

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ РЕГУЛИРОВАНИЮ И МЕТРОЛОГИИ



ФЕДЕРАЛЬНОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
«ГОСУДАРСТВЕННЫЙ РЕГИОНАЛЬНЫЙ ЦЕНТР СТАНДАРТИЗАЦИИ,
МЕТРОЛОГИИ И ИСПЫТАНИЙ В Г. МОСКВЕ»
(ФБУ «РОСТЕСТ – МОСКВА»)

УТВЕРЖДАЮ

Заместитель генерального директора
ФБУ «Ростест-Москва»

Е.В. Морин



«22» мая 2017 г.

Государственная система обеспечения единства измерений

СТАНДАРТЫ ЧАСТОТЫ РУБИДИЕВЫЕ
GPS-12RG

Методика поверки
РТ-МП- 3356-441-2017

г. Москва
2017 г.

Настоящая методика устанавливает методы и средства первичной и периодических поверок стандартов частоты рубидиевых GPS-12RG (далее – стандарты частоты или GPS-12RG), изготавливаемых «Pendulum Instruments Sp. z o.o.», Польша.

Интервал между поверками - 1 год.

Периодическая поверка GPS-12RG в случае их использования для измерений (воспроизведения) меньшего числа величин или на меньшем числе поддиапазонов измерений, по отношению к указанным в разделе «Метрологические и технические характеристики» описания типа, допускается на основании письменного заявления владельца стандартов частоты, оформленного в произвольной форме. Соответствующая запись должна быть сделана в свидетельстве о поверке.

1 ОПЕРАЦИИ ПОВЕРКИ

При проведении поверки должны проводиться операции и применяться средства поверки, указанные в таблице 1.

Таблица 1

Наименование операции	Номер пункта методики	Проведение операции при	
		первичной поверке	периодической поверке
1	2	3	4
1. Внешний осмотр	6.1	да	да
2 Опробование	6.2	да	да
3 Проверка идентификационных данных программного обеспечения	6.3	да	нет
4 Определение номинальных значений частот сигналов GPS-12RG на выходах «10 МГц», «5 МГц» и «1 Гц» и среднего квадратического значения напряжения на выходах «10 МГц» и «5 МГц»	6.4	да	да
5 Определение периода и параметров импульсных сигналов GPS-12RG на выходе «1 Гц»	6.5	да	нет
6 Определение относительной погрешности измеренного значения стандарта частоты при поступлении с последующей установкой относительной погрешности измеренного значения стандарта частоты в пределах $\pm 3 \cdot 10^{-11}$	6.6	да	да

Продолжение таблицы 1

1	2	3	4
<p>7 Определение:</p> <ul style="list-style-type: none"> - в режиме удержания нестабильности измеренного значения стандарта частоты на выходах «10МГц» или «5 МГц» (среднего квадратического относительного двух выборочного отклонения измеренного значения стандарта частоты (СКДО) {вариации Аллана}, среднего квадратического относительного отклонения измеренного значения стандарта частоты (СКО) за времена измерения 1 с, 10 с, 100 с, 1 сут; - среднего относительного изменения измеренного значения стандарта частоты за 1 сутки в режиме удержания при вариации за время измерений температуры окружающей среды в пределах ± 1 °С; - относительной погрешности измеренного значения стандарта частоты на интервале 12 мес. 	6.7	да	да
<p>8 Определение в режиме удержания относительной погрешности измеренного значения стандарта частоты от включения к включению при вариации за время измерений температуры окружающей среды в пределах ± 1°С</p>	6.8	да	да
<p>9 Определение в режиме синхронизации по сигналам ГНСС:</p> <ul style="list-style-type: none"> - относительной погрешности измеренного значения стандарта частоты на выходах «10МГц» или «5 МГц» через 24 часа синхронизации; - нестабильности измеренного значения стандарта частоты (среднего квадратического относительного двухвыборочного отклонения измеренного значения стандарта частоты (СКДО) {вариации Аллана}, среднего квадратического относительного отклонения измеренного значения стандарта частоты (СКО) на выходах «10 МГц» или «5 МГц» за время измерения 1 с, 10 с, 100 с (при наличии в комплектации антенны ГНСС и письменного извещении о применении прибора в режиме синхронизации по сигналам ГНСС) 	6.9	да	да

Примечание: Поверку допускается прекращать при получении отрицательного результата любой отдельной операции.

