2 \cdot 10^{-12}$  при интервале времени измерения 1 с;
- $5 \cdot 10^{-13}$  при интервале времени измерения 10 с.

4.4.3 Приборы ЧК7-1011 и ЧК7-1011/1 имеют характеристики, определяемые встроенным высокостабильным РСЧ и вставными модулями.

4.4.3.1 Номинальное значение частоты выходных синусоидальных сигналов 10 МГц (5 МГц, 1 МГц).

4.4.3.2 Относительная погрешность по частоте выходных сигналов не выходит за пределы:

- при выпуске  $\pm 2 \cdot 10^{-11}$ ;
- в интервале между поверками  $\pm 2,4 \cdot 10^{-10}$ .

4.4.3.3 Относительная погрешность воспроизведения частоты от включения к включению (через 24 ч после включения) не более  $2 \cdot 10^{-11}$ .

4.4.3.4 Систематическое относительное изменение частоты за 1 мес. (через 72 ч непрерывной работы после включения) находится в пределах  $\pm 2 \cdot 10^{-11}$ .

4.4.3.5 Относительная погрешность по частоте за 1 сут при работе прибора ЧК7-1011 в режиме автоматической корректировки частоты по сигналам спутниковых радионавигационных систем ГЛОНАСС/GPS находится в пределах  $\pm 5 \cdot 10^{-12}$ .

4.4.3.6 Среднеквадратическое относительное двухвыборочное отклонение частоты не более:

- 1,4·10<sup>-11</sup> – за время усреднения 1 с;
- 5,0·10<sup>-12</sup> – за время усреднения 10 с;
- 2,0·10<sup>-12</sup> – за время усреднения 100 с.

4.4.3.7 Среднеквадратическое относительное двухвыборочное отклонение частоты за время усреднения 1 сут не более  $5 \cdot 10^{-12}$ .

4.4.3.8 Относительное изменение частоты выходных сигналов в диапазоне рабочих температур от плюс 5 до плюс 40 °С находится в пределах  $\pm 1 \cdot 10^{-10}$ .

4.4.3.9 Среднеквадратическое значение напряжения выходных сигналов на подключенной нагрузке ( $50 \pm 2$ ) Ом находится в пределах ( $1,0 \pm 0,2$ ) В.

4.4.3.10 Время установления значения относительной погрешности по частоте выходных сигналов в пределах:

- $\pm 1 \cdot 10^{-9}$  не более 15 мин;
- $\pm 1 \cdot 10^{-11}$  не более 14 ч при работе прибора ЧК7-1011 в режиме автоматической корректировки частоты по сигналам спутниковых радионавигационных систем ГЛОНАСС/GPS.

4.4.3.11 Подавление гармонической составляющей 20 МГц в спектре выходного сигнала 10 МГц не менее 30 дБ.

4.4.3.12 Спектральная плотность мощности фазовых шумов в одной боковой полосе спектра выходного сигнала 10 МГц не более:

- минус 130 дБ/Гц – при отстройке на ( $85 \pm 3$ ) Гц;
- минус 140 дБ/Гц – при отстройке на 1 кГц;
- минус 145 дБ/Гц – при отстройке на 10 кГц.

4.4.3.13 Приборы обеспечивают формирование шкалы времени со следующими параметрами:

- период следования импульсов 1 с;
- полярность импульсов – положительная;
- длительность импульсов (10-20) мкс;
- длительность фронта импульсов не более 20 нс между уровнями 0,1 и 0,9;
- амплитуда импульсов не менее 2,5 В на нагрузке 150 Ом.

4.4.3.14 Погрешность хранения формируемой прибором шкалы времени за 1 мес. непрерывной работы находиться в пределах:

- ± 630 мкс при работе приборов ЧК7-1011 и ЧК7-1011/1 в автономном режиме;
- ± 13 мкс при работе прибора ЧК7-1011 в режиме автоматической корректировки частоты по сигналам спутниковых радионавигационных систем ГЛОНАСС/GPS.

4.4.3.15 Приборы обеспечивают синхронизацию формируемой ими шкалы времени импульсами внешней шкалы времени с параметрами:

- период следования импульсов 1 с;
- полярность импульсов – положительная;
- длительность импульсов не менее 4 мкс;
- длительность фронта импульсов не более 0,1 мкс;
- амплитуда импульсов не менее 2,5 В на нагрузке 150 Ом.

При этом погрешность синхронизации находится в пределах ± 0,1 мкс.

4.4.3.16 Приборы обеспечивают измерение временного сдвига внешней шкалы времени с параметрами, указанными в п. 4.4.3.15, относительно формируемой шкалы времени. При этом погрешность измерения временного сдвига находится в пределах ± 0,01 мкс.

4.4.3.17 Приборы обеспечивают возможность коррекции частоты выходных сигналов в диапазоне ±  $1 \cdot 10^{-9}$  с шагом  $1 \cdot 10^{-12}$ .

4.4.3.18 Приборы имеют элементы встроенного контроля, информирующие о правильности функционирования составных частей прибора.

4.4.3.19 Приборы обеспечивают отображение на экране встроенного дисплея текущего значения времени в часах, минутах и секундах.

4.4.4 Приборы обеспечивают сохранение результатов частотных измерений во внутренней энергонезависимой памяти прибора и доступ к ним по локальной сети на основе Ethernet 10/100 Base-TX по протоколу TCP/IP. При этом фиксированный IP-адрес приборов 192.168.1.21.

4.4.5 Приборы обеспечивают свои технические характеристики (за исключением п.п. 4.4.3.3, 4.4.3.4, 4.4.3.5, 4.4.3.7, 4.4.3.10, 4.4.3.14) в пределах норм, установленных в ТУ, по истечении времени установления рабочего режима, равного:

- 2 ч с момента включения для приборов ЧК7-1011 и ЧК7-1011/1;
- 15 мин с момента включения для прибора ЧК7-1011/2.

4.4.6 Приборы допускают 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 Приборы сохраняют свои технические характеристики в пределах норм, установленных в ТУ, при питании их от сети переменного тока напряжением  $(220 \pm 22)$  В и частотой по ГОСТ 13109 или от источника постоянного тока напряжением плюс  $(22-30)$  В и амплитудой пульсаций не более 100 мВ.

4.4.8 Мощность, потребляемая приборами от сети электропитания в нормальных условиях применения при номинальном напряжении сети, не более 60 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 приборов в миллиметрах и масса приборов в килограммах приведены в таблице 4.3.

Таблица 4.3

Наименование и тип прибора	Без упаковки		В штатной упаковке	
	мм	кг	мм	кг
Компараторы частотные ЧК7-1011, ЧК7-1011/1, ЧК7-1011/2	310×255×170	не более 7,0 / 6,0 / 5,0	490×350×290	не более 15

#### 4.5 Устройство и работа приборов

4.5.1 Конструктивно приборы ЧК7-1011, ЧК7-1011/1 и ЧК7-1011/2 выполнены в стандартном корпусе модульной конструкции на базе функционально и конструктивно законченных модулей в настольном варианте исполнения. Приборы снабжены ручкой для переноски. Внешний вид и конструкция одинаковы для всех модификаций прибора. Модификации прибора отличаются набором устанавливаемых устройств (модулей). Приборы имеют в своём составе базовый набор устройств, включающий компаратор частотный, модуль питания и устройство обработки и отображения информации на базе микрокомпьютера и цветного TFT дисплея. В состав прибора ЧК7-1011 входят также стандарт частоты рубидиевый Ч1-1014, модуль приёмника СРНС МПР-01, модуль усилителя МУС-0Х и формирователь шкалы времени. Структурная схема прибора этой модификации приведена на рисунке 4.2. К съёмным устройствам относятся модуль приёмника СРНС МПР-01 и модули усилителей МУС-01, МУС-02, МУС-03, которые выполнены в кассетах с типоразмером 128,5×35,5×167 мм. Электрическое соединение составных частей прибора и съёмных модулей осуществляется через трассировочную плату.

4.5.2 Приборы имеют встроенные устройство обработки данных измерений на базе микрокомпьютера, которое обеспечивает статистическую обработку результатов частотных и временных измерений, и устройство отображения информации на базе цветного TFT дисплея. Встроенная система диагностики позволяет оперативно определять работоспособность и состояние основных устройств приборов с выводом информации на экран встроенного дисплея.

4.5.3 Прибор ЧК7-1011 имеет в своём составе встроенный приёмник СРНС и высокостабильный рубидиевый стандарт частоты с функцией корректировки действительного значения частоты по сигналам спутниковых радионавигационных систем ГЛОНАСС или GPS. Прибор формирует собственную шкалу времени с возможностью её синхронизации по любой внешней шкале времени, принимаемой встроенным в прибор приёмником СРНС. Информация о текущем времени, получаемая от приёмника СРНС, отображается на экране дисплея прибора.



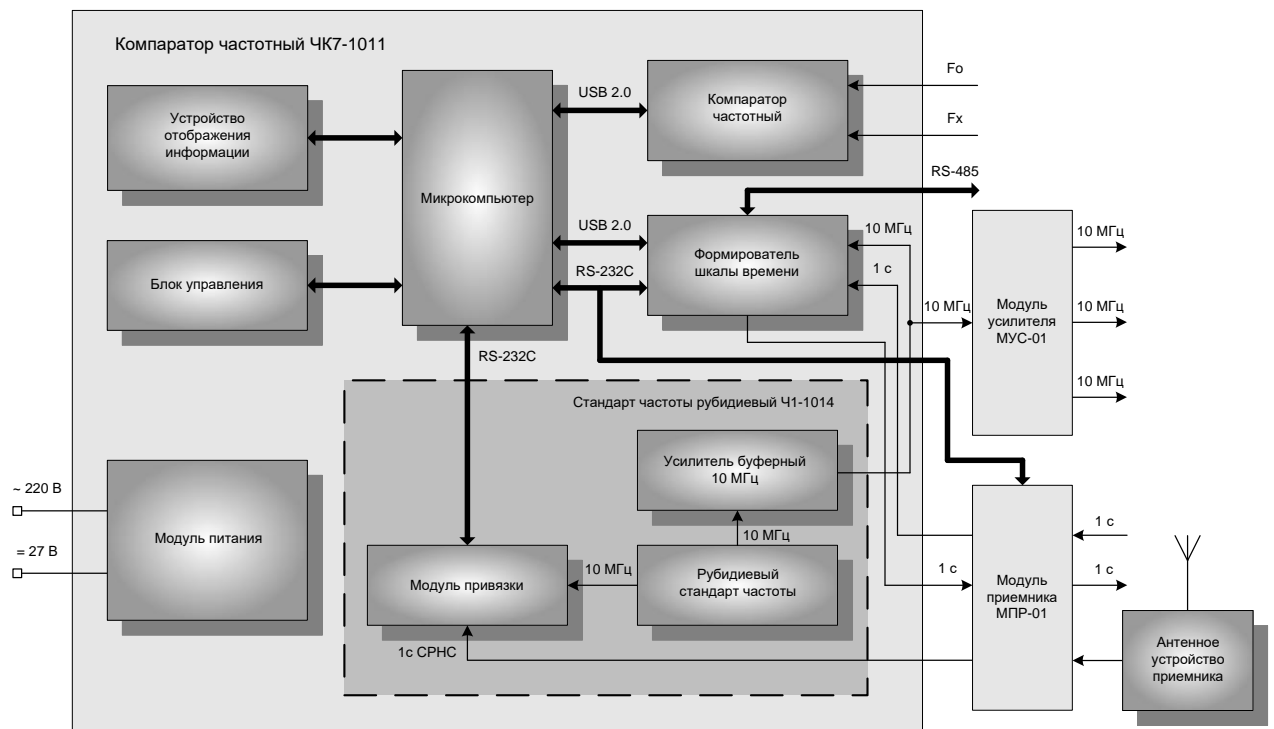


Рисунок 4.2 – Структурная схема компаратора частотного ЧК7-1011.

#### 4.6 Описание и работа составных частей прибора (на примере ЧК7-1011)

##### 4.6.1 Стандарт частоты рубидиевый Ч1-1014

Структурная схема стандарта частоты рубидиевого Ч1-1014 приведена на рисунке 4.3. В основе принципа действия РСЧ лежит стабилизация частоты кварцевого генератора по узкой спектральной линии радиочастотного резонанса в оптически ориентированных атомах Rb<sup>87</sup>.

Кратковременная нестабильность частоты прибора определяется качеством квантового дискриминатора и стабильностью кварцевого генератора и соответствует величинам порядка  $(1-3) \cdot 10^{-11} / \sqrt{\tau}$  за времена усреднения  $\tau = (1-100)$  с. Долговременная нестабильность частоты, характеризуемая систематическим изменением частоты прибора за один месяц, становится сравнима со стабильностью резонансной частоты атомов рубидия и реализуется на уровне  $(1-5) \cdot 10^{-11}$ , что на (2-3) порядка лучше, чем у «свободного» (неуправляемого) кварцевого генератора.

Сигнал кварцевого генератора с частотой 10 МГц поступает в умножитель частоты, где происходит его низкочастотная фазовая модуляция, умножение до частоты 60 МГц и смешивание с сигналом синтезатора частоты  $f_{\text{синт}}$ . Сигнал с частотой  $(60 \text{ МГц} \pm f_{\text{синт}})$  поступает в дискриминатор, где происходит дальнейшее умножение частоты до значения  $f_{\text{умн}}$ , близкого к частоте  $f_0$  линии резонансного перехода атомов Rb<sup>87</sup>. При совпадении умноженной частоты кварцевого генератора  $f_{\text{умн}}$  с частотой атомного перехода  $f_0$  в дискриминаторе выделяется сигнал  $U(t)$  с частотой, кратной частоте фазовой модуляции. Напряжение первой гармоники этого сигнала  $U_{\Omega}(t)$  пропорционально величине расстройки частот  $(f_{\text{умн}} - f_0)$ , а фаза несет информацию о знаке разности  $(f_{\text{умн}} - f_0)$ . Сигнал дискриминатора  $U_{\Omega}(t)$  поступает в низкочастотную часть системы автоматической подстройки частоты, где формируется напряжение  $U_{\text{упр}}$ , управляющее частотой кварцевого генератора. В режиме подстройки частота кварцевого генератора такова, что  $f_{\text{умн}} \approx f_0$ , напряжение  $U_{\Omega}(t)$  минимально, а напряжение второй гармоники сигнала  $U_{2\Omega}(t)$  максимально.

Усилитель выходной 10 МГц и умножитель частоты (10 - 60) МГц входят в состав умножителя частоты. Усилитель предварительный, селективный усилитель 124 Гц, модулятор 124 Гц, синхронный детектор и интегратор расположены на плате АПЧ.

Схема усилителя 248 Гц и схема поиска обеспечивают автоматический поиск и захват частоты кварцевого генератора по сигналу атомного резонанса.

Схема управления поджигом лампы предназначена для коммутации режимов работы источника света в квантовом дискриминаторе.

Синтезатор частоты 5,31746 МГц расположен на плате модуля привязки. Он является перестраиваемым в диапазоне относительных частот  $\pm 1 \cdot 10^{-9}$  с шагом перестройки  $1 \cdot 10^{-12}$ .

