

УТВЕРЖДАЮ

(в части раздела 10 «Методика поверки»)

Руководитель ГНИ СИ

Заместитель генерального директора

ФБУ «Ростест - Москва»

А.С. Евдокимов



"09" июля 2012 г.

УТВЕРЖДАЮ

Генеральный директор

ООО НТЦ «ЭРПА»



"09" июля 2012 г.

# Стандарт частоты рубидиевый Ч1-2010

## Руководство по эксплуатации

РПУ А.438140.006 РЭ

СОГЛАСОВАНО

Главный инженер

ООО НТЦ «ЭРПА»

  
Н.А. Голубев

"09" июля 2012 г.

Предприятие-  
изготовитель:

Адрес:

Тел./факс

E-mail:

Сайт:

ООО НТЦ «ЭРПА»

г. Москва,  
ул.Орджоникидзе, д.8/9

(495) 952-80-99

erpa@erpa.ru

www.erpa.ru

## 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 .....	7
4.3.	Состав комплекта прибора .....	8
4.4.	Технические характеристики .....	9
4.5.	Устройство и работа прибора.....	11
5.	Подготовка прибора к работе .....	13
5.1.	Распаковываниеприбора .....	13
5.2.	Порядокустановкиприбора .....	13
5.3.	Подготовка к работе .....	13
6.	Порядок работы.....	14
6.1.	Органыприсоединения, управления и индикации.....	14
6.2.	Подготовка и проведение измерений .....	15
6.3.	Смена спутниковой системы, используемой для синхронизации .....	16
6.4.	Зарядка аккумулятора .....	16
7.	Техническое обслуживание .....	18
8.	Текущий ремонт .....	20
8.1.	Общие положения .....	20
8.2.	Меры безопасности при ремонте .....	20
8.3.	Указания по устранению неисправностей .....	20
9.	Хранение .....	21
10.	Методика поверки .....	23

Настоящее руководство по эксплуатации (РЭ) предназначено для ознакомления с устройством и работой стандартов частоты рубидиевых Ч1-2010 и содержит описание порядка подготовки прибора к работе, работы с ним, его поверки, технического обслуживания, упаковки, хранения, транспортирования и текущего ремонта.

В состав эксплуатационной документации входят руководство по эксплуатации и формуляр.

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

**ВНИМАНИЕ!**

**Сохраняйте упаковку прибора до конца его гарантийного срока!**

Отсыпать приборы 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 стандарты:

ГОСТ Р 51350-99 Безопасность электрических контрольно-измерительных приборов и лабораторного оборудования;

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

ПР 50.2.012-94 ГСИ. Порядок аттестации поверителей средств измерений;

ГОСТ 17299-87 Спирт этиловый. Технические условия.

## **2. Определения, обозначения и сокращения**

РЭ - руководство по эксплуатации;

АПЧ - автоматическая подстройка частоты;

ГНСС–глобальные навигационные спутниковые системы;

СИ - средства измерений;

ТО - техническое обслуживание;

ETO - ежедневное техническое обслуживание;

ОТК - отдел технического контроля.

### 3. Требования безопасности

По требованиям к безопасности стандарт должен удовлетворять требованиям группы III ГОСТ 26104

Максимальное используемое напряжение - постоянное напряжение +15 В.

Замена деталей должна производиться только при обесточенном приборе.

## 4. Описание прибора и принципа его работы

### 4.1. Назначение.

4.1.1. Стандарты частоты рубидиевые Ч1-2010 (в дальнейшем прибор) могут быть использованы в качестве источника высокостабильного сигнала в аппаратуре измерения частоты и времени.

4.1.2. Малые габариты, вес, потребляемая мощность, время выхода в рабочий режим позволяют широко использовать их в различных мобильных радиотехнических системах и комплексах.

4.1.3. Основные области применения: средства измерения частоты и времени, системы связи и навигации, телекоммуникационные сети и т.п.

### 4.2. Условия эксплуатации.

4.2.1. По условиям эксплуатации прибор относится к группе 3 по ГОСТ 22261-94 климатического исполнения умеренно-холодное с диапазоном рабочих температур окружающей среды от минус 5 до плюс 40 °С без предъявления требований к воздействию синусоидальной вибрации и механических ударов, без предъявления требований к воздействиям снеговой нагрузки, соляного (морского) тумана, плесневелых грибов, солнечного излучения, атмосферных конденсированных осадков (инея и росы), атмосферных выпадающих осадков (дождя), статической и (динамической) пыли (песка), компонентов ракетного топлива, рабочих растворов и агрессивных сред.

Нормальные и рабочие условия применения прибора приведены в таблице 4.1.

Таблица 4.1

Условия применения	Температура, °C	Относительная влажность воздуха, %	Атмосферное давление, кПа (мм рт. ст.)	Напряжение питания, В
Нормальные	плюс20±5	30-80	84-106 (630-795)	от 11 до 15
Рабочие	отминус5 до плюс 40	30-80	60-106,7 (450-800)	от 11 до 15

4.2.2. Прибор сохраняет свои технические характеристики в пределах норм, указанных в п.п. 4.4.1-4.4.14, в рабочих условиях эксплуатации, а также после пребывания в предельных условиях с последующей выдержкой в нормальных или рабочих условиях в течение 2 ч.

#### ***4.3. Состав комплекта прибора.***

Состав комплекта поставки прибора приведен в таблице 4.2.

Таблица 4.2

Наименование, тип	Количество	Примечание
Стандарт частоты рубидиевый Ч1-2010	1	При заказе определяется количество выходов для каждого номинала частоты.
Сетевой адаптер питания 220-240 В	1	
Встроенный аккумулятор	1	по дополнительному заказу
Антенна ACM-02 с кабелем 5 м	1	
Инструкция по эксплуатации	1	
Жесткий кейс для транспортировки	1	по дополнительному заказу

#### 4.4. Технические характеристики.

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

Таблица 4.3

№	Наименование характеристики	Пределы допускаемой погрешности, величина, характеристика параметра
1.	Номинальные значения частот выходных сигналов	10 МГц, 5 МГц, 1 МГц 1 Гц
2.	Среднеквадратическое значение напряжения выходного сигнала частотой 10, 5 и 1 МГц на нагрузке $50 \pm 2$ Ом	$1 \pm 0,2$ В
3.	Амплитуда импульсов выходного сигнала частотой 1 Гц на нагрузке $50 \pm 2$ Ом	Не менее 2,5 В
4.	Пределы допускаемой относительной погрешность сигнала по частоте за 1 год, в автономном режиме работы	$\pm 6' 10^{-10}$
5.	Пределы допускаемого относительного среднего (систематического) изменения частоты в автономном режиме работы (при отсутствии синхронизации по сигналам ГНСС):	$\pm 1,5' 10^{-12}$ $\pm 5' 10^{-11}$
6.	Предел допускаемой относительной погрешность воспроизведения частоты от включения к включению без синхронизации по сигналам ГНСС	$2' 10^{-11}$ 24 часа выключено, 1 час включено
7.	Пределы допускаемой нестабильности частоты, как в автономном режиме, таки в режиме синхронизации по сигналам ГНСС (среднеквадратическое относительное двухвыборочное отклонение частоты) выходного сигнала при изменении температуры окружающей среды в пределах $\pm 1^{\circ}\text{C}$ в любой точке диапазона рабочих температур:	$2' 10^{-11}$ $1' 10^{-11}$ $2' 10^{-12}$ $2' 10^{-12}$ $5' 10^{-12}$
8.	Пределы допускаемой относительной погрешности по частоте при работе в режиме синхронизации по сигналам ГНСС: через 1 час 10 минут после включения через 2 часа после включения через 4 часов после включения через 8 часов после включения через 24 часа после включения	$\pm 1' 10^{-10}$ $\pm 3' 10^{-11}$ $\pm 2' 10^{-11}$ $\pm 1' 10^{-11}$ $\pm 5' 10^{-12}$