2 СРЕДСТВА ПОВЕРКИ

2.1 При проведении поверки должны применяться средства поверки, перечисленные в таблице 2.

Таблица 2— Средства поверки

Наименование средства поверки	Требуемые технические характеристики средства поверки		Рекомендуемое средство поверки
	Пределы измерений	Пределы допускаемой погрешности	
1	2	3	4
Стандарт частоты и времени водородный	Частоты выходных сигналов 5 МГц, 1 Гц	$\pm 1,5 \cdot 10^{-12}$ за 1 год; $1,5 \cdot 10^{-12}$ за 1 с; $5 \cdot 10^{-13}$ за 10 с $2 \cdot 10^{-13}$ за 100 с $3 \cdot 10^{-14}$ за 1 ч $1 \cdot 10^{-14}$ за 1 сут	Стандарт частоты и времени водородный Ч1-76А
Частотомер универсальный	Диапазон частот от 0,001 Гц до 100 МГц	$\pm 1,5 \cdot 10^{-12}$ с внешней опорной частотой за 1 год	Частотомер универсальный CNT-90
Осциллограф цифровой		Абсолютная погрешность курсорных измерений в канале вертикального отклонения от полной шкалы: $\pm 0,096$ В при установленном коэффициенте отклонения 0,5 В/дел; $\pm (0,000015 \cdot \text{Тизм} + 0,002 \cdot \text{Т} + 20 \text{ пс})$; Тизм – величина измеренного интервала времени, с, Т – величина, численно равная умноженному на 10 установленному коэффициенту развертки, с	Осциллограф цифровой MSO 6104А
Компараторы частотные		$2 \cdot 10^{-13}$ за 1 с; $4 \cdot 10^{-14}$ за 10 с; $5 \cdot 10^{-15}$ за 100 с; $6 \cdot 10^{-16}$ за 1 ч; $1 \cdot 10^{-16}$ за 1 сут	Блок компараторов фазовых Ч7-48

Примечание:

- применяемые при поверке средства измерений должны быть поверены и иметь действующие свидетельства о поверке;
- допускается применение аналогичных средств поверки, обеспечивающих определение метрологических характеристик поверяемых стандартов частоты с требуемой точностью.

3 ТРЕБОВАНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ

3.1 При проведении поверки должны быть соблюдены требования ГОСТ 12.27.0-75, ГОСТ 12.3.019-80, ГОСТ 12.27.7-75, требованиями правил по охране труда при эксплуатации электроустановок, утвержденных приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 24 июля 2013 г № 328Н.

3.2 Средства поверки, вспомогательные средства поверки и оборудование должны соответствовать требованиям безопасности, изложенным в руководствах по их эксплуатации.

4 УСЛОВИЯ ПОВЕРКИ И ПОДГОТОВКА К ПОВЕРКЕ

При проведении поверки должны быть соблюдены следующие условия:

- | | |
|---|-------------------|
| – температура окружающего воздуха, °С | 23 ±5; |
| – относительная влажность воздуха, % | 65 ±15; |
| – атмосферное давление, кПа (мм рт.ст.) | 100 ±4 (750 ±30); |
| – напряжение питающей сети, В | 220 ±4,4; |
| – частота питающей сети, Гц | 50 ±0,5. |

5 ПОДГОТОВКА К ПОВЕРКЕ

Подготовку GPS-12RG и оборудования, перечисленного в таблице 2, проводят в соответствии с требованиями, изложенными в соответствующих эксплуатационных документах.

Убедиться в выполнении условий проведения поверки.