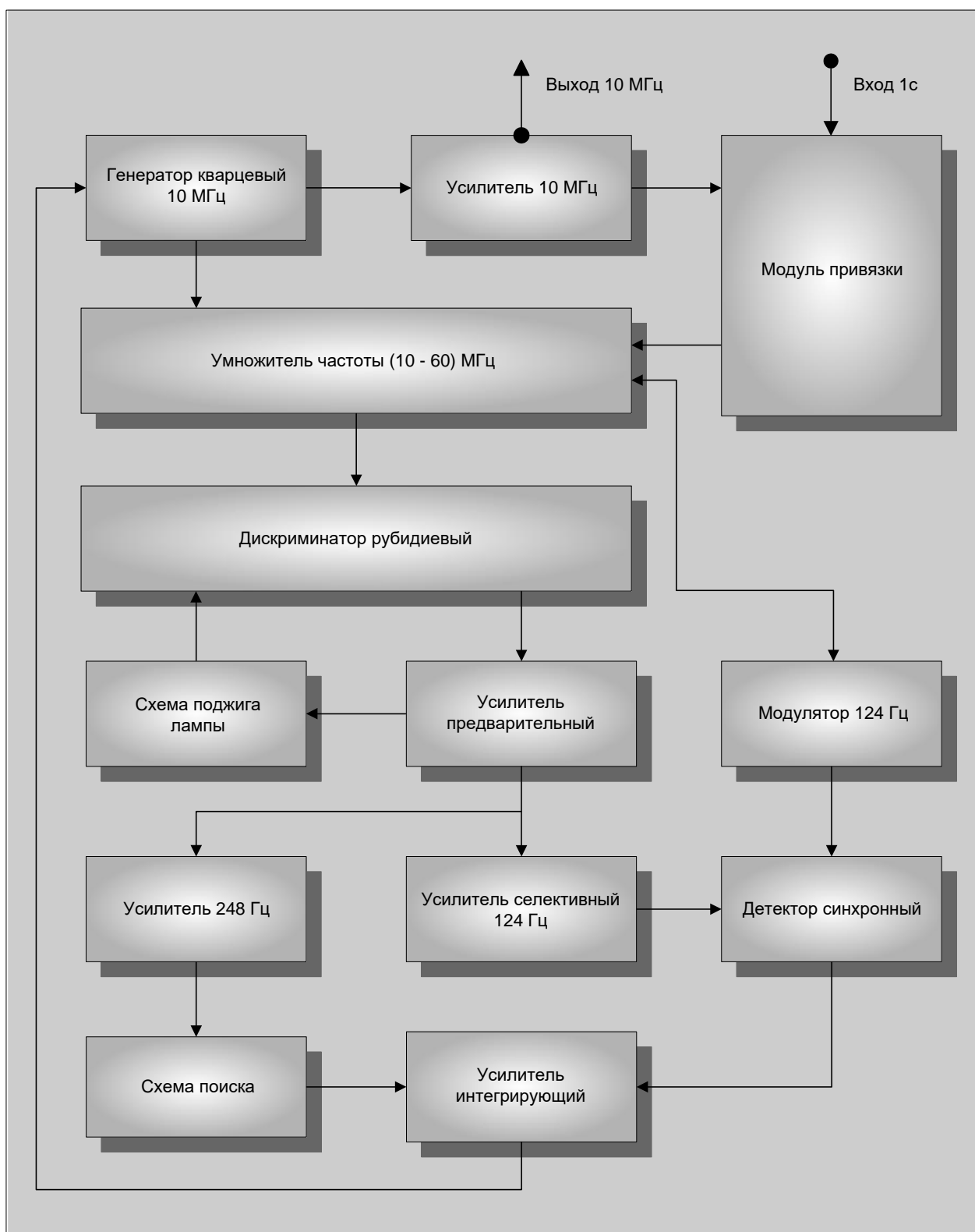


Рисунок 4.3 – Структурная схема стандарта частоты рубидиевого Ч1-1014.

В состав стандарта частоты рубидиевого Ч1-1014 входит модуль привязки частоты по импульсному сигналу с периодом следования 1 с. РСЧ обеспечивает формирование высокостабильного выходного сигнала частотой 10 МГц со стабильностью и отклонением частоты от номинального значения, определяемыми качеством квантового рубидиевого дискриминатора частоты. Модуль привязки при работе с секундными импульсами, поступающими от приёмника СРНС, формирует поправки по частоте, которые учитываются при изменении частоты перестраиваемого синтезатора РСЧ.

Структурная схема модуля привязки приведена на рисунке 4.4.

В процессе работы модуль привязки формирует из сигнала кварцевого генератора частотой 10 МГц последовательность импульсов с периодом следования 1 с, производит измерение временного сдвига между формируемыми импульсами и импульсами, поступающими с приемника СРНС, и вычисление на основе этих измерений поправок по частоте. В результате работы модуля привязки происходит изменение частоты перестраиваемого синтезатора  $f_{синт}$  и корректировка частоты РСЧ. Дополнительно на микроконтроллер модуля привязки возлагаются функции по сбору телеметрической информации с узлов РСЧ и передачи ее по командам через встроенный интерфейс RS-232C. Также через интерфейс передаются команды на изменение частоты прибора, запрашиваются данные временных измерений и данные о введенных поправках по частоте.

#### 4.6.2 Компаратор частотный

Структурная схема аппаратной части компаратора частотного приведена на рисунке 4.5. 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 в периоде сигнала промежуточной частоты. Цифровой преобразователь частоты по командам микроконтроллера устанавливает значение частоты выходного сигнала равное номинальному значению частоты исследуемого сигнала минус величина  $f_{нч}$ . В свою очередь, значение частоты исследуемого сигнала задается пользователем и передается микроконтроллеру через интерфейс. Выходной сигнал цифрового преобразователя частоты подается на вход балансного смесителя с фильтром низкой частоты на выходе, на другой вход которого поступает исследуемый сигнал  $f_x$ .

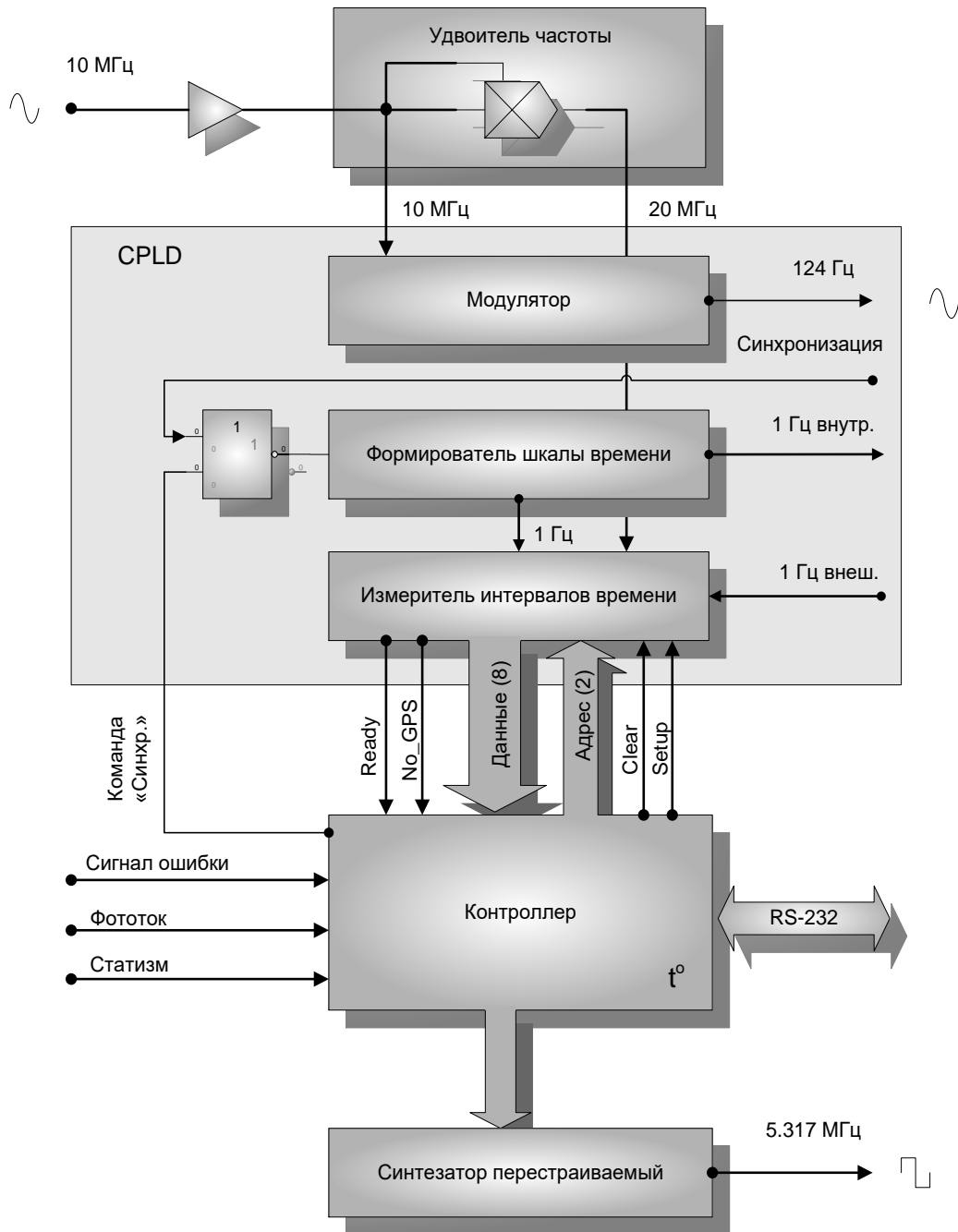


Рисунок 4.4 – Структурная схема модуля привязки.

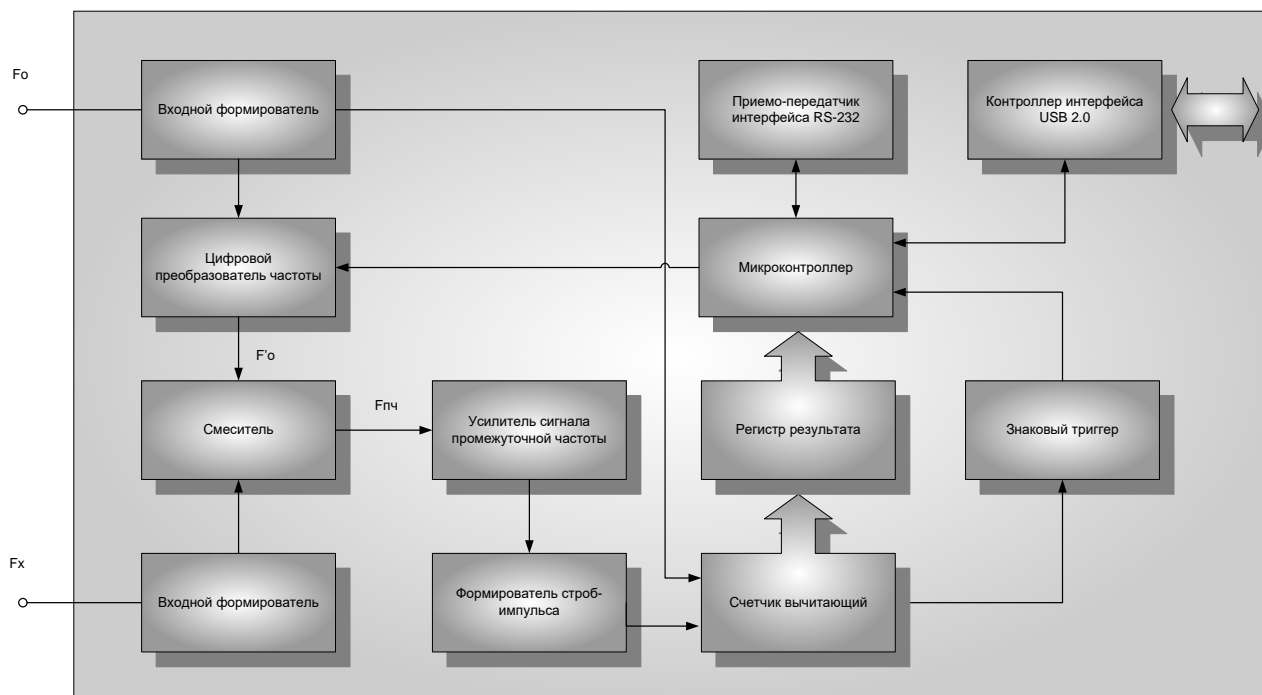


Рисунок 4.5 – Структурная схема компаратора частотного.

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

Микроконтроллер принимает данные, обрабатывает их и передает результат измерения в микрокомпьютер по окончании цикла. В микрокомпьютере результаты измерений обрабатываются с помощью программного обеспечения, вычисляются метрологические характеристики исследуемого сигнала и отображаются в графическом виде на экране прибора.

### 4.6.3 Формирователь шкалы времени (ФШВ)

Формирователь шкалы времени предназначен для формирования сигнала метки времени 1 Гц, привязки формируемой метки времени к выбранной шкале времени, формируемой приемником СРНС, хранения полученной шкалы времени и выдачи информации потребителю о текущем времени и дате, соответствующей моменту формирования импульса метки времени, через интерфейс RS-485. Кроме того, имея в своем составе измеритель расхождения шкал времени с разрешающей способностью одного измерения 10 нс, ФШВ реализует подсистему временных измерений прибора.

Структурная схема ФШВ приведена на рисунке 4.6. Сигнал частотой 10 МГц поступает на формирователь метки времени, представляющий собой 24-разрядный синхронный двоичный счетчик с входами параллельной загрузки и схемой привязки выходного импульса к импульсу входной тактовой последовательности для исключения нестабильности тракта деления частоты. После поступления через интерфейс USB команды «Установка времени» микроконтроллер регистрирует приход ближайшего секундного импульса от приемника СРНС, проверяет достоверность выдаваемой приемником информации и выделяет из выводимого приемником массива данных информацию о дате и времени, соответствующую моменту прихода этого импульса.

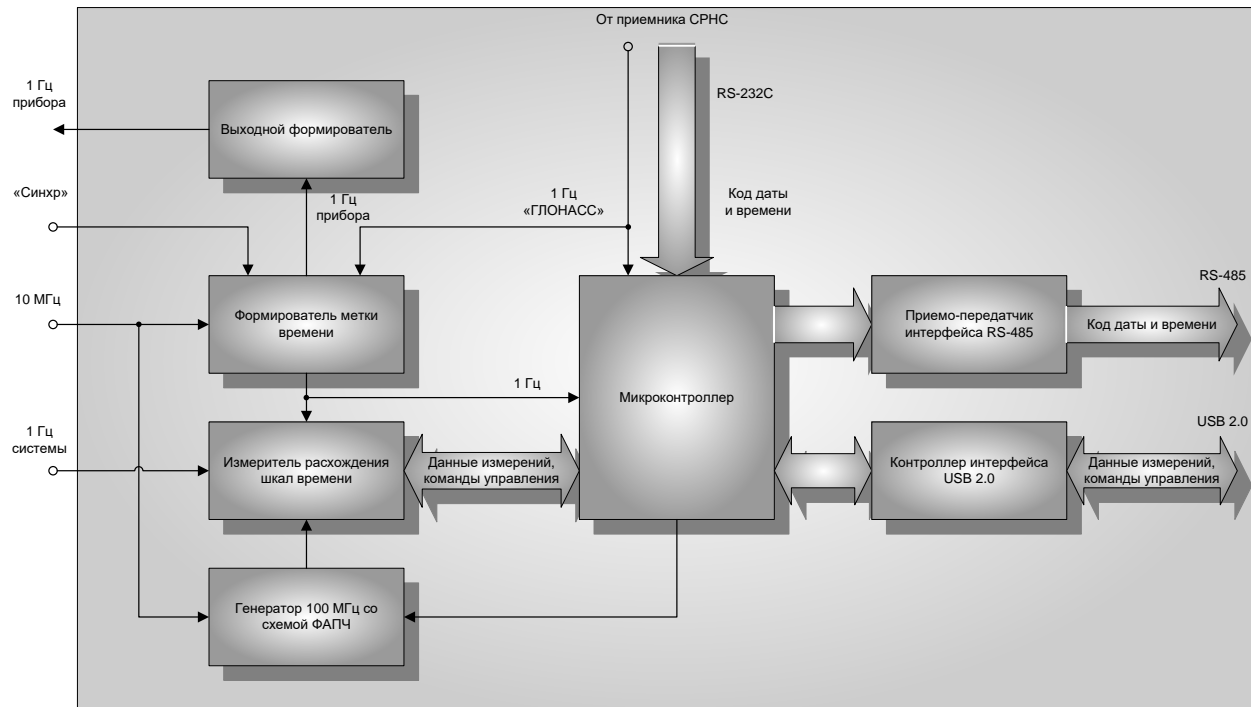


Рисунок 4.6 – Структурная схема формирователя шкалы времени.

Информация о состоянии старших разрядов кода времени и о текущей дате инкрементируется на одну секунду и сохраняется в регистрах часов реального времени и календаря, реализованных в микроконтроллере программно. С приходом фронта следующего секундного импульса с приемника СРНС разрешается счет счетчику формирователя метки времени, а микроконтроллер переходит в режим приема формируемых импульсов метки времени, обеспечивая инкрементирование временной информации и выдачу ее в интерфейс RS-485 по приходу очередного импульса.

Выдача информации о текущем времени и дате в интерфейс RS-485 производится постоянно во всех режимах работы ФШВ. При поступлении через интерфейс USB команды «Режим  $\Delta t$  внешний» микроконтроллер переводит измеритель расхождения шкал времени в режим измерения интервала времени между формируемыми импульсами метки времени и импульсами 1 Гц, поступающими на входной разъем прибора.

Результаты измерений с разрешающей способностью 10 нс передаются в интерфейс USB ежесекундно, обрабатываются прикладным программным обеспечением и представляются оператору в удобном для восприятия виде на экране прибора. При поступлении через интерфейс USB команды «Режим  $\Delta t$  внутренний» микроконтроллер переводит измеритель расхождения шкал времени в режим измерения интервала времени между формируемыми импульсами метки времени и импульсами 1 Гц, поступающими с приемника СРНС. В остальном этот режим аналогичен режиму « $\Delta t$  внешний».