9.	Пределы допускаемой относительной погрешности по частоте за 30 суток в автономном режиме после синхронизации по сигналам ГНСС в течении 24 часов в нормальных условиях	$\pm 5' \cdot 10^{-11}$
10.	Пределы допускаемой относительной погрешности по частоте за 30 суток в автономном режиме после синхронизации по сигналам ГНСС в течении 24 часов в диапазоне рабочих температур от минус 5 до плюс 40 °C	$\pm 1' \cdot 10^{-10}$
11.	Пределы допускаемой абсолютной погрешности привязки фронта выходного импульса частотой 1 Гц, выдаваемой прибором, по отношению к шкале времени UTC(SU), к шкале системного времени ГЛОНАСС, к шкале системного времени GPS, в режиме синхронизации по сигналам ГНСС после синхронизации по сигналам ГНСС не менее 2 часов в диапазоне рабочих температур от минус 5 °C до плюс 40 °C	$\pm 1 \text{ мкс}$
12.	Пределы допускаемой дополнительной относительной погрешности частоты при изменении окружающей температуры на 1°C (ТКЧ) в любой точке диапазона рабочих температур	$\pm 2,2' \cdot 10^{-12} (1/\text{°C})$
13.	Время прогрева в автономном режиме, не менее	1 часа
14.	Ослабление гармонических составляющих в выходном сигнале 10, 5 и 1 МГц, не менее	30 дБ
15.	Ослабление негармонических составляющих в выходном сигнале 10 МГц (в полосе 100 кГц), не менее	130 дБ
16.	Спектральная плотность мощности фазовых шумов (СПМ ФШ) в одной боковой полосе, не более:  при отстройке на 10 Гц при отстройке на 100 Гц при отстройке на 1000 Гц	- 130 дБ/Гц - 140 дБ/Гц - 130 дБ/Гц
17.	Число программно-переключаемых универсальных радиоканала для приема сигналов ГНСС ГЛОНАСС, GPS	24
18.	Минимальное число спутников для надежной синхронизации стандарта частоты	4
19.	Гарантированное время начала выдачи импульсного сигнала синхронизации после подключения питания не более:	25 минут
20.	Напряжение питания активной антенны	$5 \pm 0,2$ В
21.	Напряжение питания	от 11 до 15 В
22.	Ток потребления при номинальном напряжении питания, в режиме прогрева не превышает	5 А
23.	Ток потребления при номинальном напряжении питания, в установленвшемся режиме не превышает	2,5 А
24.	Количество выходов (в зависимости от комплектации), не более:  10 МГц 5 МГц 1 МГц 1 Гц	12 от 0 до 8 от 0 до 8 от 0 до 1 от 0 до 1
25.	Масса с аккумулятором не более	6 кг
26.	Габариты (ШxВxГ) не более,мм	260' 90' 290

**Внимание! При сопротивлении нагрузки выше 50 Ом напряжение на нагрузке может достигать 2 В среднеквадратического значения.**

#### **4.5. Устройство и работа прибора.**

Конструкция стандарта частоты Ч1-2010 включает рубидиевый генератор, устройство питания с аккумулятором, приемник ГНСС ГЛОНАС/GPS и блок делителя/усилителей, корпус. Узлы прибора выполнены в виде функциональных блоков, смонтированных на печатных платах. Блоки крепятся к корпусу с помощью винтов.

В основе принципа действия стандарта частоты Ч1-2010 лежит автоматическая подстройка частоты (АПЧ) кварцевого генератора к значению частоты, определяемому атомной линией двойного радио оптического резонанса квантового дискриминатора частоты на парах изотопа щелочного металла Rb87.

При подключенном антенне и наличии приема от спутников ГНСС рубидиевый дискриминатор с помощью цифровой фазовой автоподстройки частоты (ФАПЧ) регулируется по сигналу 1 Гц с выхода приемника ГНСС. Сигнал 1 Гц с выхода приемника ГНСС для усреднения подключен к дискриминатору через предварительный фильтр, экспоненциально усредняющий метку времени от "фазового детектора" с возможностью передачи результата на регулятор дискриминатора с постоянной времени от 506 секунд до 18 часов.

Использование фильтра рекомендуется при синхронизации с источником, которые имеют худшую кратковременную стабильность, чем рубидий, но лучшую долговременную стабильность. Ярким примером такого случая является использование сигнала ГНСС. Использование предварительного фильтра значительно снижает чувствительность цифровой ФАПЧ к краткосрочным дрожаниям от 50 до 300 нс, которые присутствуют на источнике 1 Гц (1 pps) ГНСС. Стандарт частоты рубидиевый Ч1-2010 обеспечивает синхронизацию по сигналам ГНСС ГЛОНАС/GPS, с возможностью сохранения в энергонезависимой памяти результатов сличений.

Процесс корректировки частоты стандарта начинается через 5 мин после синхронизации прибора (появления на экране данных местоположения) с ГНСС.

В течение первых 2-х часов синхронизации используется быстрый алгоритм приведения с постоянной времени примерно 10 мин. Затем, постоянная времени меняется на 9 часовую.

Изменение значение регистра частоты (параметр SF) можно отследить на экране прибора. Значение регистра частоты (параметр SF) сохраняется в энергонезависимой памяти (ПЗУ) прибора через 24 часа при синхронизации по сигналам ГНСС. Дата последней суточной синхронизации индицируется в дальнейшем на экране. При отключенном антенне значение регистра частоты в энергонезависимой памяти не изменяется.