Выдержать средства поверки во включенном состоянии в течение времени, указанного в их руководствах по эксплуатации.

6 ПРОВЕДЕНИЕ ПОВЕРКИ

6.1 Внешний осмотр

При проведении внешнего осмотра необходимо проверить:

- сохранность пломб;
- комплектность согласно РЭ;
- отсутствие внешних механических повреждений, влияющих на точность показаний прибора;
- прочность крепления органов управления, четкость фиксации их положений;
- чистоту разъемов и гнезд;
- наличие маркировки, подтверждающей тип и заводской номер.

Приборы, имеющие дефекты, бракуются и направляются в ремонт.

6.2 Опробование

Опробование GPS-12RG для оценки его исправности без применения средств поверки проводят в соответствии с руководством по эксплуатации.

Результат опробования считать положительным, если на дисплее отсутствуют сообщения об ошибках, GPS-12RG функционирует согласно руководству по эксплуатации.

При отрицательном результате прибор бракуется и направляется в ремонт.

6.3 Проверка идентификационных данных программного обеспечения.

Проверка идентификационных данных программного обеспечения GPS-12RG осуществляется путем вывода на дисплей прибора информации о версии программного обеспечения. Вывод системной информации осуществляется по процедуре, описанной в руководстве по эксплуатации GPS-12RG.

Результат считается положительным, если версия программного обеспечения соответствует данным, приведенным в таблице 3.

Таблица 3 – Характеристики программного обеспечения

Идентификационные данные (признаки)	Значение
Номер версии (идентификационный номер ПО) ¹⁾	Не ниже 2.01
Примечание: ¹⁾ Версия ПО определяется по первым трем цифрам. Перед цифрами и после цифр могут быть любые обозначения.	

6.4 Определение номинальных значений частот сигналов GPS-12RG на выходах «10 МГц», «5 МГц» и «1 Гц» и среднего квадратического значения напряжения на выходах «10 МГц» и «5 МГц»

Подключить приборы согласно схеме, приведенной на рисунке 1.

Включить и прогреть частотомер универсальный CNT-90 (в соответствии с Руководством по эксплуатации на CNT-90) с подключённым сигналом внешней опорной частоты от стандарта частоты и времени водородного Ч1-76А.

Установить в частотомере универсальном CNT-90 режим измерения частоты, открытый вход, порог срабатывания для входного сигнала 0,5 В положительной полярности, сопротивление входа 50 Ом. Провести измерение частот сигналов 10 (5) МГц для каждого из выходов прибора.

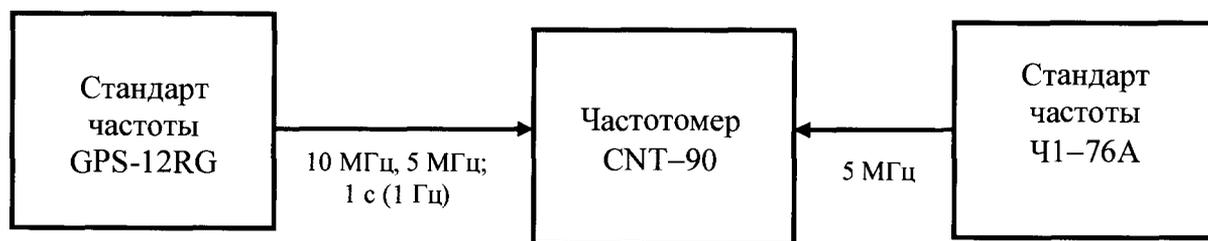


Рисунок 1 – Определение значений частот выходных синусоидальных сигналов 10 МГц и 5 МГц, импульсного сигнала с периодом 1 с

Результаты поверки по данной операции считать положительными, если измеренное значение частоты соответствует номинальному с абсолютной погрешностью ± 1 Гц для сигнала с частотой 10 (5) МГц

Для определения среднего квадратического значения напряжения на выходах «10 МГц» и «5 МГц» подключить приборы согласно схеме, приведенной на рисунке 2.