#### 4.6.4 Модуль приёмника

Структурная схема модуля приемника МПР-01 приведена на рисунке 4.7.

Модуль приёмника предназначен:

– для формирования собственной шкалы времени (ШВ) в виде последовательности импульсов с периодом следования 1 с, положение фронта которых привязано к фронту секундных импульсов, поступающих от приёмника СРНС;

– подстройки собственной ШВ по сигналам спутниковых навигационных систем ГЛОНАСС или GPS.

#### 4.6.5 Модуль усилителя

Структурная схема модуля усилителя МУС-01 приведена на рисунке 4.8 (структурные схемы модулей усилителей МУС-02 и МУС-03 имеют аналогичный вид).

Модуль усилителя предназначен для усиления и распределения сигналов по трем независимым каналам.





Рисунок 4.7 – Структурная схема модуля приемника МПР-01.

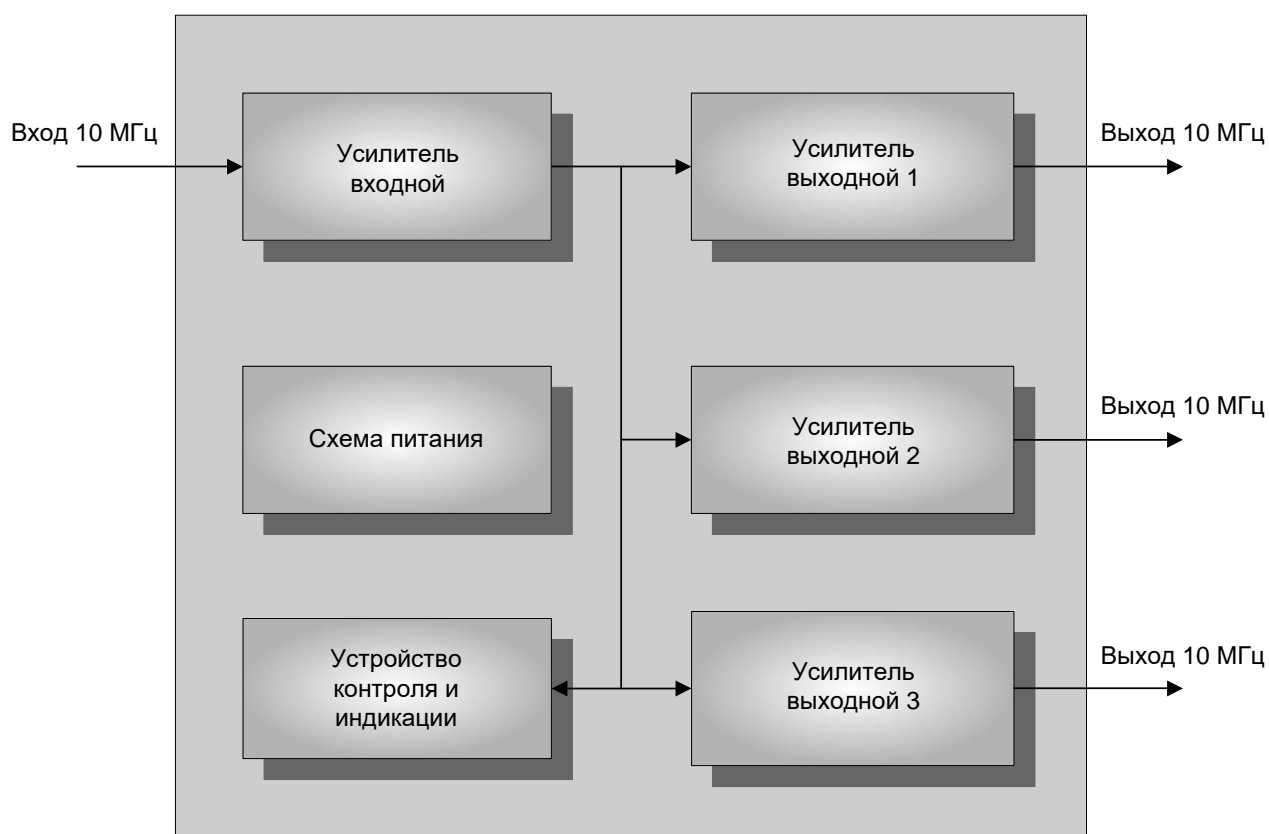


Рисунок 4.8 – Структурная схема модуля усилителя МУС-01.

#### 4.6.6 Модуль питания

Система электропитания прибора предусматривает возможность использования двух источников питания: от сети переменного тока напряжением 220 В и частотой по ГОСТ 13109 и от источника постоянного тока напряжением плюс (22–30) В. В условиях метрологического центра или лаборатории питание прибора осуществляется в большинстве случаев от сети переменного тока.

При необходимости перенести шкалу времени к удалённому от центра объекту сразу после проведения сеанса корректировки частоты прибора по сигналам радионавигационных систем прибор может быть подключен к внешнему ИАП. В этом состоянии осуществляют транспортировку шкалы времени. При транспортировке шкалы времени на дальние расстояния и при проведении поверочных работ на объектах питание прибора может осуществляться от бортовой сети питания напряжением плюс (22–30) В.

## 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, силовоточные коммутационные устройства. Сильные магнитные поля могут вызвать намагничивание экранов рубидиевого дискриминатора и, как следствие, неконтролируемый сдвиг частоты выходных сигналов.

### 5.2 Распаковывание и повторное упаковывание прибора

#### 5.2.1 Распаковывание прибора производится следующим образом:

- снимите пломбу, стальную ленту или проволоку, обтягивающую транспортный ящик;
- вскройте ящик, достаньте упаковочный лист;
- удалите картонные амортизаторы и извлеките коробку с прибором из транспортного ящика;
- вскройте упаковку и извлеките прибор из полиэтиленового пакета;
- вскройте пакет с эксплуатационной документацией и извлеките содержимое;
- извлеките пакет с принадлежностями и вскройте его.

5.2.2 Упаковывание прибора перед транспортированием производится следующим образом:

- поместите прибор в полиэтиленовый пакет и заклейте свободный край липкой лентой, поместите прибор в коробку;
- поместите принадлежности в полиэтиленовый пакет и заклейте свободный край липкой лентой, поместите пакет с принадлежностями в нишу транспортного ящика;
- эксплуатационную документацию поместите в полиэтиленовый пакет, свободный край которого заклейте липкой лентой, пакет уложите в коробку с прибором;
- установите амортизаторы в транспортный ящик и уложите на них коробку с прибором;
- проконтролируйте отсутствие свободных перемещений прибора внутри упаковки, при необходимости уплотните свободное пространство гофрированным картоном;
- поместите в транспортный ящик упаковочный лист на верхнюю прокладку под водонепроницаемую обивку верхней крышки ящика;
- закрепите гвоздями верхнюю крышку транспортного ящика, обтяните ящик стальной лентой или проволокой и опломбируйте его.

### 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, исключающее 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 2 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.

6.1.3 Старайтесь выполнить все кабельные подключения до включения питания прибора. Уделяйте особое внимание кабелю, соединяющему прибор с блоком антенным. Его подключение в обязательном порядке должно быть произведено до включения прибора.

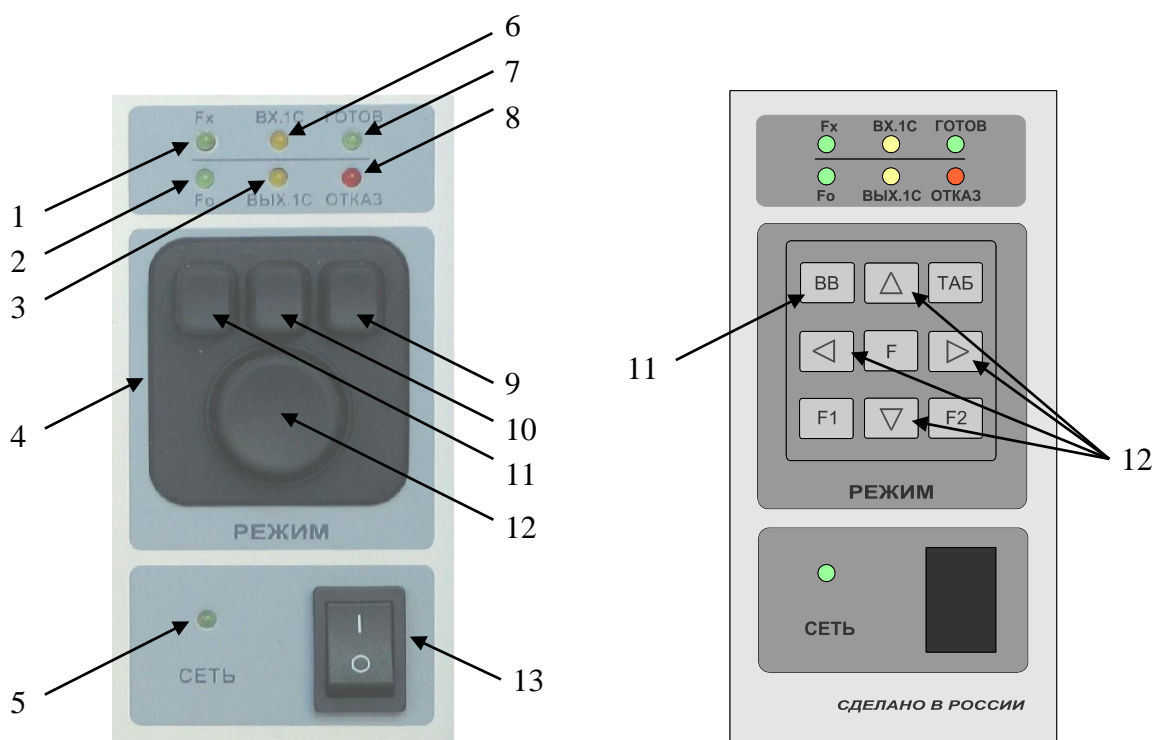
**ВНИМАНИЕ.** Подключение антенного кабеля к включенному прибору ЧК7-1011 ведет к выходу из строя приемника СРНС и невозможности его дальнейшей работы.

### 6.2 Органы управления, подключения и индикации

6.2.1 Расположение органов управления, индикации и присоединительных разъемов прибора показано на рисунках 6.1, 6.2 и 6.3. Назначение органов управления, индикации и присоединительных разъемов с указанием маркировки приведено в таблице 6.1.



Рисунок 6.1а – Внешний вид компаратора частотного ЧК7-1011. Вид спереди.



Исполнение А

Исполнение Б

Рисунок 6.1б – Органы управления и индикации компаратора частотного ЧК7-1011.

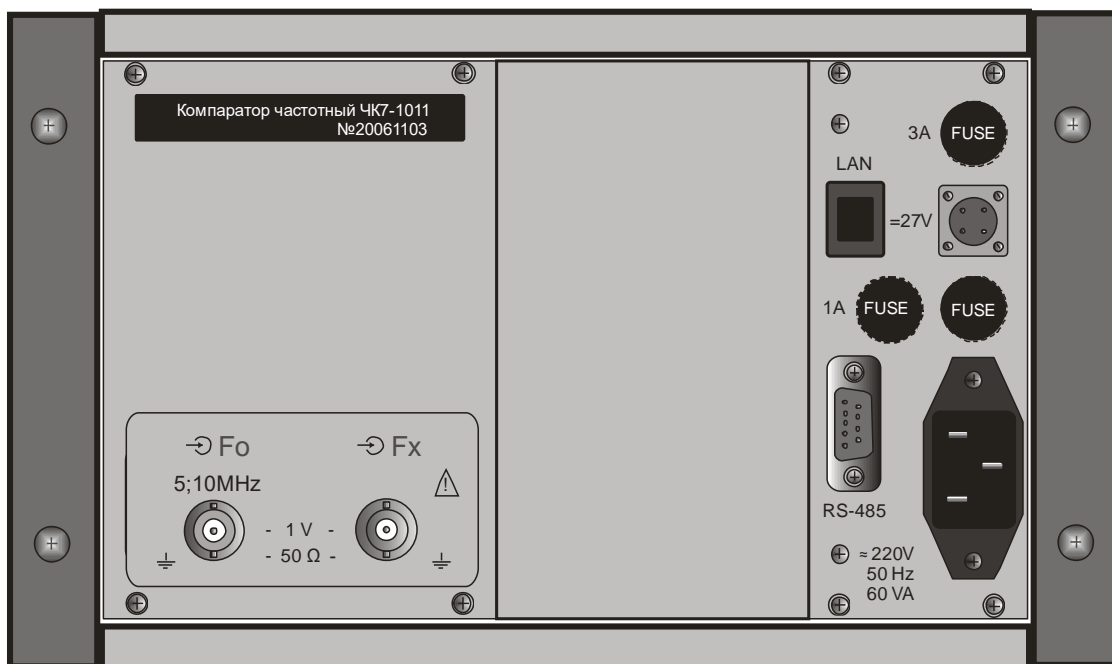


Рисунок 6.2а – Внешний вид компаратора частотного ЧК7-1011 без вставных модулей (модификация ЧК7-1011/2). Вид сзади.

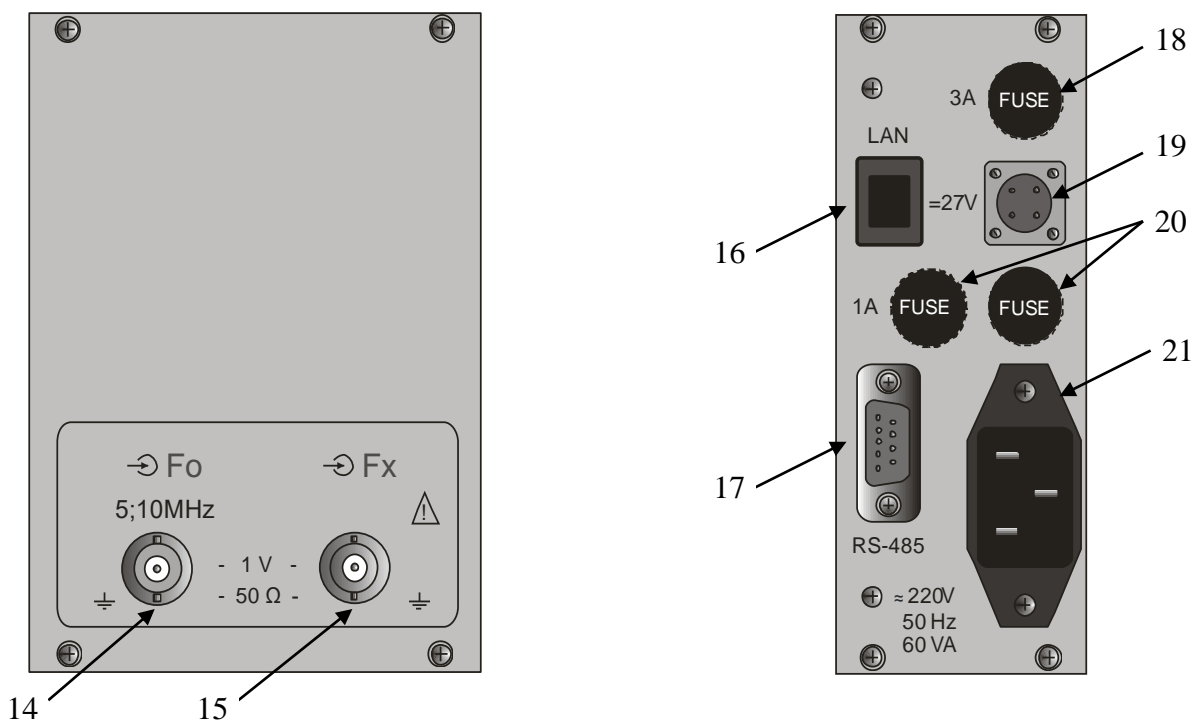


Рисунок 6.2б – Присоединительные разъемы компаратора частотного и блока питания.