Упрощённая блок-схема, приведенная на рис. 4.1

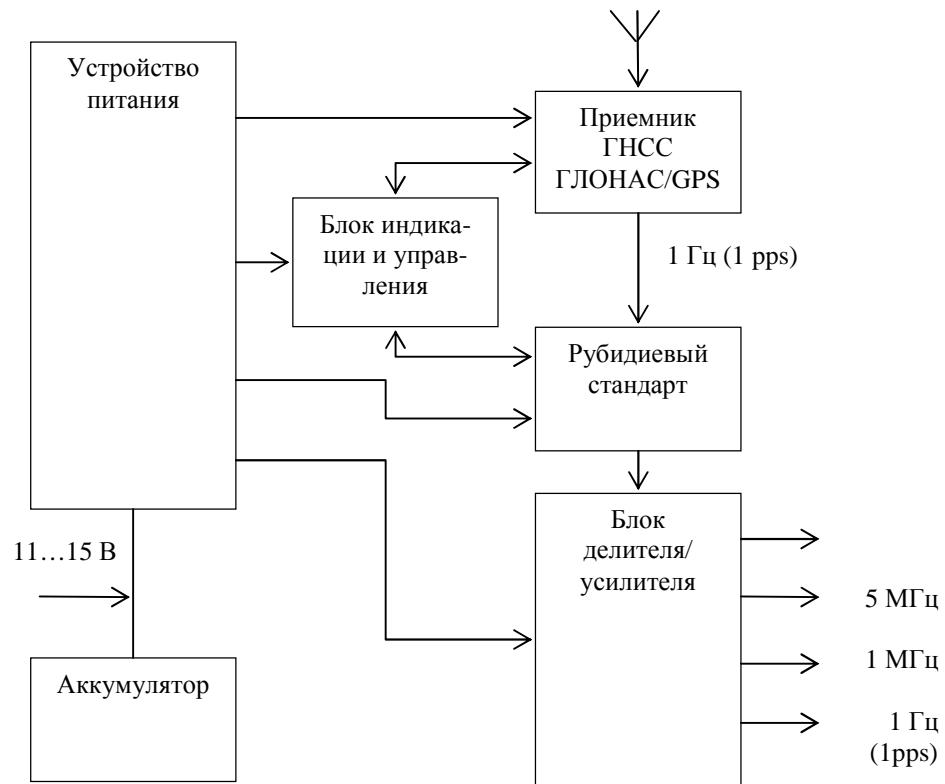


Рисунок 4.1. Упрощённая блок-схема стандарта частоты Ч1-2010.

## 5. Подготовка прибора к работе

### *5.1. Распаковывание прибора.*

Распаковывание прибора производится следующим образом:

- вскрыть ящик;
- вынуть пакет с эксплуатационной документацией и сертификатом, вскрыть его и извлечь содержимое;

### *5.2. Порядок установки прибора.*

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

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

Проверьте комплектность прибора в соответствии с разделом 4.3 настоящего руководства и сделайте отметку в формуляре о начале эксплуатации.

Перед включением прибора внимательно изучите руководство по эксплуатации и ознакомьтесь с назначением органов управления и подключения прибора.

Разместите прибор на рабочем месте, обеспечив удобство работы и естественную вентиляцию.

### *5.3. Подготовка к работе.*

Подключите кабель к интерфейсу радиотехнического устройства, в составе которого в дальнейшем будет работать стандарт частоты Ч1-2010.

Питание прибора осуществляется от внешнего источника постоянного напряжения плюс(11...15) В и/или встроенного аккумулятора при токе включения до 5 А, а в прогретом состоянии до 2,5 А.

**ВНИМАНИЕ!** В процессе работы температура корпуса прибора не должна превышать плюс 60 °C.

## 6. Порядок работы

### 6.1. Органы присоединения, управления и индикации.

Стандарт частоты рубидиевый Ч1-2010 предназначен как для непрерывной круглогодусточной работы в автономном режиме, так и в сеансовом режиме с выключением.

Индикация и расположение органов управления, присоединительных разъемов прибора приведено на рис. 6.1 и 6.2.



Рисунок 6.1. Индикация и расположение органов управления, присоединительных разъемов на передней панели стандарта частоты рубидиевого Ч1-2010.



Рисунок 6.2. Расположение присоединительных разъемов на задней панели стандарта частоты рубидиевого Ч1-2010.

## **6.2. Подготовка и проведение измерений.**

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

Установить antennу на открытой площадке так, чтобы обеспечивался прием сигналов ГНСС в верхней полусфере без затенений;

Проверка функционирования прибора производится путём визуального контроля индикации на передней панели прибора.

Вид экрана прибора приведен на рисунке 6.2

Во избежание выхода из строя антенны снять статический заряд с экрана и центрального провода антенны, подсоединив к ним заземление на 5 секунд. Заземлить стандарт частоты рубидиевого Ч1-2010, при помощи клеммы заземления, расположенной на задней панели прибора. Подключить antennу ГЛОНАСС/GPS к выключенному стандарту частоты Ч1-2010.

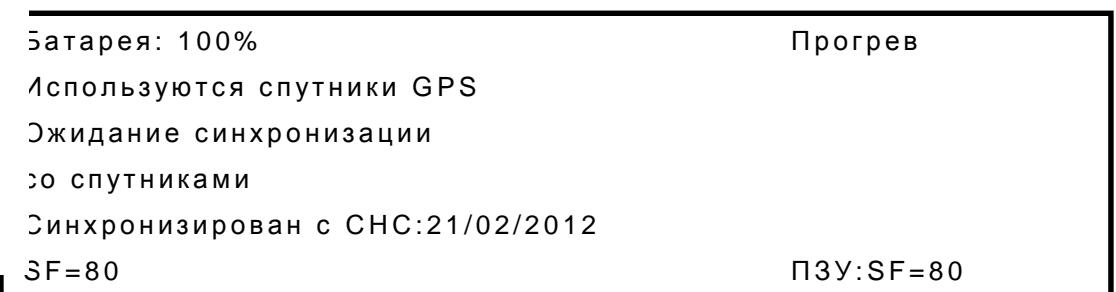
Подключите прибор к источнику питания. Не более чем через 10 секунд на экране должна появиться следующая индикация:



СТАНДАРТ ЧАСТОТЫ Ч1-2010  
Загрузка

Рисунок 6.3

После завершения загрузки индикация смениться на следующую:



Батарея: 100% Прогрев  
Используются спутники GPS  
Ожидание синхронизации  
со спутниками  
Синхронизирован с СНС: 21/02/2012  
SF=80 ПЗУ: SF=80

Рисунок 6.4

Наличие сигнала ГНСС контролируется по индикации данных местоположения на экране стандарта частоты по прошествии не более 25 минут.

Батарея: 100%

Прогрев

Используются спутники GPS

Широта: 037 35.74E

Долгота: 55 42.66N

Синхронизирован с СНС: 21/02/2012

SF=80

ПЗУ: SF=80

Рисунок 6.5

После прогрева прибора на экране будет индицироваться температура корпуса модуля рубидия:

Батарея: 100%

+30 °C

Используются спутники GPS

Широта: 037 35.74E

Долгота: 55 42.66N

Синхронизирован с СНС: 21/02/2012

SF=80

ПЗУ: SF=80

Рисунок 6.6

Внимание! Температура модуля рубидия не должна превышать 65 °C

Процесс корректировки частоты стандарта начинается через 5 мин после синхронизации прибора (появления на экране данных местоположения) с ГНСС.

В течение первых 2-х часов синхронизации используется быстрый алгоритм приведения с постоянной времени примерно 10 мин. Затем, постоянная времени меняется на 9 часовую.

Изменение значение регистра частоты (параметр SF) можно отследить на экране прибора.