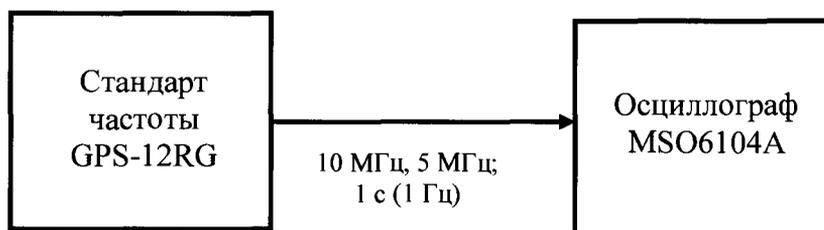


Рисунок 2 – Определение среднего квадратического значения напряжения выходных сигналов 10 МГц (5 МГц).

Измерить напряжения на выходах 10 МГц (5 МГц) прибора цифровым осциллографом MSO6104A на нагрузке 50 ± 2 Ом.

Результаты поверки по данной операции считать положительными, если полученные значение напряжения выходных сигналов с частотами 10 (5) МГц находятся в пределах $(1,0 \pm 0,2)$ В.

6.5 Определение периода и параметров импульсных сигналов GPS-12RG на выходе «1 Гц»

Для определения периода импульсного сигнала 1 с подключить приборы согласно схеме, приведенной на рисунке 1 и установить в частотомере универсальном CNT-90 режим измерения периода, открытый вход, порог срабатывания для входного сигнала 0,7 В положительной полярности, сопротивление входа 50 Ом. Провести измерение периода сигнала GPS-12RG на выходе «1 Гц».

Результаты поверки по данной операции считать положительными, если период следования импульсного сигнала находится в пределах $(1 \pm 1 \cdot 10^{-6})$ с.

Подключить приборы согласно схеме, приведенной на рисунке 2 провести измерения параметров импульсных сигналов.

Результаты поверки по данной операции считать положительными, если измеренные значения длительности импульса составляют от 7 до 13 мкс, длительности фронта импульсов составляют не более 100 нс, амплитуда импульсов не менее 2 В.

6.6 Определение относительной погрешности измеренного значения стандарта частоты при поступлении с последующей установкой относительной погрешности измеренного значения стандарта частоты в пределах $\pm 3 \cdot 10^{-11}$

Подключить приборы согласно схеме, приведенной на рисунке 3.

Перед определением основных метрологических характеристик - погрешностей и нестабильностей измеренного значения стандарта частоты после прогрева не менее 2 часов определить погрешность измеренного значения стандарта частоты при поступлении при времени измерения 10 с и числе измерений $N = 4$, вычислить среднюю относительную погрешность измеренного значения стандарта частоты при поступлении в поверку и записать в протокол.

Если полученное значение относительной погрешности выходит за пределы $\pm 3 \cdot 10^{-11}$, то следует произвести механически корректировку частоты GPS-12RG через регулировочное отверстие. При завершении поверки при необходимости повторить корректировку частоты для установки относительной погрешности измеренного значения стандарта частоты в пределы допуска при выпуске из поверки и записать в протокол измеренное значение при выпуске из поверки.

6.7 Определение: в режиме удержания нестабильности измеренного значения стандарта частоты на выходах «10 МГц» или «5 МГц» (среднего квадратического относительного двух выборочного отклонения измеренного значения стандарта частоты (СКДО) {вариации Аллана}, среднего квадратического относительного отклонения измеренного значения стандарта частоты (СКО) за времена измерения 1 с, 10 с, 100 с, 1 сут; среднего относительного изменения измеренного значения стандарта частоты за 1 сутки в режиме удержания при вариации за время измерений температуры окружающей среды в пределах ± 1 °С; относительной погрешности измеренного значения стандарта частоты на интервале 12 мес.

Подключить приборы согласно схеме, приведенной на рисунке 3.