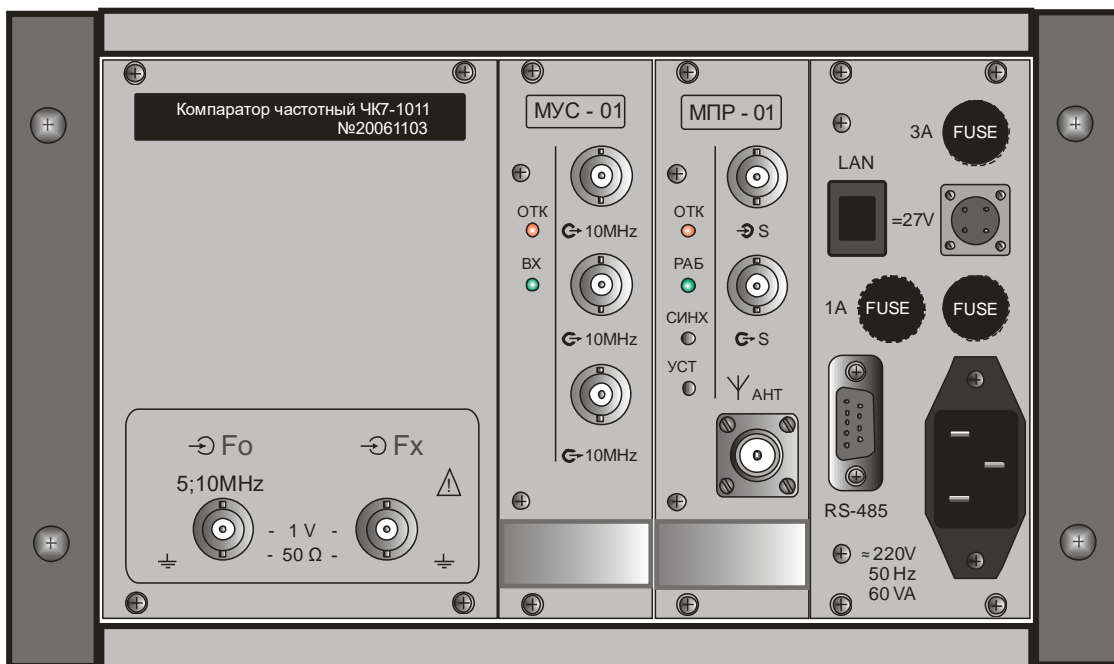


Рисунок 6.3а – Внешний вид компаратора частотного ЧК7-1011 с установленными вставными модулями. Вид сзади.

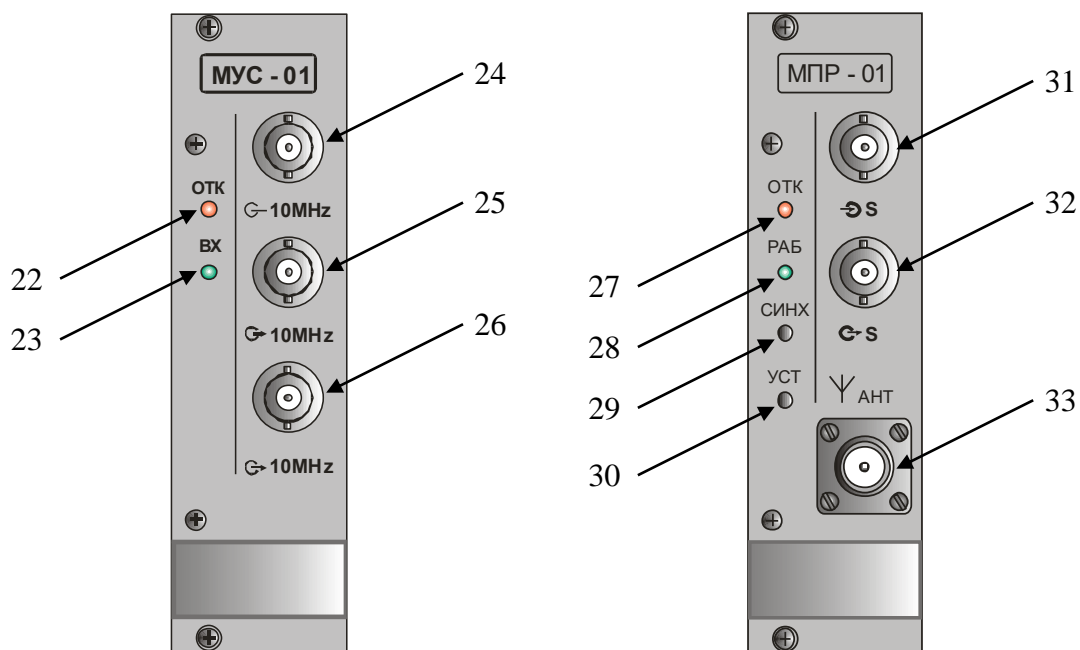


Рисунок 6.3б – Внешние присоединительные разъемы вставных модулей компаратора частотного ЧК7-1011.

МУС-01 – модуль усилителей высокочастотных 10 МГц;  
 МПП-01 – модуль приёмника СРНС.



Таблица 6.1

Позиция на рис. 6.1, 6.2, 6.3	Маркировка	Назначение
Передняя панель		
1	«Fх»	Индикатор зелёного цвета свечения. Указывает на наличие входного сигнала на разъеме « $\ominus$ Fх».
2	«Fo»	Индикатор зелёного цвета свечения. Указывает на наличие входного сигнала на разъеме « $\ominus$ Fo».
3	«ВЫХ.1С»	Индикатор жёлтого цвета свечения. Указывает на наличие сигнала шкалы времени, формируемой прибором, на разъеме « $\ominus$ S».
4	–	Джойстик-указатель.
5	«СЕТЬ»	Индикатор зеленого цвета свечения. Указывает на включенное состояние прибора.
6	«ВХ.1С»	Индикатор жёлтого цвета свечения. Указывает на наличие входного сигнала внешней шкалы времени, на разъеме « $\ominus$ S».
7	«ГОТОВ»	Индикатор зеленого цвета свечения. Указывает на готовность прибора к измерениям.
8	«ОТКАЗ»	Индикатор красного цвета свечения. Сигнализирует о режиме поджига спектрального источника света РСЧ (при включении прибора) и о неисправностях в работе прибора.
9	–	Правая кнопка джойстика-указателя.
10	–	Средняя кнопка джойстика-указателя.
11	–	Левая кнопка джойстика-указателя. Ввод команды.
12	–	Центральная кнопка джойстика-указателя. Позиционирование маркера экрана.
13	« I 0 »	Выключатель. Включение питания прибора. Исходное положение – «0» (выключено).
Задняя панель		
14	« $\ominus$ Fo»	Высокочастотный разъём. Вход опорного (эталонного) сигнала.
15	« $\ominus$ Fх»	Высокочастотный разъём. Вход исследуемого сигнала.
16	«LAN»	Низкочастотный разъём. Связь по локальной сети с внешним ПК.
17	«RS-485»	Низкочастотный разъём. Выдача информации о времени, соответствующем моменту выдачи импульса ШВ на разъеме « $\ominus$ S».
18	«FUSE 3A»	Предохранитель 3 А по постоянному напряжению + 27 В.
19	«=27V»	Низкочастотный разъём. Питание от источника постоянного напряжения + 27 В.
20	«FUSE 1A»	Предохранители 1 А по сети переменного напряжения 220 В.
21	« $\approx$ 220V 50Hz 60VA»	Сетевой разъём. Питание от сети переменного напряжения 220 В.

Продолжение таблицы 6.1

Позиция на рис. 6.1, 6.2, 6.3	Маркировка	Назначение
22	«ОТК»	Индикатор красного цвета свечения. Сигнализирует о неисправностях в работе модуля усилителя.
23	«ВХ»	Индикатор зелёного цвета свечения. Указывает на наличие сигнала на входе усилителя.
24, 25, 26	« $\Theta$ 10 МГц»	Высокочастотные разъёмы. Выход высокочастотного сигнала 10 МГц.
27	«ОТК»	Индикатор красного цвета свечения. Сигнализирует о неисправностях в работе модуля приемника.
28	«РАБ»	Индикатор зелёного цвета свечения. Указывает на нормальную работу модуля приемника.
29	«СИНХ»	Кнопка. Синхронизация шкалы времени, формируемой прибором, по внешней шкале времени.
30	«УСТ»	Кнопка. Сброс модуля приемника СРНС.
31	« $\ominus$ S»	Высокочастотный разъем. Вход сигнала внешней шкалы времени.
32	« $\Theta$ S»	Высокочастотный разъем. Выход сигнала шкалы времени, формируемой прибором.
33	« $\Upsilon$ АНТ»	Высокочастотный разъем. Вход сигнала от антенны приёмника СРНС.

Назначение контактов разъема «=27V» приведено в таблице 6.2.

Таблица 6.2

Номер контакта	Цепь	Назначение
1	+ 27 В	Плюс источника питания.
2	- 27 В	Минус источника питания.
3	+ 27 В	Плюс источника питания.
4	- 27 В	Минус источника питания.

Назначение контактов разъема «RS-485» приведено в таблице 6.3.

Таблица 6.3

Номер контакта	Цепь	Назначение
1	GND	Корпус прибора. Уровень нулевого потенциала.
3	GND Shield	Корпус экрана.
4	TxA	Линия А передатчика.
5	TxB	Линия В передатчика.
7	GND Shield	Корпус экрана.
8	RxA	Линия А приемника.
9	RxB	Линия В приемника.

### 6.3 Подготовка к проведению измерений

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

6.3.2 Установите блок антенный в соответствии с эксплуатационной документацией (только при работе с компаратором ЧК7-1011).

6.3.3 Проверьте наличие и исправность линии защитного заземления и подключите прибор к сети питания переменного тока напряжением  $(220 \pm 22)$  В и частотой по ГОСТ 13109. **Не используйте для подключения прибора к сети переходники, не имеющие контакта защитного заземления!**

### 6.4 Проведение измерений

6.4.1 Используя высокочастотные кабели, соедините выходные разъемы прибора с входными разъемами устройств, использующих его сигнал в качестве опорного. При работе с компаратором ЧК7-1011 подключите кабель антенный к блоку антенному и разъему « $\Upsilon$  АНТ» прибора (поз. 32 рисунка 6.3б).

6.4.2 Включите питание прибора выключателем, расположенным на передней панели прибора. При этом загорается зелёный светодиод «СЕТЬ» (поз. 5 рисунка 6.1б), начинается загрузка операционной системы и включение устройств, входящих в состав прибора. Для модификаций прибора ЧК7-1011 и ЧК7-1011/1, имеющих в своём составе встроенный РСЧ, сразу после включения прибора возможно кратковременное (до 2 мин) свечение красного светодиода «ОТКАЗ» (поз. 8 рисунка 6.1б), что говорит о нормальной работе устройства поджига спектрального источника света РСЧ.

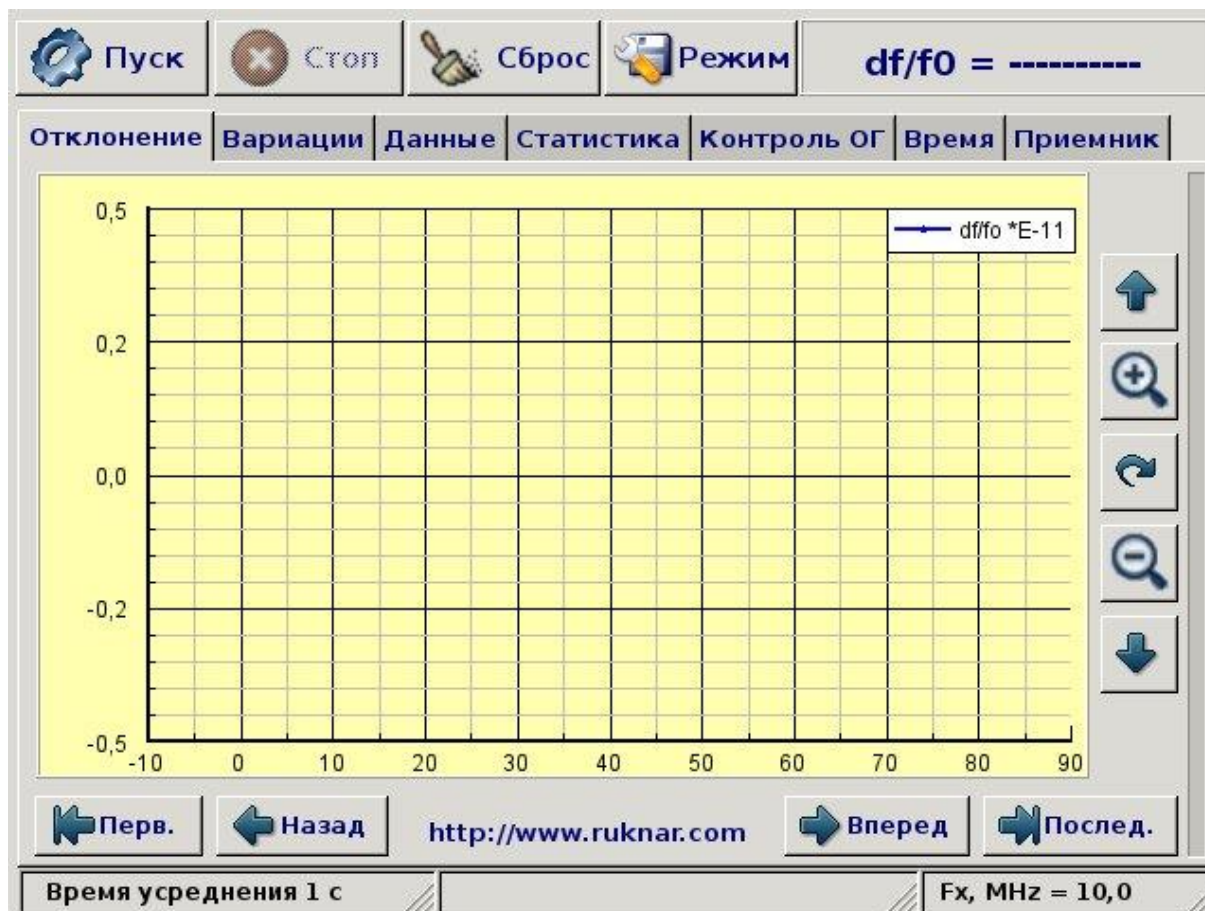
Дождитесь завершения процесса загрузки операционной системы и встроенного программного обеспечения. По окончании загрузки на экране прибора появляется заставка с логотипом фирмы-изготовителя – ЗАО «РУКНАР».

После прогрева прибора через (20–40) мин при отсутствии отказов в его работе загорается зелёный светодиод «ГОТОВ» (поз. 7 рисунка 6.1б). При использовании в качестве опорного сигнала выходной сигнал встроенного РСЧ рекомендуется приступать к измерениям не ранее чем через 2 ч с момента включения прибора (после полного прогрева РСЧ).

Прибор ЧК7-1011/2 готов к проведению измерений по внешнему опорному сигналу сразу же после загрузки операционной системы и встроенного программного обеспечения.

6.4.3 Управление прибором осуществляется через оконный интерфейс с помощью кнопочной клавиатуры (джойстика-указателя) (рисунок 6.1б) либо манипулятора типа «мышь» (входит в комплект поставки). После включения прибора и загрузки программного обеспечения автоматически открывается рабочее окно прибора.

Главное окно прибора состоит из расположенных сверху вниз панели кнопок быстрого запуска и кнопки результата текущих измерений, панели вкладок (прикладных программ), панели отображения информации и строки состояния и выглядит следующим образом:



Навигация по предлагаемым опциям производится перемещением курсора с помощью кнопок со стрелками на кнопочной клавиатуре (поз. 12 рисунка 6.1б) либо перемещением манипулятора типа «мышь». Вход в прикладную программу производится нажатием кнопки «Ввод» на кнопочной клавиатуре (поз. 11 рисунка 6.1б) либо щелчком левой кнопки манипулятора типа «мышь».