Значение регистра частоты (параметр SF) сохраняется в энергонезависимой памяти (ПЗУ) прибора через 24 часа **при наличии сигнала ГНСС** вместе с датой и вводится при последующем включении. Дата последней суточной синхронизации индицируется на экране. При отключенном антенне значение регистра частоты в энергонезависимой памяти не изменяется.

### **6.3. Смена спутниковой системы, используемой для синхронизации**

Смена спутниковой системы, используемой для синхронизации, осуществляется кратковременным нажатием кнопки передней панели, обозначенной ГЛОНАСС/GPS. Внимание! Индикация текущей системы может поменяться не сразу.

### **6.4. Зарядка аккумулятора**

Зарядка аккумулятора производиться при подключении прибора к внешне-

му источнику питания, независимо от положения переключателя Вкл/Выкл.  
Уровень разряда аккумулятора индицируется на экране при работе прибора.

## 7. Техническое обслуживание

При использовании прибора в качестве встраиваемого его техническое обслуживание производится в периоды технического обслуживания радиотехнической аппаратуры, в составе которой он используется.

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.

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

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.

При непосредственном использовании прибора по назначению проводятся следующие виды обслуживания:

- ежедневное техническое обслуживание (ETO);
- техническое обслуживание № 1 (TO-1);
- техническое обслуживание № 2 (TO-2).

При хранении прибора проводятся следующие виды обслуживания:

- техническое обслуживание № 1 при хранении (TO-1x);
- техническое обслуживание № 2 при хранении (TO-2x).

Периодичность различных видов технического обслуживания и перечень работ по каждому виду обслуживания приведены в таблице 7.1.

Таблица 7.1

Вид ТО	Содержание работ	норма	Периодичность проведения
ETO	- провести внешний осмотр согласно п. 5.2; - проверить функционирование согласно п. 6.2; - устранить выявленные недостатки.		Перед началом и после транспортирования. Если прибор не использовался, то 1 раз в квартал. При кратковременном хранении 1 раз в 6 мес.
TO-1	- выполнить все операции ETO; - проверить комплектность; - устраниить выявленные недостатки; - проверить правильность ведения эксплуатационной документации.		При постановке на кратковременное хранение.
TO-2	- выполнить все операции TO-1; - устраниить выявленные недостатки; - промыть мягкой кистью контакты разъемов; - провести периодическую поверку;	Спирт этиловый 30 г	Совмещается с периодической поверкой и при постановке на длительное хранение.
TO-1x	- проверить наличие на месте хранения; - провести внешний осмотр состояния упаковки; - проверить состояние учета и условий хранения.		1 раз в год
TO-2x	- выполнить все операции TO-1x; - распаковать прибор согласно п. 5.1; - провести поверку; - проверить состояние эксплуатационной документации; - сделать отметку в формуляре о выполненных работах;		1 раз в 5 лет

## 8. Текущий ремонт

### 8.1. Общие положения.

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

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.

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

### 8.2. Меры безопасности при ремонте.

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

### 8.3. Указания по устранению неисправностей.

Стандарт частоты имеет элементы контроля работоспособности и индикации, перечень которых приведен в таблице 8.1.

Таблица 8.1

№	Описание неисправности	Причина	Методы устранения
1	Отсутствует индикация	- вышла из строя схема питания	- обратиться в сервисный центр для проведения ремонта
		- нет питания + 12 В, из-за выхода из строя сетевого адаптера и/или аккумуляторной батареи	- обратиться в сервисный центр для проведения ремонта
2	Отсутствие индикации местоположения по ГНСС	- недостаточное количество видимых спутников	- выждать некоторое время, сменить положение антенны. Проверить по другому навигатору.
		- высокий уровень помех	- сменить место или устраниить источник помех
		- отсутствие питания антенны приемника ГНСС	- проверить наличие питания на разъеме антенны + 5В. В случае отсутствия обратиться в сервисный центр
		- неисправен приемник ГНСС	- обратиться в сервисный центр для проведения ремонта

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

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

После проведения ремонта прибор подвергается поверке в соответствии с разделом «Методика поверки» настоящего руководства.

## 9. Хранение

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

Условия отапливаемого хранилища:

температура окружающей среды от плюс 20°C до плюс 60°C;

относительная влажность до 80 % при температуре 25°C;

Условия неотапливаемого хранилища:

температура окружающей среды от минус 20°C до плюс 40°C;

относительная влажность до 98 % при температуре 25°C;

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

Федеральное бюджетное учреждение  
"Государственный региональный центр стандартизации,  
метрологии и испытаний в г. Москве"  
(ФБУ «Ростест - Москва»)

**УТВЕРЖДАЮ**  
Руководитель ГЦИ СИ  
Заместитель генерального директора  
ФБУ «Ростест - Москва»

А.С. Евдокимов

« \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2012 г.

Стандарт частоты рубидиевый  
Ч1-2010

**РАЗДЕЛ 10. МЕТОДИКА ПОВЕРКИ**

МП РТ 1778-2012

г. Москва  
2012

## 10. Методика поверки

### 10.1. Общие сведения

Настоящий документ устанавливает порядок, методы и средства первичной и периодической поверки стандартов частоты Ч1-2010.

Порядок организации и проведения поверки должен соответствовать установленному в ПР 50.2.006-94.

Поверитель, непосредственно осуществляющий поверку, должен быть аттестован на право проведения поверки средств измерений в соответствии с требованиями ПР 50.2.012-94.

Межповерочный интервал – 1 год.

### 10.2. Операции поверки

При проведении поверки должны быть выполнены операции поверки, указанные в таблице 10.1.

Таблица 10.1

№	Наименование операции	Номер пункта методики поверки	Проведение операции при	
			первичной поверке	периодической поверке
1	Внешний осмотр	10.5.1	да	да
2	Опробование	10.5.2	да	да
3	Проверка параметров уровней и наличия частот выходных синусоидальных сигналов 1 МГц, 5 МГц, 10 МГц, импульсных сигналов с частотой 1 Гц и соответствие их требованиям РЭ	10.5.3	да	да
4	Определение относительной погрешности по частоте при поступлении прибора в поверку.	10.5.4	нет	да
5	Определение относительной погрешности по частоте в режиме синхронизации прибора по ГНСС через 1 час и 10 минут, 2, 4, 8 и 24 часа после включения, нестабильности выходного сигнала (среднего квадратического относительного двухвыборочного отклонения результатов измерения частоты (СКДО или вариации Алана)) за 1 с, 10 с, 100 с и 1 час, определение функции запоминания частоты	10.5.5	да	да

6	Определение абсолютной погрешности привязки фронта выходного импульса частотой 1 Гц, выдаваемой прибором, по отношению к шкале времени UTC(SU), к шкале системного времени ГЛОНАСС, к шкале системного времени GPS, в режиме синхронизации по сигналам ГНСС после синхронизации по сигналам ГНСС не менее 2 часов	10.5.6	да	нет
7	Определение относительной погрешности по частоте и нестабильностей выходного сигнала, (среднего квадратического относительного двухвыборочного отклонения результатов измерения частоты (СКДО или вариаци Алана)) за 1 с, 10 с, 100 с и за 1 сутки, а также определение среднего относительного изменения частоты за 1 сутки и вычисление относительной погрешности по частоте за 1 месяц и за 1 год в автономном режиме работы	10.5.7	да	да
8	Определение относительной погрешности воспроизведения частоты прибора от включения к включению в автономном режиме работы	10.5.8	да	да

Примечание.