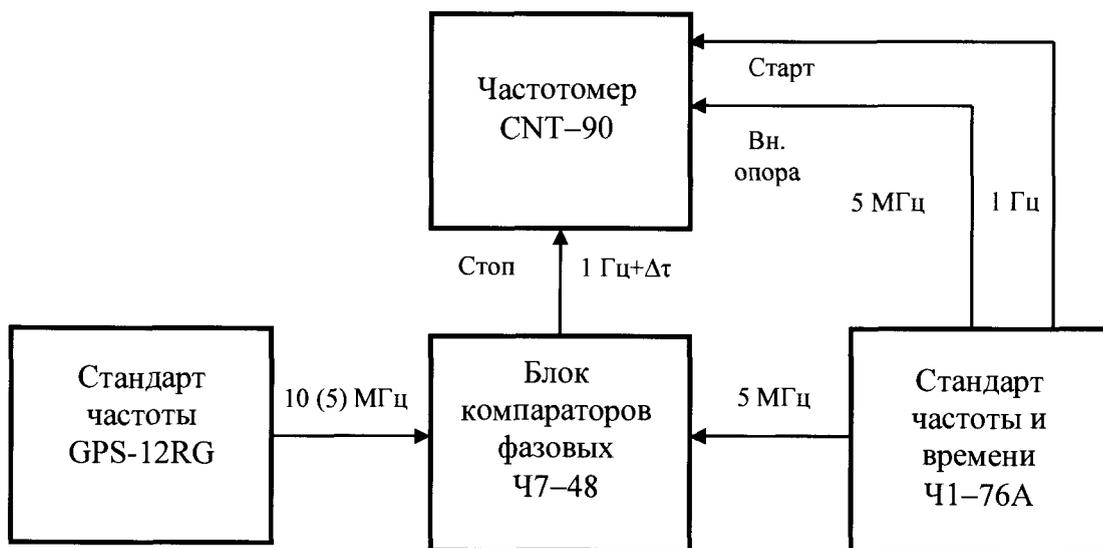


Рисунок 3—Проверка в режиме удержания относительной погрешности измеренного значения стандарта частоты при поступлении с последующей установкой относительной погрешности по частоте прибора в пределах $\pm 3 \cdot 10^{-11}$; нестабильности измеренного значения стандарта частоты (среднеквадратического относительного двухвыборочного отклонения измеренного значения стандарта частоты (СКДО) {вариации Аллана}, среднеквадратического относительного отклонения измеренного значения стандарта частоты (СКО) за времена измерения 1 с, 10 с, 100с, 1 сут на выходах «10 МГц» или «5 МГц»; среднего систематического относительного изменения измеренного значения стандарта частоты за 1 сутки при вариации температуры окружающей среды за время измерений в пределах ± 1 °С; относительной погрешности измеренного значения стандарта частоты от включения к включению, относительной погрешности измеренного значения стандарта частоты на интервале 12 мес.

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

Установить в частотомере универсальном CNT–90 режим измерения интервала времени, открытый вход, порог срабатывания для входного сигнала 0,7 В положительной полярности, сопротивление входа 50 Ом.

На входы одного из каналов блока компараторов фазовых Ч7–48 подают сигналы 10 (5) МГц от прибора и 5 МГц от стандарта частоты Ч1–76А. Выход “1 Гц + Δf” подключают к входу “Стоп” частотомера универсального CNT–90, выход “1 Гц” стандарта частоты Ч1–76А к входу “Старт” частотомера универсального CNT–90.

Определение относительной погрешности измеренного значения стандарта частоты выполнять методом сличения с помощью компаратора частотного.