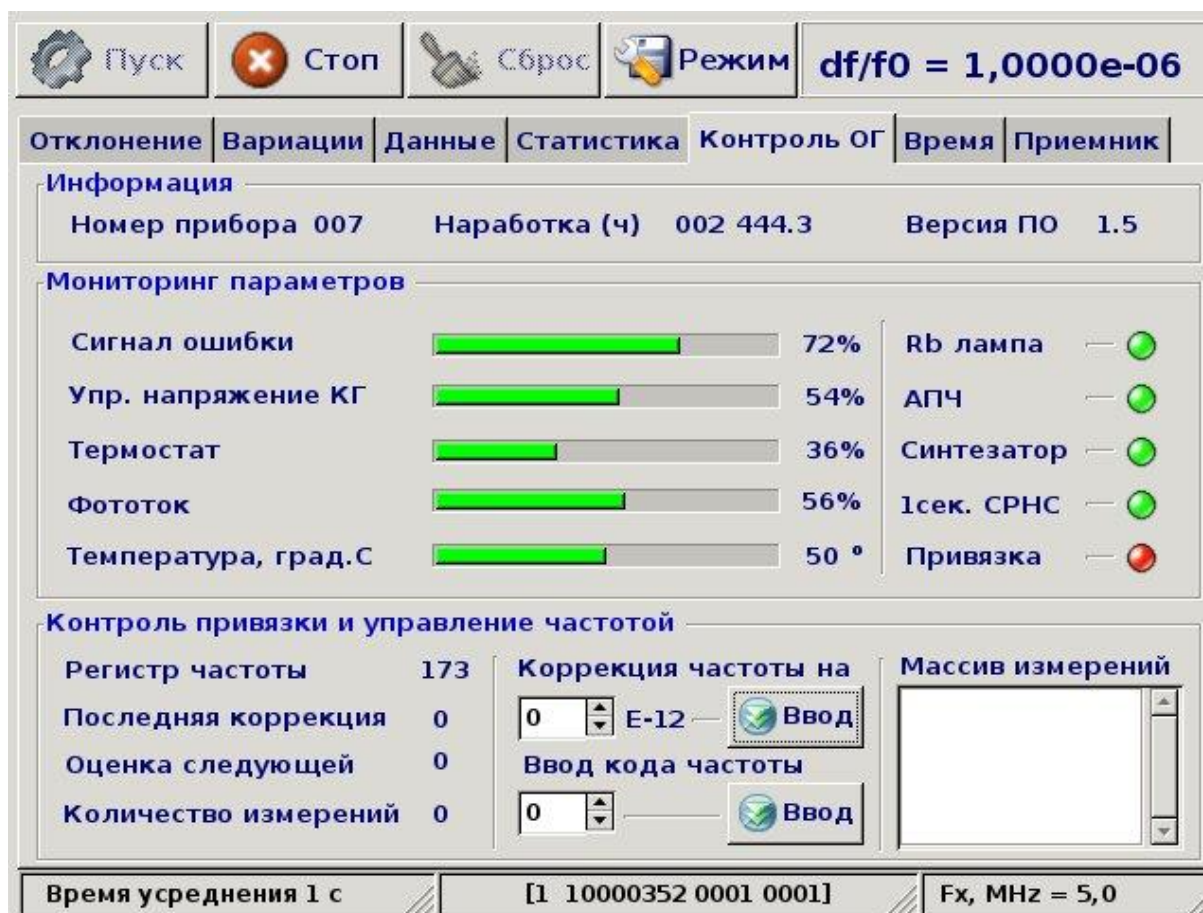
С помощью кнопок быстрого запуска можно управлять процессом измерений и вызывать окно настройки.

#### 6.4.4 Контроль функционирования опорного генератора (для приборов ЧК7-1011 и ЧК7-1011/1)

При работе с приборами ЧК7-1011 и ЧК7-1011/1 после прогрева встроенного РСЧ (свечение зелёного светодиода «ГОТОВ» на передней панели прибора) необходимо произвести контроль функционирования опорного генератора (ОГ).

Рубидиевый опорный генератор, входящий в состав прибора, является узлом, от правильности функционирования которого зависит точность проводимых измерений и правильность принятых решений, поэтому в прибор встроена система контроля опорного генератора, позволяющая оперативно отслеживать изменение его жизненно важных параметров.

Включите прибор согласно п. 6.4.2. Войдите в рабочее окно прибора. Щелкните левой кнопкой мыши на закладке с надписью «Контроль ОГ» и дождитесь открытия окна программы-монитора опорного генератора, которое выглядит следующим образом:



Окно «Контроль ОГ» включает три раздела сообщений: «Информация», «Мониторинг параметров» и «Контроль привязки и управление частотой».

В разделе «Информация» приведены сведения о порядковом номере опорного генератора, времени его наработки и об установленной версии микропрограммы.

В разделе «Мониторинг параметров» выводится информация о наиболее важных параметрах опорного генератора (в % от максимальных значений) и сигналы оперативного контроля (битовые сигналы). Нахождение контролируемого параметра в пределах допуска отображается зеленым цветом, а выход за пределы – красным. Аналогичным образом отображаются значения битовых параметров, расположенных в правой части раздела.

Раздел «Контроль привязки и управление частотой» включает информацию о текущем состоянии перестраиваемого синтезатора частоты, окно коррекции частоты опорного генератора и окно контроля процесса корректировки частоты - «Массив измерений».

Используя окно коррекции частоты вы можете изменять действительное значение частоты опорного генератора в пределах  $\pm 1 \cdot 10^{-9}$  от номинального значения с шагом  $1 \cdot 10^{-12}$ . Следует отметить, что подача команд на изменение частоты во время сеанса корректировки приводит к завершению текущего сеанса корректировки и началу нового.

Щелчком левой кнопки по заголовку «Массив измерений» вы можете вызвать массив текущих измерений и тем самым контролировать процесс корректировки частоты опорного генератора по сигналам внешней шкалы времени. Повторным щелчком по окну загружается массив коррекций частоты, проведенных от момента включения прибора до момента подачи команды.

Перед проведением измерений проконтролируйте нахождение параметров опорного генератора в заданных пределах. Относительные уровни контролируемых сигналов должны быть отмечены зелёным цветом.

#### 6.4.5 Корректировка опорного генератора по частоте (только для прибора ЧК7-1011)

При работе с прибором ЧК7-1011 при первом включении произведите корректировку опорного генератора по частоте.

Включите прибор. Убедитесь, что модуль приёмника СРНС (МНР-01) находится в рабочем состоянии. Индикатором рабочего состояния модуля является горящий зелёный светодиод «РАБ» на задней панели прибора (поз. 28 рисунка 6.3б). Откройте вкладку «Контроль ОГ» и убедитесь в наличии сигнала «1сек. СРНС». По истечении 30 мин прогрева прибора при наличии сигнала шкалы времени с приемника СРНС автоматически начинается сеанс корректировки опорного генератора по частоте. Продолжительность одного сеанса корректировки составляет 6 ч. При возникновении в течение сеанса более двух сбоев в измерениях по любой причине текущий сеанс корректировки завершается без ввода поправки и начинается новый. При успешном завершении сеанса корректировки индикатор «Привязка» на вкладке «Контроль ОГ» меняет цвет с красного на зеленый.

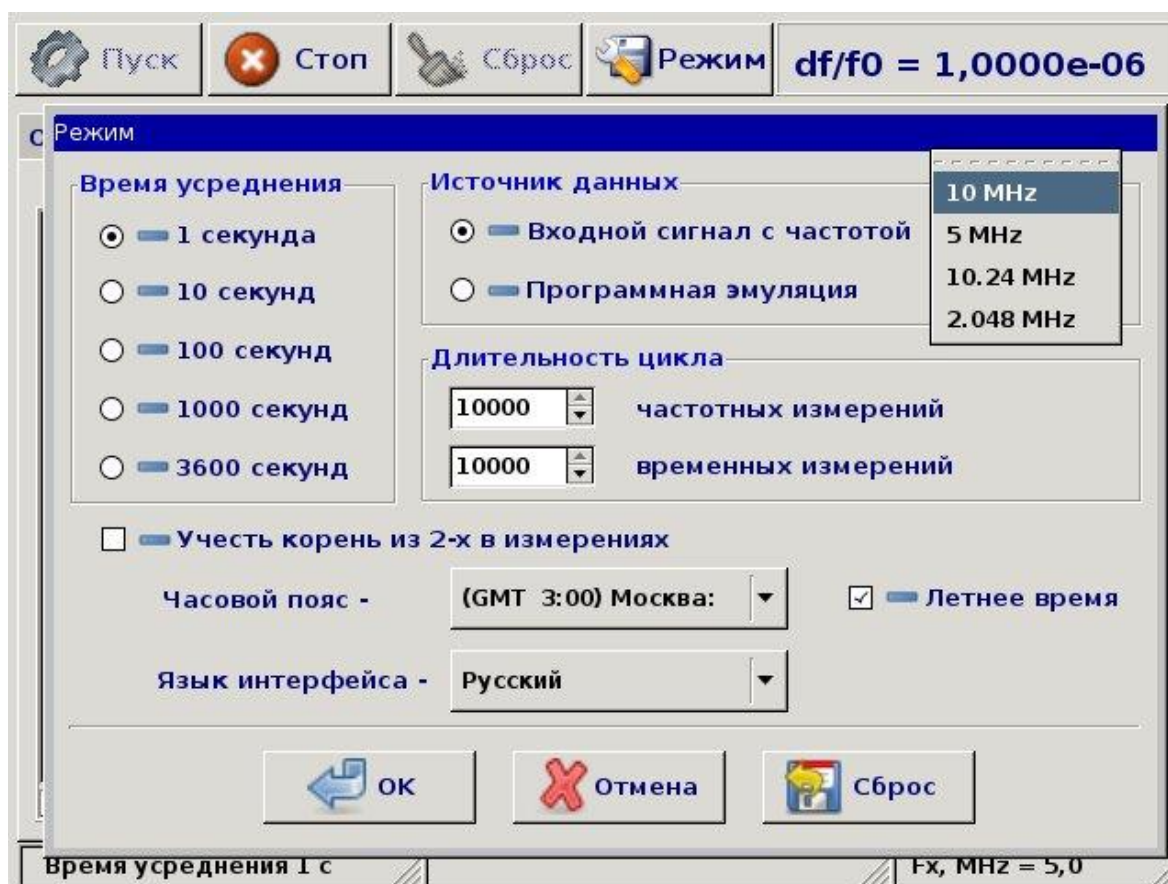


Для достижения достаточной точности корректировки необходимо проведение не менее двух сеансов. При этом частота опорного генератора прибора будет иметь отклонение от номинального значения в пределах  $\pm 3,0 \cdot 10^{-12}$ . Для достижения максимальной точности измерений процесс корректировки должен быть непрерывным. В этом случае исключаются систематические и температурные изменения частоты опорного генератора.

#### 6.4.6 Проведение частотных измерений

Для проведения частотных измерений подключите кабель с исследуемым сигналом на вход « $\ominus$  Fx» прибора. При работе с прибором ЧК7-1011/2 подайте опорный сигнал от внешнего эталона частоты на разъём « $\ominus$  Fo». При работе с приборами ЧК7-1011 и ЧК7-1011/1 соедините кабелем РУГА.685661.003 (входит в комплект поставки) один из выходов 5 или 10 МГц модуля усилителя с разъемом « $\ominus$  Fo». Наличие сигналов на входах прибора можно проконтролировать по свечению соответствующих светодиодов зелёного цвета на передней панели прибора: «Fx» - исследуемый сигнал и «Fo» - опорный сигнал.

Нажатием кнопки «Режим», расположенной в верхней части рабочего окна прибора, откройте окно с одноименным названием, которое выглядит следующим образом:



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. 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 и двухвыборочного относительного отклонения частоты будут дополнительно поделены на корень из двух, и могут быть отнесены к обоим источникам сигналов.

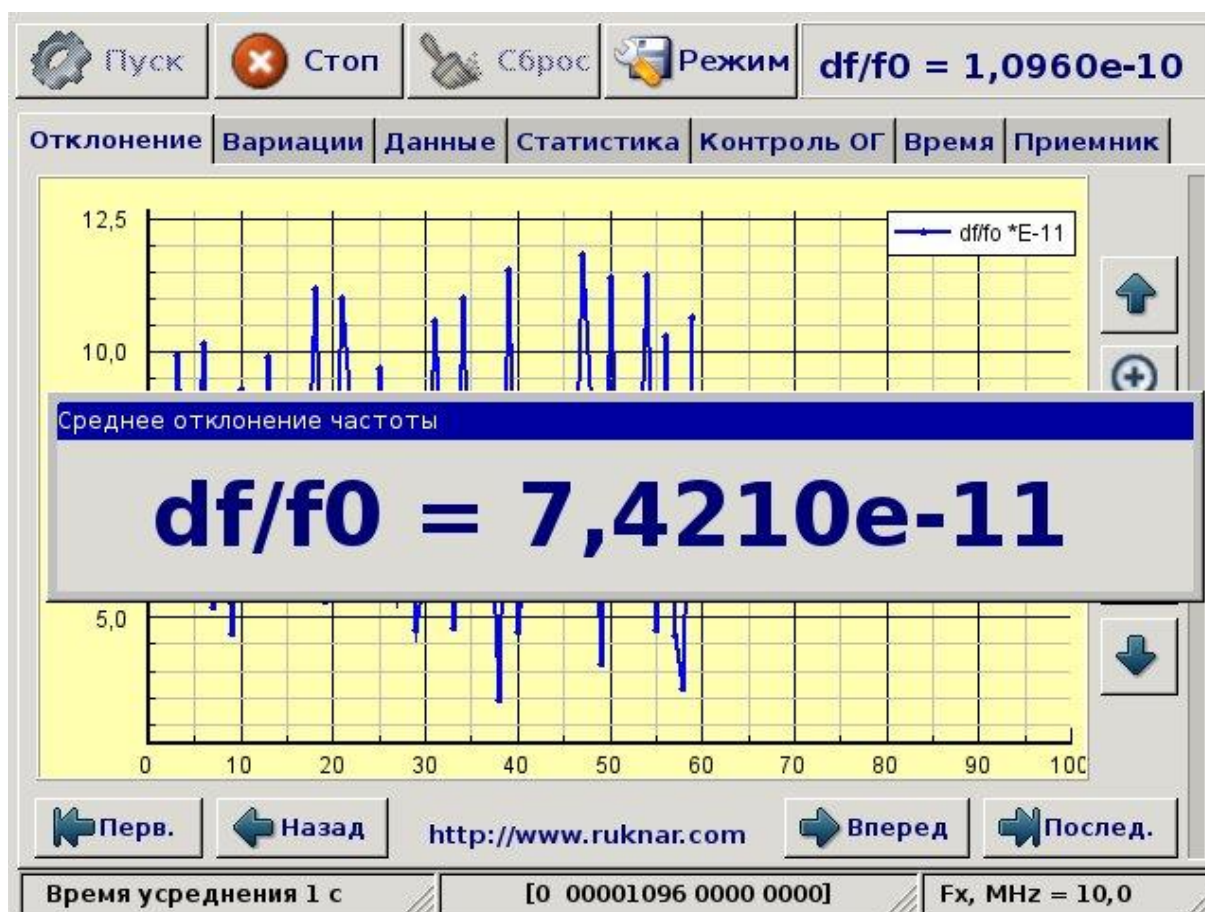
Закройте окно нажатием кнопки «ОК». Закрытие окна кнопкой «Отмена» отменяет сделанные изменения, а нажатие кнопки «Сброс» устанавливает все параметры прибора в значения по умолчанию: время усреднения – 1 с, источник данных – «Входной сигнал» с частотой 10 МГц; длительность цикла – 10 000 измерений.

Запустите процесс измерений нажатием кнопки «Пуск». О переходе прибора в режим измерений можно судить по миганию светодиода «ГОТОВ» (поз. 7 рисунка 6.1б) 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 программы измерений отклонения частоты на панели отображения информации в виде непрерывного графика:



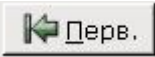

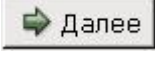








После начала измерений текущее значение относительного отклонения частоты отображается в поле индикации в правом верхнем углу рабочего окна и на графике вкладки «Отклонение». При необходимости, нажатием левой кнопки джойстика на поле индикации, вы можете вызвать на экран дочернее окно «Среднее отклонение частоты», в котором будет отображаться текущее среднее значение относительного отклонения частоты. Нажатие на элемент рабочего окна или на дочернее окно скрывает его. В этом случае внешний вид рабочего окна прибора примет следующий вид:



При выборе времени усреднения больше, чем 1 с, в правой части рабочего окна активизируется индикатор состояния, показывающий в графическом виде время, оставшееся до получения очередного усредненного значения. График относительного отклонения частоты всегда отображает данные страницами по сто измерений. При текущем цикле измерений на графике представляются сто последних измеренных значений. Кнопки горизонтальной и вертикальной навигации, расположенные справа и снизу под графиком, позволяют привести график к виду удобному для восприятия и перейти к интересующему фрагменту массива измерений. Назначение кнопок навигации приведено в таблице 6.4.