Проверку прекращают при получении отрицательного результата любой отдельной операции.

### 10.3. Организация рабочего места и средства поверки

Используемые при поверке рабочие эталоны и вспомогательные средства измерений должны быть исправны и поверены в установленном порядке; их перечень и характеристики представлены в таблице 10.2.

Таблица 10.2

Наименование рабочих эталонов и вспомогательных средств измерений	Основные технические характеристики	
	Пределы измерения	Пределы допускаемой погрешности, разрядность, класс точности
Стандарт частоты и времени водородный Ч1-76А	Синусоидальный сигнал частотой 5 МГц	$\pm 1,5 \cdot 10^{-12}$ за год по РЭ;
Блок компараторов фазовых Ч7-48 (допускается применять компаратор частотный Ч7-39)	Сличение частот 5; 10 МГц	СКО $2 \cdot 10^{-13}$ за 1 с; СКО $4 \cdot 10^{-14}$ за 10 с; СКО $5 \cdot 10^{-15}$ за 100 с; СКО $6 \cdot 10^{-16}$ за 1 ч; СКО $1 \cdot 10^{-16}$ за 1 сутки
Изделие 14Ш127 в составе исходного рабочего эталона частоты	Сигнал частотой 1 Гц	ПГ 200 нс СКО 5 нс СКДО 3 нс
Частотомер универсальный CNT-90 (допускается применять час-	Диапазон частот 0,001 Гц – 300 МГц Диапазон интервалов	$\pm 1,5 \cdot 10^{-12}$ с внешней опорной частотой Разрешение 100 пс

тотомер ЧЗ-64)	времени от минус 5 нс до 1 с	
Миливольтметр В3-39	Диапазон частот 20 Гц – 10 МГц	± 6 %
Осциллограф цифровой MSO 6104A Agilent (допускается применять осциллограф С1-79)	Диапазон коэффициентов отклонения 2 мВ/дел. – 1 В/дел. (50 Ом)  Диапазон коэффициентов развертки 500 пс/дел. – 50 с/дел.	± (0,02·8·К+0,004·8·К) К – величина, численно рав- ная установленному коэф- фициенту отклонения, В; ± (0,000015·Т <sub>изм</sub> + 0,002·Т + + 20 пс) Т <sub>изм</sub> – величина измеренного интервала времени, с Т – величина, численно рав- ная умноженному на 10 ус- тановленному коэффициенту развертки, с
Термогигрометр электронный CENTER 314	От минус 20 °C До плюс 60 °C	± 0,7 °C
Секундомер электронный Интеграл С-01	Диапазон от 0 до 23 ч. 59 мин. 59 с	± 1 с/сутки

Примечание.

Погрешности эталонных СИ не должны превышать 1/3 от допускаемых погрешно-стей поверяемого прибора.

При проведении поверки могут быть применены другие средства измерений (СИ), обеспечивающие измерение контролируемых параметров с допускаемой погрешностью.

#### 10.4. Условия поверки и подготовка к ней

При проведении поверки должны соблюдаться следующие условия:

- температура окружающей среды, °C                             $20 \pm 5$   
(с изменением за время поверки не более ± 1°C);
- относительная влажность воздуха, %                            от 40 до 80;
- атмосферное давление, кПа (мм рт. ст.)                    от 84 до 106 (от 630 до 795);
- напряжение питания поверяемого прибора, В                    от 11 до 15.

Условия проведения поверки контролируются термогигрометром CENTER 314.

Подготовить прибор к работе в соответствии руководством по эксплуатации.

Перед началом работы с прибором необходимо изучить главу 1 Руководства по эксплуатации прибора Ч1-2010 (далее по тексту: РЭ) и ознакомиться с конструкцией прибора.

К работе с прибором допускаются лица, прошедшие инструктаж по технике безопасности при работе с электро и радиоизмерительными приборами.

До включения вилки шнура сетевого в сеть необходимо заземлить контакт защитного заземления. Отсоединение контакта защитного заземления производить после отсоединения прибора от сети. Заземление прибора при питании от внутренних аккумуляторов не требуется.

#### 10.5. Проведение поверки

Проверка прибора проводится в соответствии с перечнем и последовательностью операций, приведенных в таблице 10.1.

### **10.5.1. Внешний осмотр**

При проведении внешнего осмотра должны быть проверены:

- комплектность прибора;
- отсутствие видимых механических повреждений, влияющих на работоспособность прибора;
- наличие и прочность крепления органов управления и коммутации, четкость фиксации их положений;
- чистота гнезд, разъемов и клемм;
- состояние соединительных кабелей, переходов;
- четкость маркировок.

Приборы, имеющие дефекты, к поверке не допускаются и направляются в ремонт.

### **10.5.2. Опробование**

При опробовании проверяется работоспособность органов индикации в соответствии с руководством по эксплуатации при подключенной антенне.

Результаты испытаний считаются удовлетворительными, если индикация прибора соответствует его правильной работоспособности согласно «Руководства по эксплуатации».

### **10.5.3. Проверка параметров уровней и наличия частот выходных синусоидальных сигналов 1 МГц, 5 МГц, 10 МГц, импульсных сигналов с частотой 1 Гц и соответствия их требованиям РЭ.**

Для определения уровней выходных синусоидальных сигналов 1; 5; 10 МГц выполнить соединение приборов в соответствии с рисунком 10.1.

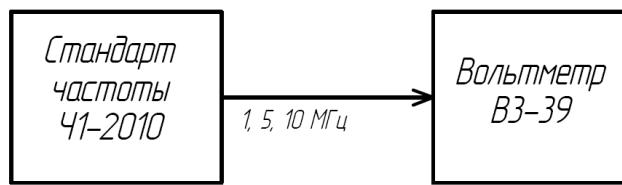


Рисунок 10.1

Для определения частоты синусоидальных сигналов 1, 5, 10 МГц и импульсного сигнала 1 Гц и соединить приборы согласно рисунку 10.2.

Включить и прогреть частотомер универсальный СНТ-90 (в соответствии с Руководством по эксплуатации на СНТ-90) с подключённой внешней частотой в качестве опорной от стандарта частоты и времени водородного Ч1-76А.

Установить в частотомере универсальном СНТ-90 режим измерения частоты, порог срабатывания для входного сигнала 0,7 В положительной полярности, сопротивление входа 50 Ом. Провести по одному измерению сигнала частоты для каждого из выходов.



Рисунок 10.2

Для определения частот импульсного сигнала 1 Гц установить в частотомере универсальном СНТ-90 режим измерения частоты, порог срабатывания для входного сигнала 1 В, сопротивление входа 50 Ом. Провести одно измерение сигнала частоты, не учитывая первого измерения.