Среднее квадратическое относительное двухвыборочное отклонение измеренного значения стандарта частоты (СКДО) сигнала 10 или 5 МГц за время измерения $\tau = 1 \text{ с}, 10 \text{ с}, 100 \text{ с}$ и 1 сутки определить по формуле:

$$\sigma = \sqrt{\frac{1}{2(N-1)} \sum_{i=1}^{N-1} \left[\frac{\Delta f_{i+1}}{f_0} - \frac{\Delta f_i}{f_0} \right]^2},$$

где $N \geq 30$ для интервала измерения $\tau = 1 \text{ с}, 10 \text{ с}$;

и $N \geq 10$ для интервала измерения $\tau = 100 \text{ с}, 1 \text{ сут}$;

$\frac{\Delta f_i}{f_0} = \frac{T_{i+1} - T_i}{M\tau}$ – относительная средняя разность частот за i -ое измерение;

T_{i+1}, T_i – результаты измерения интервала времени в конце и в начале i -го интервала измерения в секундах;

M – коэффициент умножения блока компараторов фазовых, для Ч7–48 равный 10^4 .

Среднее квадратическое относительное отклонение измеренного значения стандарта частоты (СКО) 10 (5) МГц за время измерения $\tau = 1 \text{ с}, 10 \text{ с}, 100 \text{ с}$ и 1 сутки определить по формуле:

$$\sigma = \sqrt{\frac{1}{(N-1)} \sum_{i=1}^N \left[\frac{\Delta f_{i+1}}{f_0} - \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N \left(\frac{\Delta f_i}{f_0} \right) \right]^2},$$

где $N \geq 30$ для интервала измерения $\tau = 1 \text{ с}, 10 \text{ с}$;

где $N \geq 10$ для интервала измерения $\tau = 100 \text{ с}, 1 \text{ сут}$;

$\frac{\Delta f_i}{f_0} = \frac{T_{i+1} - T_i}{M\tau}$ – относительная средняя разность частот за i -ое измерение;

T_{i+1}, T_i – результаты измерения интервала времени в конце и в начале i -го интервала измерения в секундах;

M – коэффициент умножения блока компараторов фазовых, для Ч7–48 равный 10^4 .

Относительная погрешность измеренного значения стандарта частоты на выходах 1 МГц и 0,1 МГц такая же как на выходах 10 МГц и 5 МГц – определяется конструкцией и принципом работы GPS-12RG и подтверждена при испытаниях. Измерения по частоте на на выходах 1 МГц и 0,1 МГц при поверке не проводить так как нестабильности на выходах 1 МГц и 0,1 МГц принципиально в несколько раз больше нестабильностей GPS-12RG на выходах 10 МГц и 5 МГц.

Нестабильность на выходах 1 МГц и 0,1 МГц не нормируется.

Результаты поверки по определению нестабильностей считать положительными, если полученные значения среднего квадратического относительного двухвыборочного от-

клонения и среднего квадратического относительного отклонения (СКДО и СКО) измеренного значения стандарта частоты 10 (5) МГц не превышает:

за время измерения 1 с	$5 \cdot 10^{-11}$;
за время измерения 10 с	$1,7 \cdot 10^{-11}$;
за время измерения 100 с	$5 \cdot 10^{-12}$;
за время измерения 1 сутки	$3 \cdot 10^{-12}$.

По результатам измерений среднего значения относительной разности частот GPS-12RG и стандарта частоты и времени Ч1-76А за каждый день вычислить среднее относительное изменение измеренного значения стандарта частоты за сутки ν 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 $\frac{\overline{\Delta f_i}}{f_0}$ – средняя относительная разность частот за i -ый день;

Рекомендуемый интервал наблюдения $n \geq 10$.

Допускается минимальное число суток для определения среднего относительного изменения измеренного значения стандарта частоты за сутки ν определять из соотношения, обеспечивающего соотношение погрешности измерения к измеряемой величине 1/3

$\text{СКО}_{\text{за сутки}}/n \leq V/3$, но не менее 4-х суток.

$n \geq 3 \cdot \text{СКО}_{\text{за сутки}}/V$,

где V - нормированное для стандарта частоты среднее относительное изменение измеренного значения стандарта частоты за сутки;

$\text{СКО}_{\text{за сутки}}$ - полученная при измерениях нестабильность измеренного значения стандарта частоты за сутки.