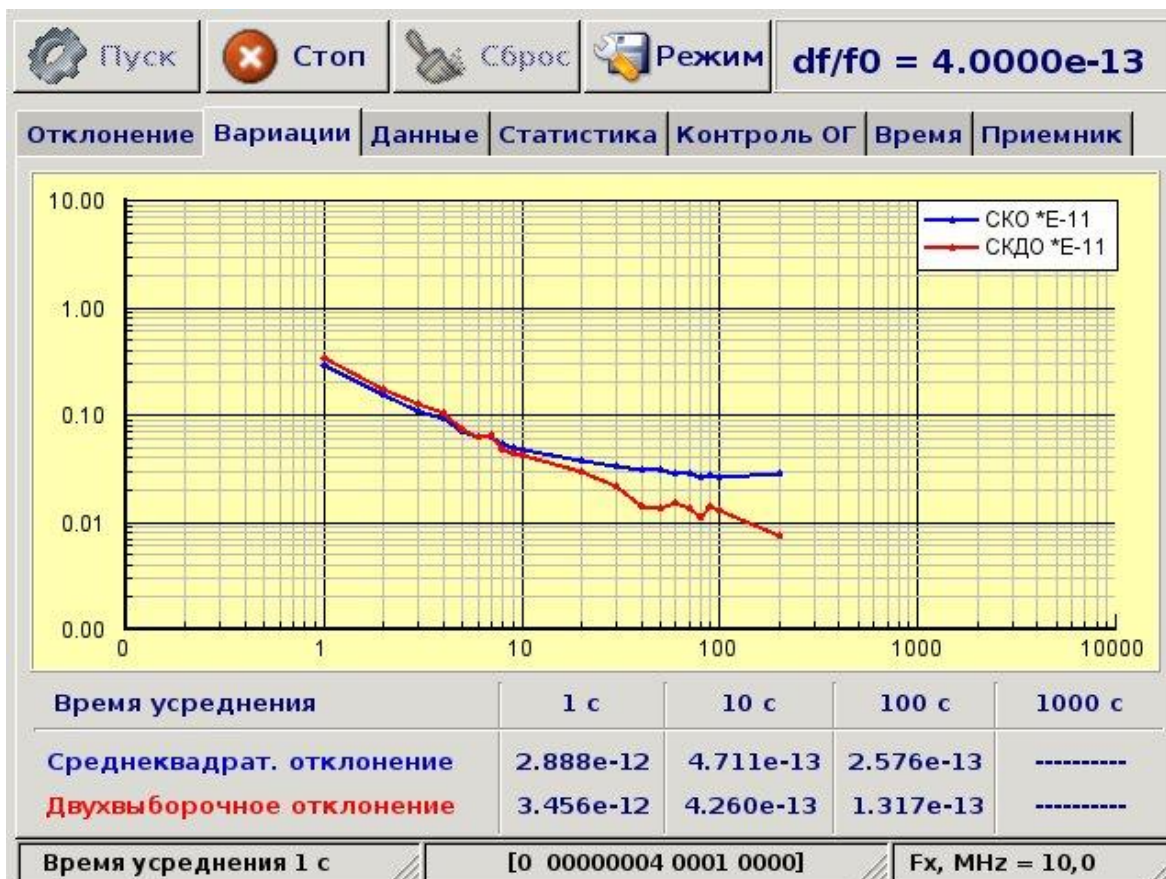
Таблица 6.4

Кнопка	Назначение
	Переводит график к отображению первой страницы массива измерений.
	Возвращает график на одну страницу назад.
	Переводит график к отображению следующей страницы массива измерений.
	Переводит график к отображению последней страницы массива измерений.
	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.

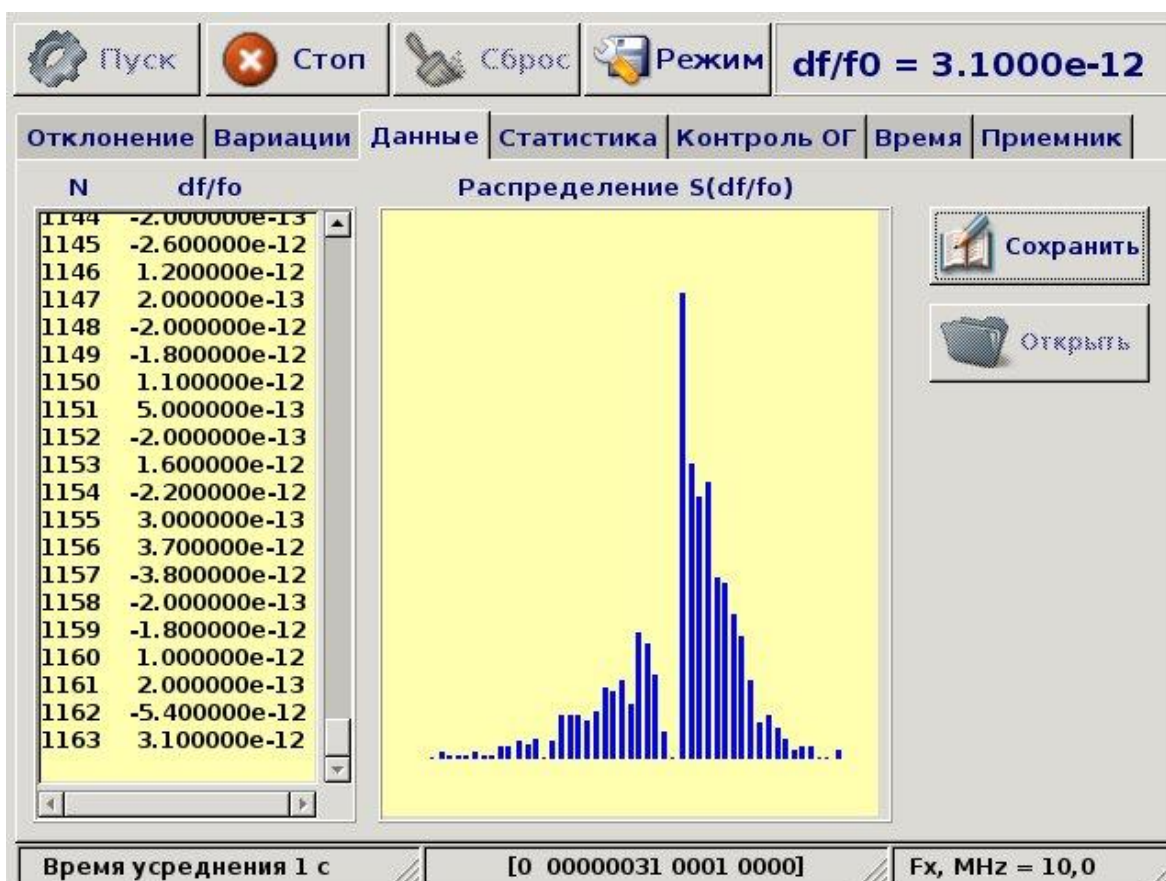
Расположенная внизу рабочего окна строка состояния показывает текущие значения параметров измерений. Следует отметить, что изменить значения параметров измерений в окне «Режим» вы можете в любое время, но изменения вступят в силу только после завершения текущего цикла измерений и запуска нового.

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. 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.





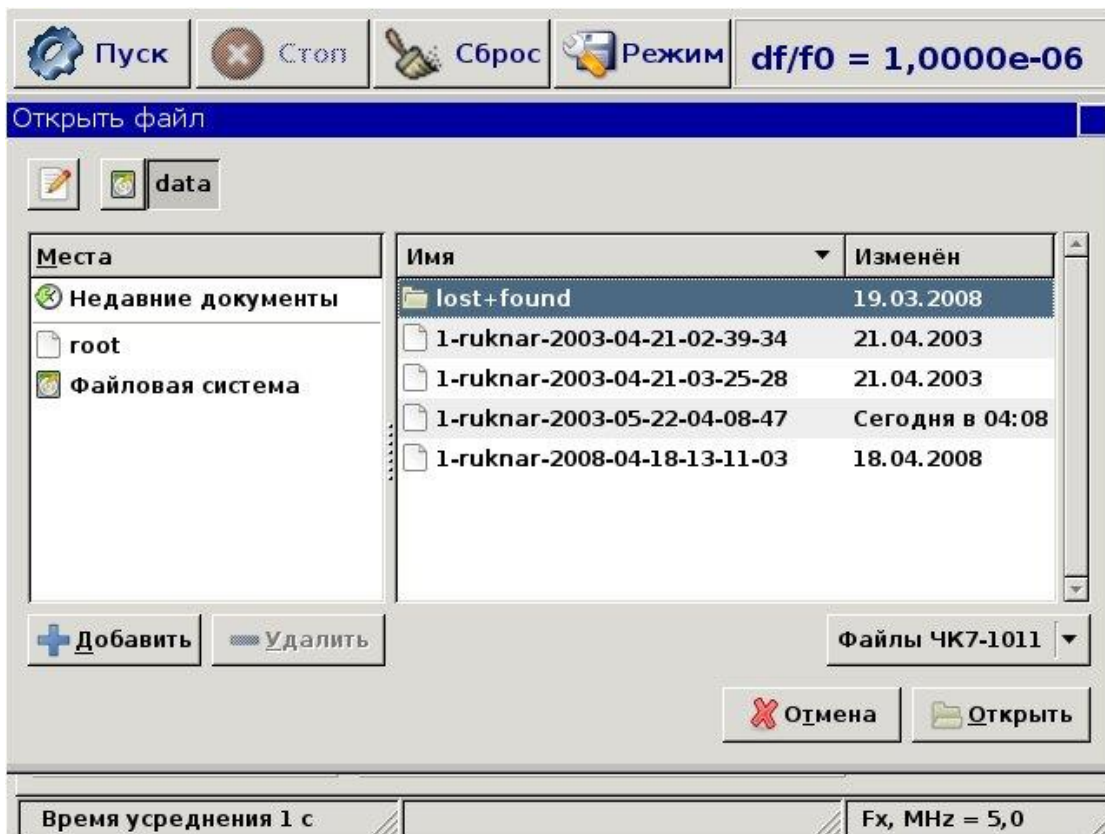
Расположенная в центре вкладки гистограмма распределения измеренных значений относительного отклонения помогает определить характер флуктуаций частоты сигнала и определить источник нестабильности. На этой же вкладке расположены кнопки сохранения массива измерений в файл и открытия сохраненного массива.

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).

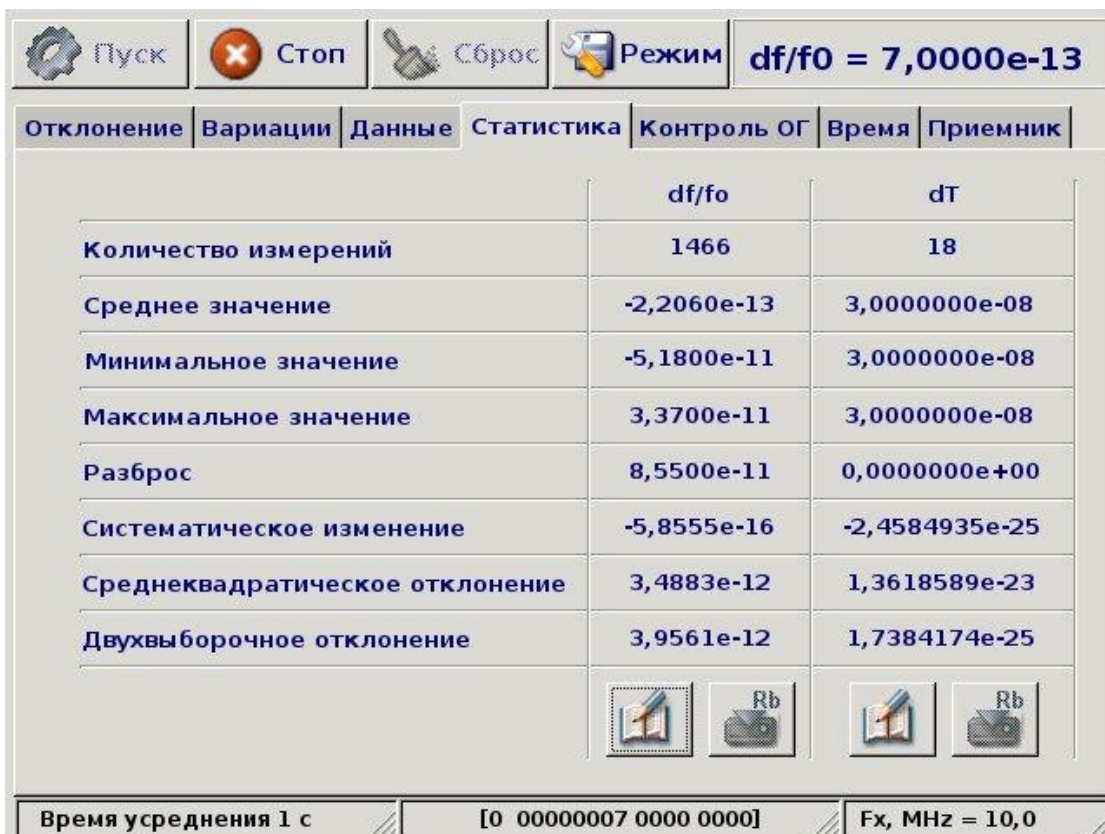
При нажатии кнопки «Открыть», вам будет предложено окно выбора файла, в котором вы сможете выбрать один из ранее сохраненных файлов или удалить ненужные. Будьте осторожны при удалении файлов. Удаление производится без дополнительного подтверждения. Внешний вид окна при сохранении данных измерений и окна выбора файла приведены ниже.

The screenshot displays a software interface with a top toolbar containing icons for 'Пуск' (Start), 'Стоп' (Stop), 'Сброс' (Reset), and 'Режим' (Mode), along with the text 'df/fo = 1,0000e-06'. Below the toolbar is a menu bar with tabs: 'Отклонение', 'Вариации', 'Данные', 'Статистика', 'Контроль ОГ', 'Время', and 'Приемник'. The main area is divided into a table on the left and a histogram on the right. The table has columns 'N' and 'df/fo' and lists data points from 1089 to 1108. The histogram is titled 'Распределение S(df/fo)'. A dialog box titled 'Внимание!' is overlaid on the histogram, displaying the file name '/data/1-guknar-2003-05-22-04-08-47' and a 'Закреть' (Close) button. To the right of the histogram are buttons for 'Сохранить' (Save) and 'Открыть' (Open). At the bottom, there are status indicators: 'Время усреднения 1 с' (Average time 1 s) and 'Fх, MHz = 5,0'.

N	df/fo
1089	1,000023e-06
1090	1,000084e-06
1091	1,000043e-06
1092	1,000046e-06
1093	1,000028e-06
1094	1,000090e-06
1095	1,000023e-06
1096	1,000033e-06
1097	1,000084e-06
1098	1,000033e-06
1099	1,000053e-06
1100	1,000019e-06
1101	1,000083e-06
1102	1,000024e-06
1103	1,000066e-06
1104	1,000011e-06
1105	1,000056e-06
1106	1,000021e-06
1107	1,000079e-06
1108	1,000028e-06



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





При нажатии кнопок текущие результаты измерений сохраняются во внутренней энергонезависимой памяти прибора в виде файла *fmp-zzzz-zz-zz-xx-xx-xx* для частотных и *tmp-zzzz-zz-zz-xx-xx-xx* для временных измерений. Символы *z* и *x* обозначают текущие дату и время, соответственно.

#### 6.4.7 Работа со шкалами времени (только для прибора ЧК7-1011)

##### 6.4.7.1 Формирование шкалы времени

Прибор формирует шкалу времени в виде последовательности импульсов с периодом следования 1 с, выдаваемую на разъем « $\Theta$  S», и временную информацию, соответствующую моменту поступления импульса и выдаваемую с задержкой на 1 мс на разъем «RS-485» прибора в двоичном виде.

Формат сообщения с временной информацией, выдаваемого на разъем «RS-485», аналогичен формату сообщения приемника СРНС и приведен в таблице 6.5. Параметры порта следующие:

- скорость обмена – 9600 бит/с;
- формат обмена: 8 информационных бит, 1 стоп-бит, без контроля четности.

Таблица 6.5

№ байта	Информационное поле
1	Час
2	Минута
3	Секунда
4	Резерв
5 - 8	Дробная часть времени в мкс
9	Год
10	Месяц
11	День
12	Резерв

Примечание: Поля сообщения, представленные более чем одним байтом передаются младшим байтом вперед. Представление чисел – двоичное беззнаковое.

Для установки текущего времени прибор может использовать хронометрическую информацию, получаемую от приемника СРНС, или ручной ввод. Для установки текущего времени откройте вкладку «Время» и на панели «Установка даты и времени» отметьте желаемый режим ввода. Если вы выбрали режим ручного ввода, установите значения даты и времени в соответствующих полях ввода. Нажмите кнопку «Дату и время установить».

Пуск Стоп Сброс Режим  $df/f_0 = 1,0001e-06$

Отклонение Вариации Данные Статистика Контроль ОГ Время Приемник

Дата и время

Гринвич: 06 июня 2008г. 12:08:13.000000

Москва: 06 июня 2008г. 16:08:13.000000

Отклонение шкалы времени

Синхр.  От ШВ приемника   $dT = 2530$  нс

От внешней ШВ Измерение Пуск Стоп Сброс

Установка даты и времени

Ручная установка 31 12 2006 23 59 59 0

С приемника СРНС  Дату и время установить

Коррекция временной информации

+ 1 с 0 мкс Ввод

- 1 с

Время усреднения 1 с [1 10000700 0001 0000] Fх, MHz = 5,0

При ручной установке нужно иметь в виду, что прибор обеспечивает ввод, хранение и выдачу хронометрической информации соответствующей времени по Гринвичу, поэтому ввод времени и даты необходимо осуществлять с учетом этого условия. Индикация местного (поясного) времени будет осуществляться автоматически для временного пояса, выбранного в окне «Режим» с учетом или без учета летнего времени.