Результаты поверки считаются удовлетворительными, если измеренное значение частоты соответствует номинальному с абсолютной погрешностью  $\pm 1$  Гц для сигнала с частотой 1, 5 и 10 МГц, и период следования импульсного сигнала частотой 1 Гц равен  $(1 \pm 1 \cdot 10^{-6})$  секунды.

Для определения амплитуды импульсного сигнала 1 Гц подключить сигнал 1 Гц со стандарта частоты Ч1-2010 к осциллографу цифровому MSO6104A (рисунок 10.3), используя вход 50 Ом.

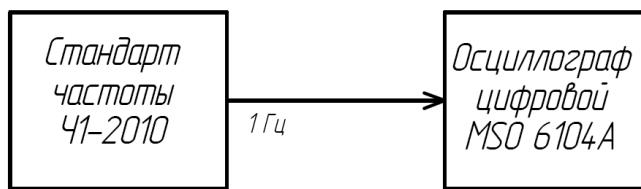


Рисунок 10.3

Результаты поверки считаются удовлетворительными, если измеренные значения уровней синусоидальных сигналов, уровня и частоты импульсного сигнала 1 Гц соответствует значениям, указанным в разделе 4.4 «Руководства по эксплуатации».

#### **10.5.4. Определение относительной погрешности по частоте при поступлении прибора в поверку.**

Выполнить соединение приборов в соответствии с рисунком 10.4.

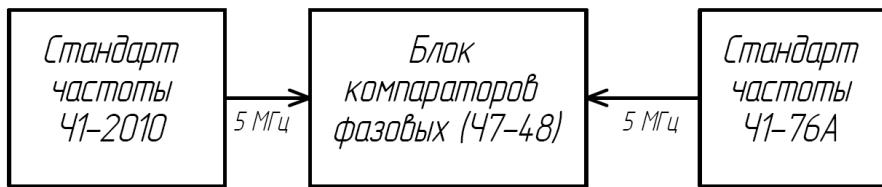


Рисунок 10.4

Перед проведением измерений включить стандарт частоты Ч1-2010 без подключения антенны. Через 1 час прогрева определить значение относительного отклонения по частоте. Измеренное относительное отклонение по частоте записать в протокол в качестве относительной погрешности по частоте при поступлении в поверку.

Результаты поверки считаются удовлетворительными, если измеренное значение не превышает предельно допускаемого относительного отклонения по частоте за межповерочный интервал умноженного на количество лет с момента последней поверки (n), а именно:  $\pm (6 \cdot 10^{-10} \cdot n)$ .

#### **10.5.5. Определение относительной погрешности по частоте в режиме синхронизации прибора по ГНСС через 1 час и 10 минут, 2, 4, 8 и 24 часа после включения, нестабильности выходного сигнала (среднего квадратического относительного двухвыборочного отклонения результатов измерения частоты (СКДО или вариации Алана)) за 1 с, 10 с, 100 с и 1 час, определение функции запоминания частоты.**

Выполнить соединение согласно рисунку 10.4.

Выключить прибор тумблером «СЕТЬ» и обесточить, отключив от внешнего питания.

Снять статический заряд с экрана и центрального провода антенны, подсоединив заземление на 5 секунд во избежание выхода из строя антенны. Подключить antennу ГЛОНАСС/GPS к выключенному стандарту частоты Ч1-2010.

Соединить разъем «Выход 5 MHz» испытываемого стандарта частоты с разъемом  $f_x$  5 МГц блока компараторов фазовых Ч7-48.

Соединить разъем «5 MHz» стандарта частоты и времени водородного Ч1-76А с разъемом  $f_o$  5 МГц блока компараторов фазовых Ч7-48.

Включить стандарт частоты Ч1-2010, путём подключения внешнего питания и включения тумблера «СЕТЬ» и зафиксировать время включения тумблера «СЕТЬ». Выбрать режим синхронизации с использованием спутниковой системы ГЛОНАСС. Время наблюдения после включения тумблера «СЕТЬ» не менее 2-х суток.

По истечении 1 часа после включения стандарта частоты Ч1-2010 в течении 30-ти минут произвести измерения относительной погрешности по частоте (режим компаратора Ч7-39  $\Delta f/f$ , время измерения 10 секунд, число усреднений  $10^3$ ) каждые 5 минут, число измерений 4.

От 2-х часов после включения до выключения стандарта производить измерения относительной погрешности по частоте каждый час при времени измерения 1 час.

Через 24 часа после включения прибора в режим синхронизации провести измерения для определения нестабильности по частоте (СКДО), поочередно установив время измерений 1 с, 10 с, 100 секунд с числом измерений равным 31 (допускается число измерений 11 при времени измерения 100 секунд). Среднее квадратическое относительное двухвыборочное отклонение (СКДО) результатов измерения частоты (вариация Алана) определить по формуле 10.1:

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{n-1} \left( \frac{\Delta f_{i+1}}{f} - \frac{\Delta f_i}{f} \right)^2}{2 \cdot (n-1)}} \quad (10.1)$$

где  $\frac{\Delta f_i}{f}$  – i-й результат измерения относительного отклонения частоты с заданным временем выборки;

$n$  – число измерений относительных отклонений частоты.

Для определения в режиме синхронизации частоты нестабильности (СКДО) за час (по формуле 10.1) и среднее относительной погрешности прибора по частоте за сутки, провести измерения относительной погрешности по частоте, определённой с временем измерения 1 час при времени наблюдения не менее 1-х суток, не выключая стандарт частоты.

Для относительных погрешностей по частоте доверительный интервал определяется по формуле:

$$\Delta = t \cdot \delta \quad (10.2)$$

где:  $t$  – коэффициент Стьюдента, равный 3 при числе измерений 4, и равный 2 при числе измерений 30 (при доверительной вероятности  $P=0,95$ ). При других числах измерений смотрите соответствующие таблицы. При числе измерений 30 доверительный интервал при доверительной вероятности  $P=0,95$  совпадает численно с неопределенностью результатов измерений;

$\delta$  – среднее квадратическое относительное отклонение результатов измерения частоты

ты, определяемое по формуле:

$$\delta = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n \left( \frac{\Delta f_i}{f} - \frac{\bar{\Delta f}}{f} \right)^2}{n-1}} \quad (10.3)$$

где  $\frac{\Delta f_i}{f}$  – i-й результат измерения относительного отклонения частоты с заданным временем выборки;

$$\frac{\bar{\Delta f}}{f} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \frac{\Delta f_i}{f} \quad (10.4)$$

n – число измерений относительных отклонений частоты.

Доверительный интервал определения нестабильностей поверяемого прибора вычислить как 2·СКО эталонного оборудования (Ч1-76А) за соответствующий интервал измерений.

Результаты поверки считаются удовлетворительными, если:

а) относительная погрешность по частоте через 1 час 10 минут после начала работы прибора в режиме синхронизации не превышает значений  $\pm 1 \cdot 10^{-10}$ ; через 2 часа не превышает значений  $\pm 3 \cdot 10^{-11}$ ; через 4 часа не превышает  $\pm 2 \cdot 10^{-11}$ ; через 8 часов не превышает  $\pm 1 \cdot 10^{-11}$ ; через 24 часа не превышает  $\pm 5 \cdot 10^{-12}$ .