Результаты поверки по данной операции считать положительными, если полученное значение относительного изменения измеренного значения стандарта частоты 10 (5) МГц в автономном режиме за 1 сут не выходит за пределы $\pm 2 \cdot 10^{-12}$.

В случае неудовлетворительного результата измерения (обусловленного не тренированностью электролитических конденсаторов) проверка среднего систематического относительного изменения измеренного значения стандарта частоты 10 МГц или 5 МГц может быть продолжена до 20 сут с отбрасыванием результатов измерений первых нескольких суток.

Относительную погрешность измеренного значения стандарта частоты при выпуске из поверки выходного сигнала 10 (5) МГц определить как среднее значение за время наблюдения для определения среднего относительного изменения измеренного значения стандарта частоты за сутки или за последние сутки измерений.

Результаты поверки по данной операции считать положительными, если полученное значение средней относительной погрешности измеренного значения стандарта частоты 10 (5) МГц не превышает $\pm 3 \cdot 10^{-11}$. Если полученное значение относительной погрешности измеренного значения стандарта частоты выходит за пределы $\pm 3 \cdot 10^{-11}$, то следует произвести корректировку частоты стандарта. Полученное в результате корректировки значение средней относительной погрешности измеренного значения стандарта частоты записать в протокол – обязательное приложение к свидетельству о поверке.

6.8 Определение в режиме удержания относительной погрешности измеренного значения стандарта частоты от включения к включению

Определение относительной погрешности измеренного значения стандарта частоты от включения к включению проводят при подключении приборов согласно схеме, приведенной на рисунке 3.

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

Устанавливают в частотомере универсальном CNT-90 режим измерения интервала времени, открытый вход, порог срабатывания для входного сигнала 0,7 В положительной полярности, сопротивление входа 50 Ом.

На входы одного из каналов блока компараторов фазовых Ч7-48 подают сигналы 10 (5) МГц от GPS-12RG и 5 МГц от стандарта частоты Ч1-76А. Выход "1 Гц + Δf" подключают к входу "Стоп" частотомера универсального CNT-90, выход "1 Гц" стандарта частоты Ч1-76А к входу "Старт" частотомера универсального CNT-90.

Проводят не менее 4-х измерений относительного отклонения измеренного значения стандарта частоты 10 МГц (5 МГц), выключая GPS-12RG не менее чем на 16 ч и прогревая его после включения не менее 2 ч. Доверительный интервал результатов измерений с относительной погрешностью измеренного значения стандарта частоты от включения к включению при доверительной вероятности P=0,95 составит 3·СКО результатов измерений при числе измерений равных 4.

Допускается определение вариации относительного отклонения измеренного значения стандарта частоты от включения к включению по двум измерениям. Вариация относительного отклонения измеренного значения стандарта частоты, разделенная на два, дает с запасом достоверную оценку относительной погрешности измеренного значения стандарта частоты от включения к включению.

Относительную погрешность измеренного значения стандарта частоты от включения к включению как среднее квадратическое относительное отклонение измеренного значения стандарта частоты определяют по следующей формуле:

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

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

$\frac{\overline{\Delta f}}{f}$ – среднее значение относительного отклонения измеренного значения стандарта

частоты для n измерений;

n – число измерений.

Результаты поверки считать положительными, если полученное значение относительной погрешности измеренного значения стандарта частоты от включения к включению не превышает $2 \cdot 10^{-11}$.

6.9 Определение в режиме синхронизации по сигналам ГНСС относительной погрешности измеренного значения стандарта частоты выходного сигнала через 24 часа синхронизации и нестабильности (СКО и СКДО) измеренного значения стандарта частоты 10 МГц или 5 МГц за 1 с; 10 с; 100 с; 1 сутки

Подключить приборы согласно схеме, приведённой на рисунке 4



Рисунок 4 – Проверка в режиме синхронизации по сигналам ГНСС относительной погрешности измеренного значения стандарта частоты; нестабильности (СКО и СКДО) измеренного значения стандарта частоты 10 МГц или 5 МГц прибора за 1 с; 10 с; 100 с; 1 сутки

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

Установить в частотомере универсальном CNT-90 режим измерения интервала времени, открытый вход, порог срабатывания для входного сигнала 0,7 В положительной полярности, сопротивление входа 50 Ом.