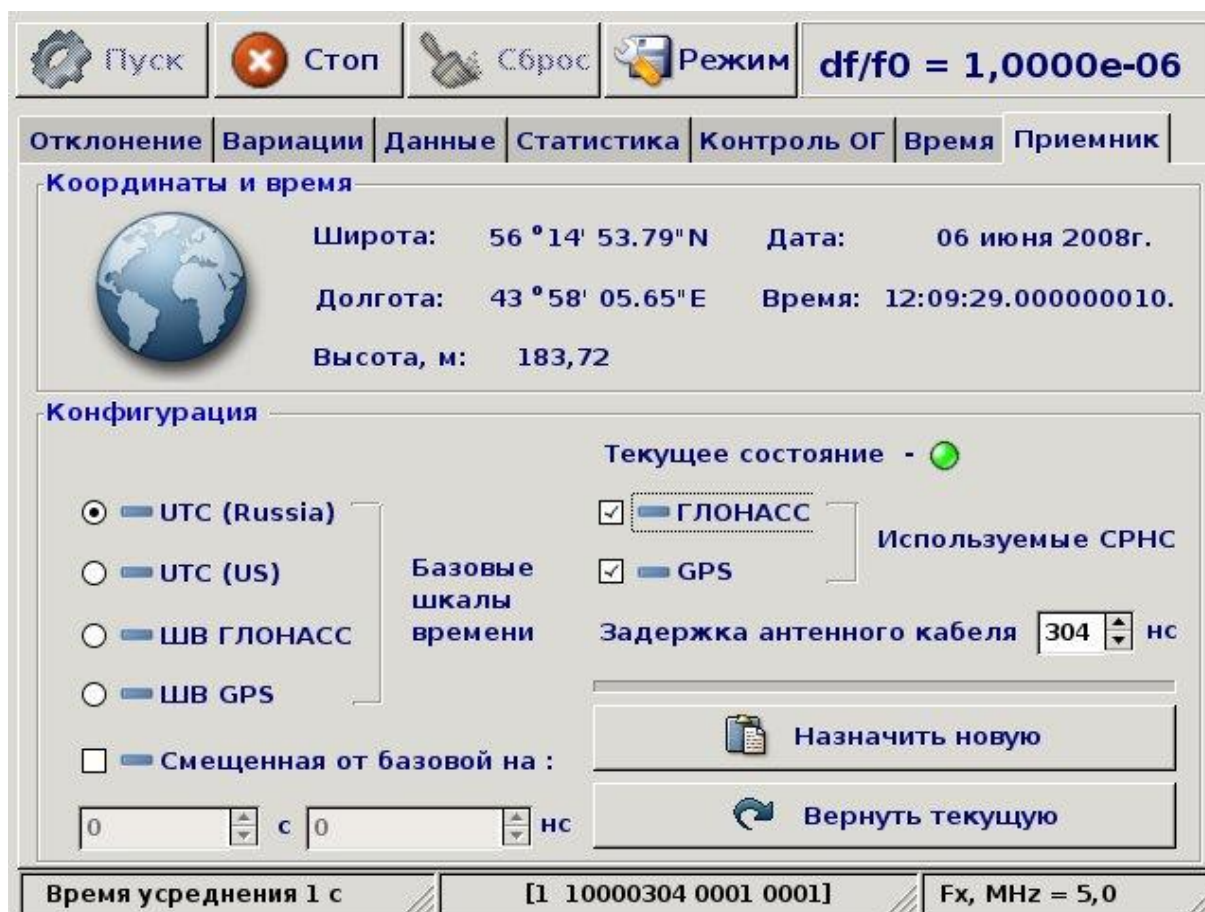
Основным источником хронометрической информации прибора является приемник СРНС. Он обеспечивает формирование шкалы времени, привязанной к одной из четырех базовых: UTC (US), UTC (Russia), ШВ GPS, ШВ ГЛОНАСС, либо произвольной шкале, смещенной относительно одной из базовых. Смещенная шкала времени  $T$  определяется через базовую по соотношению:

$$T = T_{\text{БАЗОВАЯ}} + DT, \quad \text{где } DT \text{ – поправка к шкале времени.}$$

Ввод хронометрической информации в формирователь шкалы времени прибора осуществляется следующим образом. Проконтролируйте наличие сигнала «1сек. СРНС» на вкладке «Контроль ОГ». Перейдите на вкладку «Время» и на панели «Установка даты и времени» выберите вариант «с приемника СРНС». Нажмите кнопку «Дату и время установить».



В результате этого будет осуществлен предварительный ввод времени и оно будет отображено в угловых скобках, что означает недостоверность хронометрической информации. Через несколько секунд нажмите кнопку «Дату и время установить» повторно. Произойдет точная привязка формируемой шкалы времени к шкале времени приемника СРНС и угловые скобки исчезнут.



При необходимости коррекции временной информации без изменения положения импульсов формируемой шкалы времени откройте вкладку «Время» и на панели «Коррекция временной информации» нажатием кнопок «+ 1 с» и «- 1 с» скорректируйте значение текущего времени. Коррекция на целое число микросекунд осуществляется вводом значения в поле ввода «мкс» и нажатием кнопки «Ввод». Для синхронизации импульсов формируемой шкалы времени с импульсами внешней шкалы времени подайте сигнал внешней шкалы времени на разъем « $\ominus$  S» и проконтролируйте наличие сигнала по свечению светодиода «ВХ.1С» на передней панели прибора. Нажмите кнопку «СИНХ» на задней панели прибора. Проконтролируйте прохождение синхронизации, измерив расхождение шкал времени.



#### 6.4.7.2 Измерение отклонения шкал времени

Прибор имеет два режима измерения отклонения формируемой шкалы времени: от шкалы времени встроенного приемника СРНС и от внешней шкалы времени. Для измерения отклонения от внешней шкалы времени необходимо подать внешний сигнал (последовательность импульсов с периодом следования 1 с) на разъем « $\ominus$  S». Для выбора режима перейдите на вкладку «Время» и на панели «Отклонение шкалы времени» отметьте желаемый вариант. Нажатием кнопки «Пуск» запустите процесс измерений. Значение отклонения отобразится в поле «dT». Остановите процесс измерений нажатием кнопки «Стоп». Статистику по проведенным измерениям вы можете увидеть на вкладке «Статистика» в третьей колонке таблицы. Выбрав вариант измерения отклонения от шкалы приемника СРНС, вы можете проконтролировать текущее положение импульсов формируемой шкалы относительно любой шкалы времени, формируемой приемником. Нажатие кнопки «Синхр.» на панели «Отклонение шкалы времени» позволит синхронизировать положение импульсов шкалы времени прибора с импульсами шкалы времени приемника без коррекции хронометрической информации. Если при этом приемнику СРНС назначить конфигурацию со смещенной шкалой времени, то таким образом, возможно, осуществить задержку формируемых импульсов на любое время в пределах секунды.

#### 6.4.7.3 Работа с приемником СРНС

Производитель не рекомендует без особой необходимости менять конфигурацию приемника СРНС, установленную по умолчанию, поскольку изменения в конфигурации приемника нарушают непрерывность формирования сигнала «1сек. СРНС» и тем самым могут прервать цикл корректировки опорного генератора по частоте. Исходя из этого, изменение конфигурации приемника лучше осуществлять в первые 30 мин после включения прибора, когда идет прогрев опорного генератора и корректировка по частоте не производится. В случае необходимости изменения конфигурации приемника выделите желаемые варианты на вкладке «Приемник». При несовпадении их с текущими значениями они будут подсвечены красным цветом. Нажмите кнопку «Назначить новую». При успешном прохождении команд на изменение конфигурации выделенные значения будут отображены синим цветом и станут текущими. До нажатия кнопки «Назначить новую» можно вернуть вкладку в режим отображения текущих значений нажатием кнопки «Вернуть текущую».

Светодиод «Текущее состояние» предназначен для оценки состояния приемника и меняет цвет с зеленого на красный при любых ошибках возникших в процессе его функционирования.

## 7 Поверка прибора

### 7.1 Общие сведения

7.1.1 Настоящий раздел устанавливает порядок, методы и средства поверки компараторов частотных ЧК7-1011, ЧК7-1011/1, ЧК7-1011/2.

7.1.2 Порядок организации и проведения поверки должен соответствовать установленному в ПР 50.2.006.

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 Проверка функционирования прибора	7.4.3		
3 Подтверждение соответствия ПО	7.4.4		
4 Определение метрологических характеристик прибора:	7.4.5		
- погрешности измерения статистических характеристик входных сигналов	7.4.5.1	Стандарт частоты и времени водородный Ч1-1006 Стандарт частоты рубидиевый Ч1-1013 Компаратор частотный ЧК7-51	Нестабильность частоты за 10 с $2 \cdot 10^{-13}$  Нестабильность частоты за 10 с $5 \cdot 10^{-12}$  Погрешность измерения за 10 с $\pm 1 \cdot 10^{-12}$
- погрешности определения среднеквадратического относительного отклонения частоты	7.4.5.2	Стандарт частоты и времени водородный Ч1-1006	Нестабильность частоты за 1 с $7 \cdot 10^{-13}$ за 10 с $2 \cdot 10^{-13}$

Продолжение таблицы 7.1

1	2	3	4
- относительной погрешности по частоте выходных синусоидальных сигналов	7.4.5.3	Стандарт частоты и времени водородный Ч1-1006 Компаратор частотный ЧК7-51	Нестабильность частоты за 100 с $7 \cdot 10^{-14}$ Погрешность измерения за 100 с $\pm 1 \cdot 10^{-12}$
- систематического относительного изменения частоты за 1 мес. непрерывной работы	7.4.5.4	Стандарт частоты и времени водородный Ч1-1006 Компаратор частотный ЧК7-51	Нестабильность частоты за 1 сут $7 \cdot 10^{-15}$ Погрешность измерения за 100 с $\pm 1 \cdot 10^{-12}$
- среднеквадратического относительного двухвыборочного отклонения частоты за 1 с, 10 с и 100 с	7.4.5.5	Стандарт частоты и времени водородный Ч1-1006 Компаратор частотный ЧК7-51	Нестабильность частоты за 1 с $7 \cdot 10^{-13}$ за 10 с $2 \cdot 10^{-13}$ за 100 с $7 \cdot 10^{-14}$ Погрешность измерения за 1 с $\pm 1 \cdot 10^{-11}$ за 10 с, 100 с $\pm 1 \cdot 10^{-12}$
- среднеквадратического значения напряжения выходных сигналов	7.4.5.6	Милливольтметр цифровой ВЗ-52/1	Диапазон напряжений от 3 мВ до 300 В, погрешность $\pm 4 \%$
- погрешности синхронизации формируемой прибором шкалы времени импульсами внешней шкалы времени	7.4.5.7	Стандарт частоты и времени водородный Ч1-1006 Компаратор частотный ЧК7-51 Частотомер универсальный ЧЗ-86А	Нестабильность частоты за 1 с $7 \cdot 10^{-13}$ Погрешность измерения за 1 с $\pm 1 \cdot 10^{-11}$ Диапазон измерения интервалов времени от 50 нс до 1 с

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 в соответствии с требованиями ПР 50.2.006.

### 7.3 Условия поверки и подготовка к ней

#### 7.3.1 При проведении поверки должны соблюдаться следующие условия:

- температура окружающей среды, °С ..... + 20 ± 2;
- относительная влажность воздуха, % ..... 30–80;
- атмосферное давление, кПа (мм рт. ст.) ..... 84–106 (630–795);
- напряжение сети питания, В ..... 220 ± 4,4;
- частота сети питания ..... по ГОСТ 13109.

**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 и направляются в ремонт.

7.4.3 Проверку функционирования прибора проводят в соответствии с разделом 6.4.2 настоящего руководства для оценки его исправности без применения средств поверки. Неисправные приборы бракуются и направляются в ремонт.

7.4.4 Для подтверждения соответствия ПО после включения прибора в рабочем окне на вкладке журнала системных сообщений « # » проводят проверку номера версии ПО, который должен совпадать с номером 23.48.1.

#### 7.4.5 Определение метрологических характеристик прибора

7.4.5.1 Определение погрешности измерения статистических характеристик входных сигналов проводят при подключении приборов согласно схеме, приведенной на рисунке 7.1. При поверке приборов ЧК7-1011 и ЧК7-1011/1 в качестве входного сигнала 10 МГц может быть использован сигнал встроенного высокостабильного РСЧ с одного из выходов на задней панели прибора.

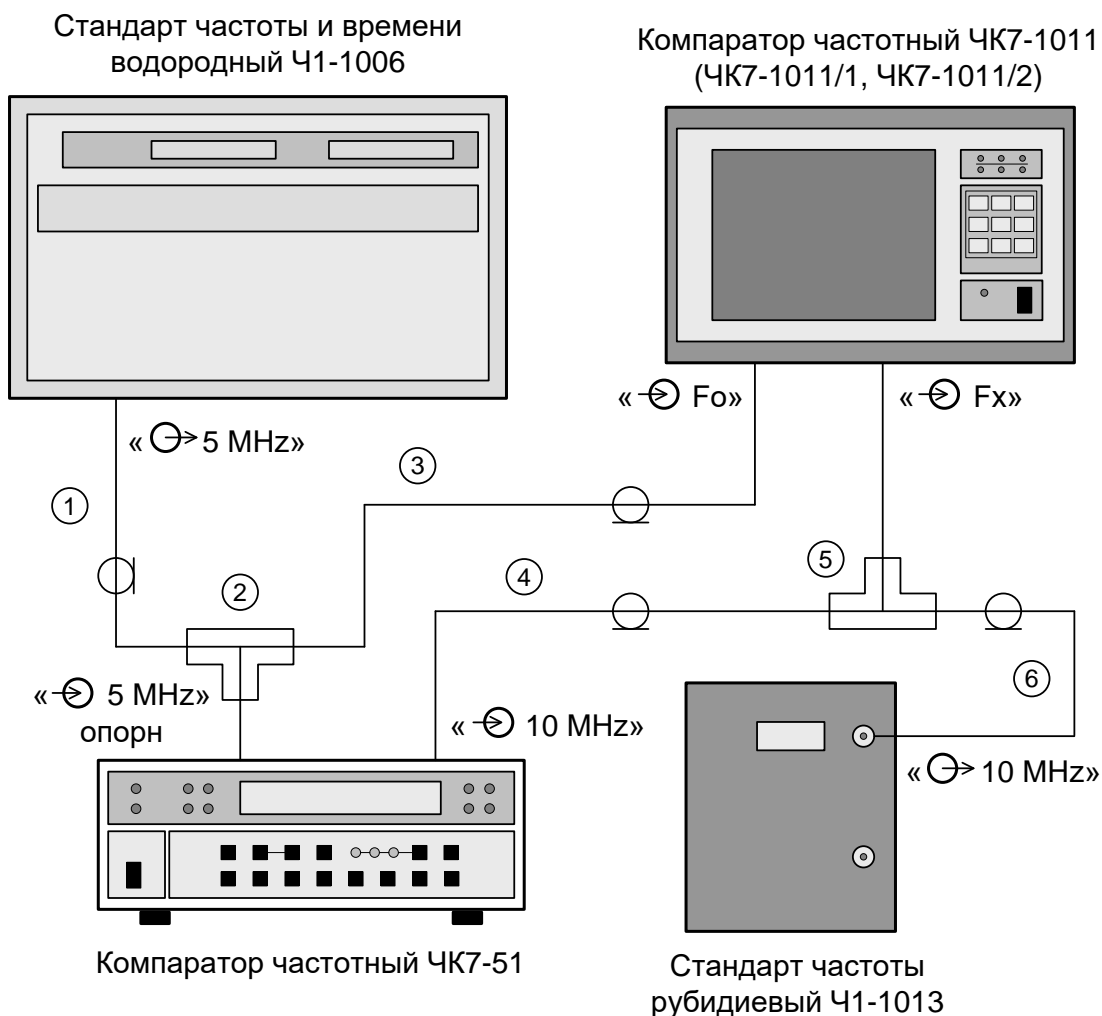


Рисунок 7.1 – Схема электрическая подключения приборов для определения погрешности измерения статистических характеристик входных сигналов.

1, 3, 4 – ВЧ кабели ЕЭ4.852.517-08, 2 – переход СР-50-95ФВ. Входят в состав комплекта ЧК7-51.

5 – переход СР-50-95ФВ. Входит в состав комплекта ЧК7-1011 (ЧК7-1011/1, ЧК7-1011/2).

6 – ВЧ кабель РУГА.685671.362. Входит в состав комплекта Ч1-1013.