б) нестабильность частоты выходного сигнала (СКДО) за 1, 10, 100 секунд и за 1 час стандарта частоты в режиме синхронизации частоты по ГНСС не превышают соответственно значений  $2 \cdot 10^{-11}$ ;  $1 \cdot 10^{-11}$ ;  $2 \cdot 10^{-12}$ ;  $2 \cdot 10^{-12}$ .

При выполнении данных требований, метрологические характеристики нестабильности частоты за время измерения 1 сутки при работе стандарта частоты Ч1-2010 в режиме синхронизации соответствуют установленным характеристикам, что обеспечивается принципом работы и конструкцией прибора.

Среднее изменение частоты за 1 сутки, месяц и за год в режиме “синхронизация частоты” исключается синхронизацией от глобальных навигационных спутниковых систем.

В конце интервала времени наблюдения, произвести процедуру определения функции запоминания частоты и калибровочного коэффициента SF. Для этого выключить прибор, выключив тумблер «СЕТЬ» и отсоединив внешнее питающее напряжение на 1-5 минут. Отключить antennу ГЛОНАСС/GPS. Включить стандарт частоты Ч1-2010.

Через 1 час произвести измерения относительной погрешности по частоте при времени выборки равным 100 секундам и количестве измерений не менее 12.

Результаты поверки считаются удовлетворительными, если значение относительной погрешности по частоте не выходят за пределы  $\pm 5 \cdot 10^{-12}$  и значения калибровочного коэффициента не изменились.

**10.5.6. Определение абсолютной погрешности привязки фронта выходного импульса частотой 1 Гц, выдаваемой прибором, по отношению к шкале времени UTC(SU), к шкале системного времени ГЛОНАСС, к шкале системного времени GPS, в режиме синхронизации по сигналам ГНСС после синхронизации по сигналам ГНСС не менее 2 часов.**

При первичной поверке для определения абсолютной погрешности формирования

метки времени стандарта частоты выполнить соединение согласно рисунку 10.5.

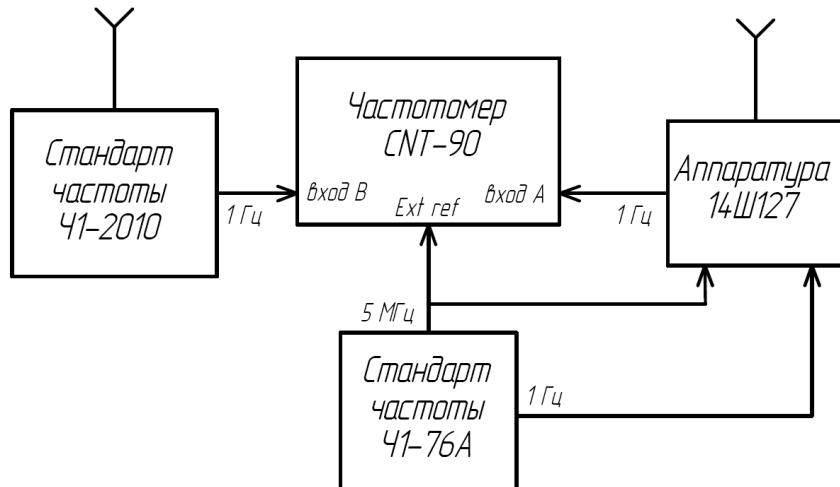


Рисунок 10.5

Включить питание стандарта частоты Ч1-2010 с подключенной антенной АСМ-02.

Через 2 часа работы провести 3 серии измерений:

1. Установить режим привязки шкалы времени аппаратуры 14Ш127 к шкале времени UTC(SU), включив стандарт частоты Ч1-2010 на синхронизацию от ГНСС ГЛОНАСС.
2. Установить режим привязки шкалы времени аппаратуры 14Ш127 к шкале системного времени ГЛОНАСС, включив стандарт частоты Ч1-2010 на синхронизацию от ГНСС ГЛОНАСС.
3. Установить режим привязки шкалы времени аппаратуры 14Ш127 к шкале системного времени GPS, включив стандарт частоты Ч1-2010 на синхронизацию от ГНСС GPS.

Измерения разности шкал времени провести частотометром CNT-90, установив:

- измерение интервалов времени А-В,
- входное сопротивление по входу А и В равное 50 Ом,
- уровень по входу А и В равным 1 В,
- фронт импульса по входу А и В нарастающий, связь по переменному току.

Измерение проводить в режиме статистического накопления данных (количество измерений равное 30, время выборки 1 с).

Вычислить значение абсолютной погрешности формирования метки времени по формуле:

(10.5)

где:  $\bar{x}$  среднее квадратическое значение результатов измерения;

$\bar{t}_1$  среднее значения абсолютной погрешности привязки переднего фронта выходного импульса 1 Гц к шкале системного времени ГЛОНАСС (или GPS или UTC(SU), в зависимости от выбранной конфигурации 14Ш127).

Значения и выдаются частотометром.

Результаты первичной поверки считаются удовлетворительными, если полученное значение абсолютной погрешности привязки переднего фронта выходного импульса частотой 1 Гц, выдаваемого прибором, по отношению к шкале времени UTC(SU), к шкале системного времени ГЛОНАСС, к шкале системного времени GPS не превышает

пределного значения равного  $\pm 1$  мкс.

**10.5.7. Определение относительной погрешности по частоте и нестабильностей выходного сигнала, (среднего квадратического относительного двухвыборочного отклонения результатов измерения частоты (СКДО или вариации Алана)) за 1 с, 10 с, 100 с и за 1 сутки, а также определение среднего относительного изменения частоты за 1 сутки и вычисление относительной погрешности по частоте за 1 месяц и за 1 год в автономном режиме работы**

Выполнить соединение приборов в соответствии с рисунком 10.6.

Включить питание стандарта частоты Ч1-2010 и прогреть не менее 1 часа.

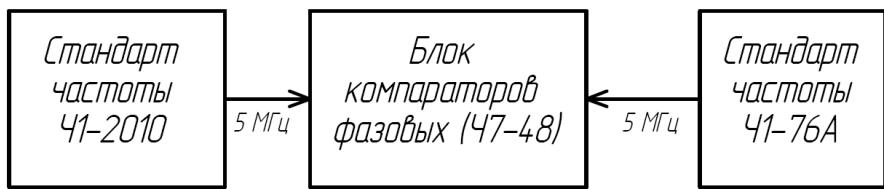


Рисунок 10.6

Сигнал с разъема «Выход 5 MHz» испытываемого стандарта частоты подать на разъем  $f_x$  5 МГц блока компараторов фазовых Ч7-48.

Сигнал с разъема «5 MHz» стандарта частоты и времени водородного Ч1-76А подать на разъем  $f_o$  5 МГц блока компараторов фазовых Ч7-48.

Для определения СКДО за 1 с, 10 с провести измерения, установив время измерений 1 с, 10 с, число измерений равное 31.

Провести измерения, установив время измерений 100 с, число измерений не менее 11.

Для определения в автономном режиме работы нестабильности (СКДО) и средней погрешности частоты прибора за сутки, а также среднего относительного изменения частоты за сутки, провести измерения на интервале наблюдения не менее 10 суток в один и тот же час суток, не выключая стандарт частоты.

Сличения проводить при времени выборки 100 с, количество измерений не менее 11.

Относительную погрешность по частоте прибора определить как среднее значение частоты на интервале не менее 10 суток.

Среднее значение относительной погрешности по частоте прибора определить по формуле:

$$\overline{\frac{\Delta f}{f}} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \frac{\Delta f_i}{f} \quad (10.6)$$

где  $\frac{\Delta f_i}{f}$  – i-й результат измерения относительного отклонения частоты;

$\overline{\frac{\Delta f}{f}}$  – среднее значение относительного отклонения частоты для n измерений;

n – число измерений.

Среднее квадратическое относительное двухвыборочное отклонение (СКДО) результатов измерения частоты (вариация Алана) определить по формуле:

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{n-1} \left( \frac{\Delta f_{i+1}}{f} - \frac{\Delta f_i}{f} \right)^2}{2 \cdot (n-1)}} \quad (10.7)$$

$\frac{\Delta f_i}{f}$  –

где  $\frac{\Delta f_i}{f}$  – i-й результат измерения относительного отклонения частоты с заданным временем выборки;

n – число измерений относительных отклонений частоты.

По результатам измерений в автономном режиме работы вычислить среднее относительное изменение частоты за сутки.

Среднее относительное изменение частоты за сутки определить по формуле:

$$v = \frac{6}{\tau_b \cdot n(n-1)} \sum_{i=1}^n \left( 1 - \frac{2i}{n+1} \right) \frac{\Delta f_i}{f} \quad (10.8)$$

где

$\frac{\Delta f_i}{f}$  –

i-й результат измерения относительного отклонения частоты;

n – число измерений;

$\tau_b$  – интервал времени выборки (период измерения в сутках);

$v$  – среднее относительное систематическое изменение частоты (СИЧ).

Доверительный интервал определения среднего относительного изменения частоты за сутки при доверительной вероятности P=0,95 вычислить по формуле:

$$\Delta = 2 \cdot \delta / (n-1) \quad (10.9)$$

где: n – число измерений относительных отклонений частоты;

$\delta$  – среднее квадратическое относительное отклонение результатов измерения частоты на каждые сутки определяемое по формуле:

$$\delta = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n \left( \frac{\Delta f_i}{f} - \frac{\overline{\Delta f}}{f} \right)^2}{n-1}} \quad (10.10)$$

$\frac{\Delta f_i}{f}$  –

где  $\frac{\Delta f_i}{f}$  – i-й результат измерения относительного отклонения частоты с заданным временем выборки;

$$\frac{\overline{\Delta f}}{f} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \frac{\Delta f_i}{f} \quad (10.11)$$

На основе результатов измерений, полученных в автономном режиме работы на интервале не менее 10 суток, вычислить значение относительной погрешности по частоте за 30 суток (месяц) за 1 год (365 суток) по формуле:

$$(10.12)$$

где:

ПГ – относительная погрешность по частоте прибора за год или месяц;

$N$ суток – количество суток;

– измеренное среднего относительного изменения частоты прибора за 1 сутки;

Результаты поверки считаются удовлетворительными, если:

- нестабильность частоты выходного сигнала (СКДО) за 1 с, 10 с, 100 с за 1 сутки стандарта частоты в автономном режиме работы не превышают соответственно значений  $2 \cdot 10^{-11}$ ;  $1 \cdot 10^{-11}$ ;  $2 \cdot 10^{-12}$ ;  $5 \cdot 10^{-12}$ .

- среднее относительное изменение частоты прибора за 1 сутки и значение относительной погрешности по частоте за 1 месяц и за 1 год стандарта частоты Ч1-2010 в автономном режиме работы не превышают соответственно предельных значений  $\pm 1,5 \cdot 10^{-12}$ ;  $\pm 5 \cdot 10^{-11}$ ;  $\pm 6 \cdot 10^{-10}$ .

При выполнении данных требований, метрологические характеристики нестабильности частоты за время измерения 1 час при работе стандарта частоты Ч1-2010 в автономном режиме (при отсутствии синхронизации по ГНСС) соответствуют установленным характеристикам, что обеспечивается принципом работы и конструкцией прибора.

#### 10.5.8. Определение относительной погрешности воспроизведения частоты от включения к включению стандарта частоты в автономном режиме работы

Выполнить соединение приборов в соответствии с рисунком 10.7.

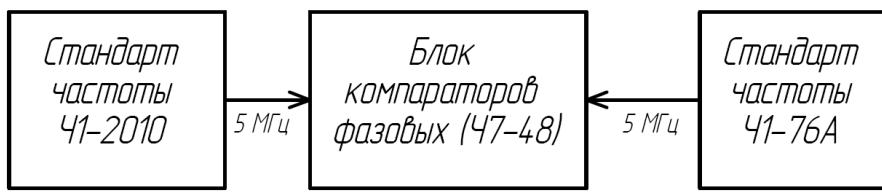


Рисунок 10.7

Провести не менее 4-х измерений относительного отклонения частоты сигнала 5 МГц, выключая стандарт частоты не менее чем на 24 часа и проводя измерения после включения не менее чем через 1 час.

Вычислить погрешность воспроизведения частоты как среднее квадратическое относительное отклонение результатов измерений частоты прибора по формуле:

$$\delta = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n \left( \frac{\Delta f_i}{f} - \frac{\bar{\Delta f}}{f} \right)^2}{n-1}} \quad (10.13)$$

где

$\frac{\Delta f_i}{f}$  –  $i$ -й результат измерения относительного отклонения частоты;

$\frac{\bar{\Delta f}}{f}$  – среднее значение относительного отклонения частоты для  $n$  измерений;  
 $n$  – число измерений.

Доверительный интервал определения относительной погрешности воспроизведения частоты от включения к включению поверяемого прибора вычислить как  $2 \cdot \text{СКО}$  за сутки эталонного оборудования (Ч1-76А).

Результаты поверки считаются удовлетворительными, если относительная погрешность по частоте стандарта частоты от включения к включению в автономном

режиме работы не превышает предельного значения  $2 \cdot 10^{-11}$ .

#### **10.6.      Оформление результатов поверки**

Положительные результаты поверки оформляют в порядке, установленном в метрологической службе, выполняяющей поверку в соответствии с ПР 50.2.006-94.

В свидетельстве и в прилагаемом к ним протоколе результаты определения всех измеренных относительных погрешностей по частоте, среднего относительного систематического изменения частоты (СИЧ) за сутки, относительной погрешности при воспроизведении прибором частоты от включения к включению, а также всех нестабильностей указывать с доверительными интервалами при доверительной вероятности  $P = 0,95$ .

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