Компаратор частотный ЧК7-51 устанавливают в режим измерения относительного отклонения частоты « $\frac{\Delta f}{f_0}$ » с вычислением статистических характеристик. Устанавливают время усреднения 10 с, число измерений – 30. При этом на приборе устанавливают аналогичные параметры измерений, частоту входного сигнала – 10 МГц. После этого на обоих приборах одновременно запускают цикл измерений. После завершения измерений значения относительного отклонения частоты, среднеквадратического относительного отклонения частоты и среднеквадратического относительного двухвыборочного отклонения частоты, полученные на двух приборах, сравнивают.

Результаты поверки считают удовлетворительными, если значения соответствующих статистических характеристик входных сигналов, измеренные двумя разными приборами, отличаются не более чем на 20 %.

7.4.5.2 Определение погрешности определения среднеквадратического относительного отклонения частоты проводят при подключении приборов согласно схеме, приведенной на рисунке 7.2. При этом на приборе устанавливают время усреднения 1 с, длительность цикла измерений – 200, частоту входного сигнала – 5 МГц.

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

7.4.5.3 Определение относительной погрешности по частоте выходных синусоидальных сигналов проводят при подключении приборов согласно схеме, приведенной на рисунке 7.3.

Компаратор частотный ЧК7-51 устанавливают в режим измерения относительного отклонения частоты « $\frac{\Delta f}{f_0}$ » с вычислением среднего относительного отклонения частоты.

Устанавливают время усреднения 100 с, число измерений – 20.

Результаты поверки считают удовлетворительными, если полученное значение относительной погрешности по частоте при выпуске не выходит за пределы  $\pm 2 \cdot 10^{-11}$ .

В случае неудовлетворительного результата необходимо в рабочем окне прибора открыть вкладку «Контроль ОГ» и в разделе «Контроль привязки и управление частотой» провести необходимую коррекцию действительного значения частоты. После этого повторить измерения по вышеприведенной методике.

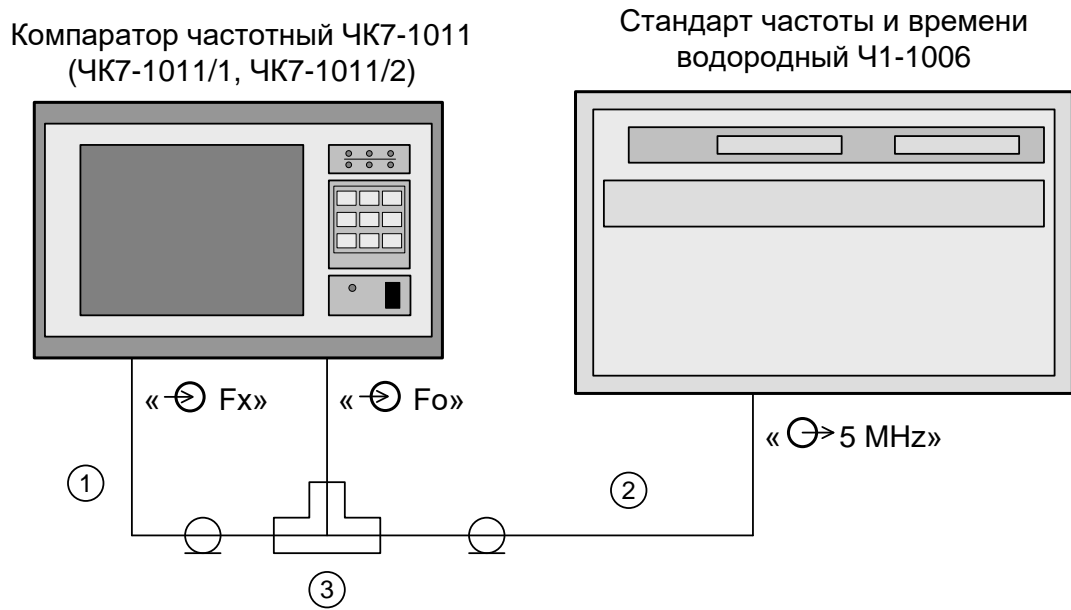


Рисунок 7.2 – Схема электрическая подключения приборов для определения погрешности определения среднеквадратического относительного отклонения частоты.

1 – ВЧ кабель РУГА.685661.003,

2 – ВЧ кабель РУГА.685661.003-01,

3 – переход СР-50-95ФВ.

Входят в состав комплекта ЧК7-1011 (ЧК7-1011/1, ЧК7-1011/2).

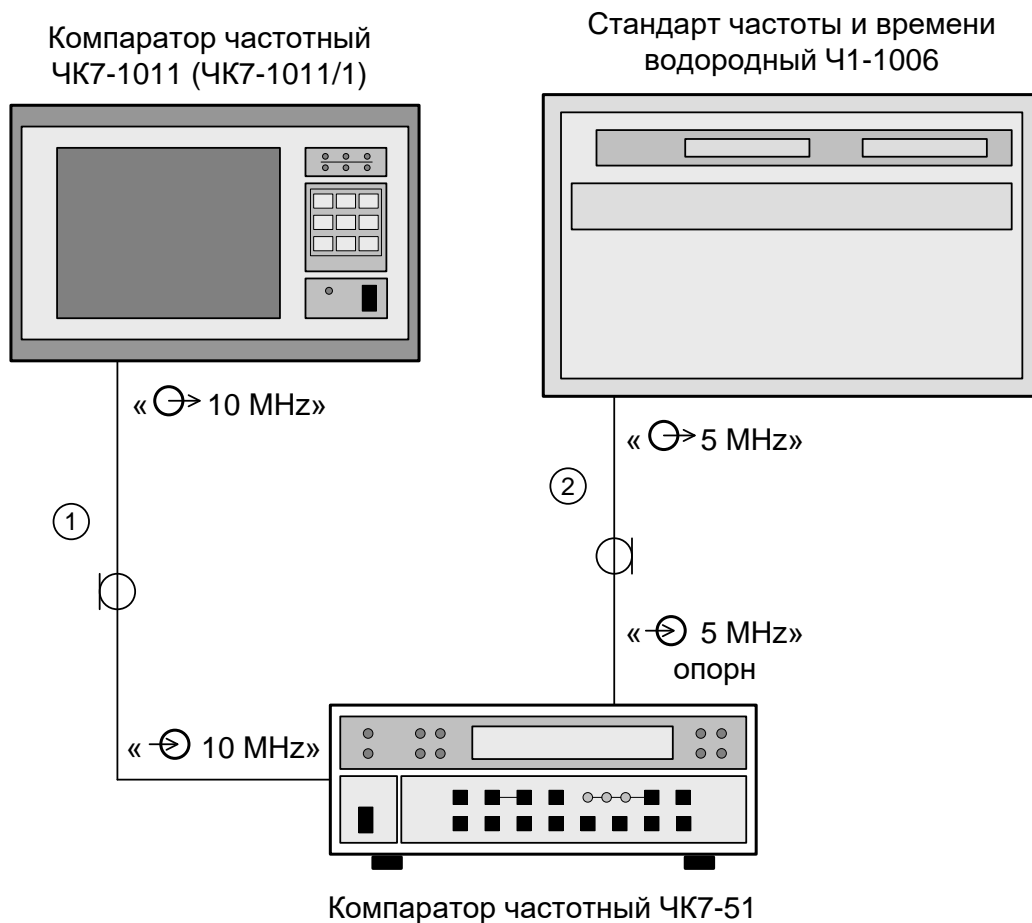


Рисунок 7.3 – Схема электрическая подключения приборов для определения относительной погрешности по частоте выходных синусоидальных сигналов, систематического относительного изменения частоты за 1 мес. и среднеквадратического относительного двухвыборочного отклонения частоты за 1 с, 10 с и 100 с.

1, 2 – ВЧ кабели ЕЭ4.852.517-08. Входят в состав комплекта ЧК7-51.



7.4.5.4 Определение систематического относительного изменения частоты за 1 мес. проводят при подключении приборов согласно схеме, приведенной на рисунке 7.3.

Измерения проводят через 72 ч после включения прибора в течение 11 сут.

Компаратор частотный ЧК7-51 устанавливают в режим измерения относительного отклонения частоты « $\frac{\Delta f}{f_0}$ » с вычислением среднего относительного отклонения частоты.

Устанавливают время усреднения 100 с, число измерений – 36 (т.е. фактическое время усреднения равно 1 ч). Определяют относительную разность частот  $\frac{\Delta f_i}{f_0}$  прибора и стандар-

та частоты и времени Ч1-1006 за  $i$ -ый час. Измерения проводят каждый час и по результатам определяют среднее значение относительной разности частот за 1 сут по формуле

$$\frac{\overline{\Delta f}}{f_0} = \frac{\sum_{i=1}^{24} \frac{\Delta f_i}{f_0}}{24}.$$

По результатам измерений среднего значения относительной разности частот прибора и стандарта частоты и времени Ч1-1006 за каждые сутки вычисляют среднее относительное изменение частоты за 1 сут  $\nu$  по формуле

$$\nu = \frac{6}{n(n-1)} \cdot \sum_{i=1}^n \left( \frac{2i}{n+1} - 1 \right) \cdot \frac{\overline{\Delta f_i}}{f_0},$$

где  $n$  – число суток, в течение которых проводились измерения,

$\frac{\overline{\Delta f_i}}{f_0}$  – средняя относительная разность частот в  $i$ -ые сутки.

Систематическое относительное изменение частоты за 1 мес.  $\nu_{\text{мес}}$  определяют по результатам измерения среднего относительного изменения частоты за 1 сут  $\nu$  в соответствии с выражением  $\nu_{\text{мес}} = 30\nu$ .

Результаты поверки считают удовлетворительными, если полученное значение относительного изменения частоты за 1 мес. не выходит за пределы  $\pm 2 \cdot 10^{-11}$ .

В случае неудовлетворительного результата продолжить измерения до 30 сут.

7.4.5.5 Определение среднеквадратического относительного двухвыборочного отклонения частоты за 1 с, 10 с и 100 с проводят при подключении приборов согласно схеме, приведенной на рисунке 7.3.

Компаратор частотный ЧК7-51 устанавливают в режим измерения относительного отклонения частоты « $\frac{\Delta f}{f_0}$ » с вычислением среднеквадратического относительного двухвы-

борочного отклонения частоты. Устанавливают для времени усреднения 1 с и 10 с число измерений 30, для 100 с – 20.

Среднеквадратическое относительное двухвыборочное отклонение частоты вычисляется компаратором частотным ЧК7-51 по формуле

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{n-1} \left( \frac{f_{i+1}}{f_o} - \frac{f_i}{f_o} \right)^2}{2(n-1)}},$$

где  $\frac{\Delta f_{i+1}}{f_o}$  – относительное отклонение частоты при  $(i + 1)$  измерении,

$n$  – число измерений.

Результаты поверки считают удовлетворительными, если полученные значения среднеквадратического относительного двухвыборочного отклонения частоты не превышают:

- 1,4·10<sup>-11</sup> за время усреднения 1 с;
- 5,0·10<sup>-12</sup> за время усреднения 10 с;
- 2,0·10<sup>-12</sup> за время усреднения 100 с.

7.4.5.6 Определение среднеквадратического значения напряжения выходных сигналов проводят путем измерения напряжения на всех высокочастотных выходах прибора при помощи милливольтметра ВЗ-52/1 на подключенной нагрузке 50 Ом.

Результаты поверки считают удовлетворительными, если полученные значения напряжения выходных сигналов находятся в пределах  $(1,0 \pm 0,2)$  В.

7.4.5.7 Определение погрешности синхронизации формируемой прибором шкалы времени импульсами внешней шкалы времени проводят при подключении приборов согласно схеме, приведенной на рисунке 7.4. При этом компаратор частотный ЧК7-51 устанавливают в режим измерения « $\Delta t$  внутрь», а частотомер универсальный ЧЗ-86А в режим измерения интервалов времени по входам А и В. Проводят измерение расхождения шкал времени прибора и компаратора частотного ЧК7-51. После чего нажимают кнопку «Синхр» на задней панели прибора и измерения повторяют.

Результаты поверки считают удовлетворительными, если измеренное после синхронизации значение расхождения шкал времени не выходит за пределы  $\pm 0,1$  мкс.

## 7.5 Оформление результатов поверки

7.5.1 Положительные результаты поверки оформляют в порядке, установленном в метрологической службе, выполняющей поверку в соответствии с ПР 50.2.006.

7.5.2 Приборы, не прошедшие поверку (имеющие отрицательные результаты поверки) признаются непригодными к эксплуатации. Свидетельство о поверке аннулируют, вносят запись в формуляр и направляют прибор в ремонт.

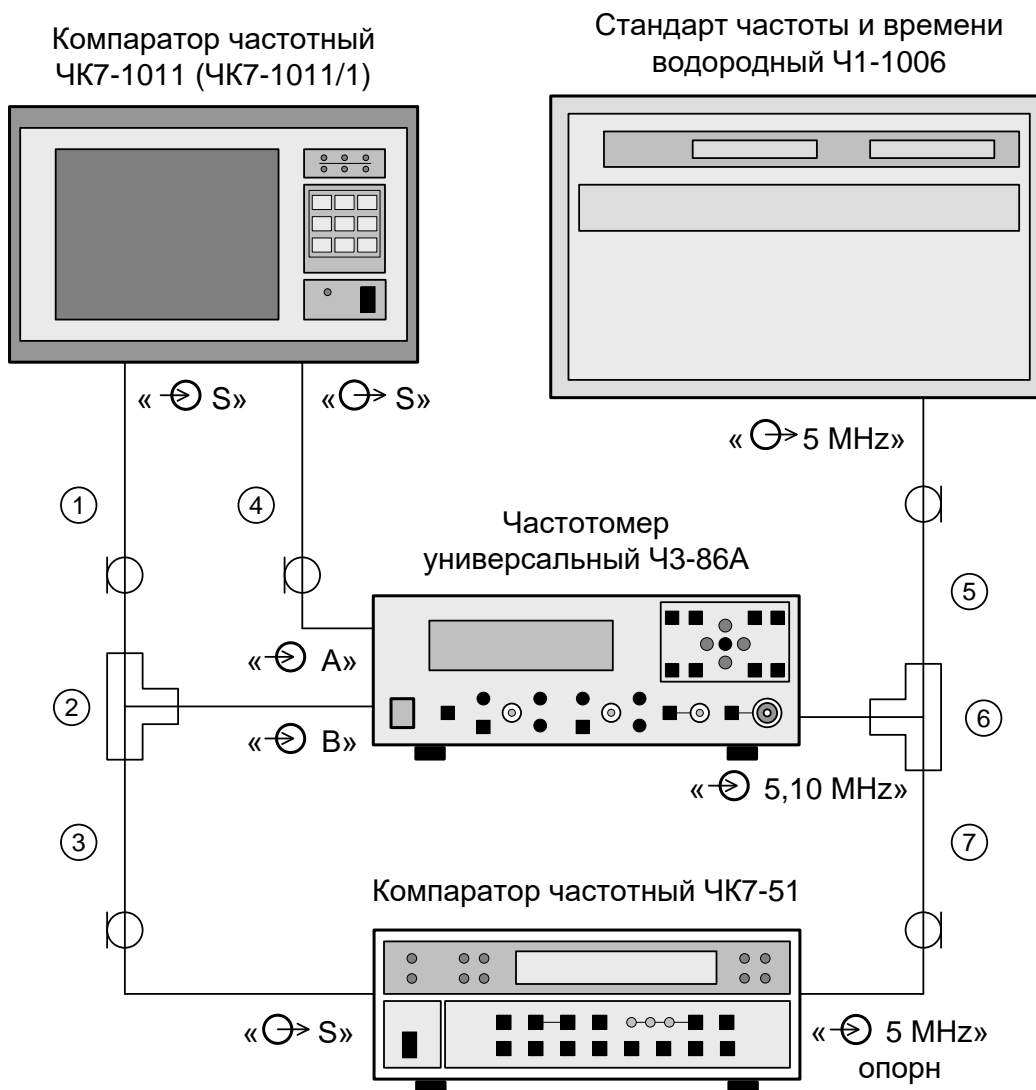


Рисунок 7.4 – Схема электрическая подключения приборов для определения погрешности синхронизации формируемой прибором шкалы времени импульсами внешней шкалы времени.

1, 3, 4 – ВЧ кабели ЕЭ4.852.517-08. Входят в состав комплекта ЧК7-51.

2 – переход СР-50-95ФВ. Входит в состав комплекта ЧК7-1011 (ЧК7-1011/1).

5, 7 – ВЧ кабели ЕЭ4.852.517-08, 6 – тройник ГУЗ.640.095. Входят в состав комплекта ЧЗ-86А.

## 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. 6.4.2;</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 Прибор имеет встроенную систему контроля работоспособности и индикации отказов (раздел 6).

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

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

9.3.4 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 80 % 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 шильдике на задней панели прибора слева. Там же указана модификация 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.

## ЛИСТ РЕГИСТРАЦИИ ИЗМЕНЕНИЙ

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