На входы одного из каналов блока компараторов фазовых Ч7-48 подают сигналы 10 (5) МГц от GPS-12RG и 5 МГц от стандарта частоты Ч1-76А. Выход “1 Гц + Δf” подключают к входу “Стоп” частотомера универсального CNT-90, выход “1 Гц” стандарта частоты Ч1-76А к входу “Старт” частотомера универсального CNT-90.

Определение относительной погрешности измеренного значения стандарта частоты выполнять методом сличения с помощью компаратора частотного.

Подключить антенну к GPS-12RG, настроенному на режим удержания. Прогреть GPS-12RG не менее 2-х часов. Перестроить GPS-12RG в режим синхронизации по ГНСС. (Синхронизации по ГНСС GPS-12RG выполняется за 7 минут. Записать начало измерений после прогрева и синхронизации. Через 24 часа записать 10 значений относительных отклонений частоты GPS-12RG на выходе 10 МГц или 5 МГц с временем выборки 100 с. Вычислить среднее значение СКДО и СКО результатов измерений.

Записать в протокол относительную погрешность измеренного значения стандарта частоты в режиме синхронизации по ГНСС и доверительный интервал результатов измерений при $P=0,95$, равный $2,2 \cdot \text{СКО}$. Если результаты измерений выходят за пределы допуска по РЭ и описанию типа, то провести после указанной суточной синхронизации, измерения в режиме синхронизации по ГНСС на интервале 4-х суток и определить погрешности изме-

ренного значения стандарта частоты в режиме синхронизации как среднее значение относительного отклонения измеренного значения стандарта частоты за каждые сутки, а также вычислить СКО за сутки. Записать эти показания в протокол. При 4-х измерениях при доверительной вероятности $P=0,95$ доверительный интервал равен $3 \cdot \text{СКО}$.

Результаты определения относительной погрешности измеренного значения стандарта частоты считать положительными, если полученные значения средней относительной разности частот выходного сигнала 10 (5) МГц GPS-12RG и стандарта частоты Ч1–76А через 24 часа находятся в пределах $\pm 2 \cdot 10^{-11}$.

При поверке в режиме синхронизации достаточно определять относительную погрешность измеренного значения стандарта частоты через 24 часа при времени измерения 100 с и числе измерений не менее 4-х, так как при нахождении в допуске относительной погрешности измеренного значения стандарта частоты через сутки, конструкция и принцип работы GPS-12RG обеспечивает нахождение в допуске относительной погрешности по частоте за прочие интервалы (что подтверждено при испытаниях):

через 1 час	$\pm 7 \cdot 10^{-10}$;
через 6 часов	$\pm 1 \cdot 10^{-10}$;
через 12 часов	$\pm 3 \cdot 10^{-11}$;
через 24 часа	$\pm 2 \cdot 10^{-11}$.

Примечание. При отключении синхронизации по ГНСС и после отключения GPS-12RG от сети 220 В, при отсутствии Опции 78 с аккумуляторами, засинхронизированное значение частоты не сохраняется.

Определение среднего квадратического относительного двухвыборочного отклонения измеренного значения стандарта частоты (СКДО) среднее квадратического относительного отклонения частоты (СКО) измеренного значения стандарта частоты 10 (5) МГц GPS-12RG за время измерения $t = 1 \text{ с}, 10 \text{ с}, 100 \text{ с}, 1 \text{ сутки}$ проводят при подключении приборов согласно схеме, приведенной на рисунке 4, и определяют СКДО по формуле:

$$\sigma = \sqrt{\frac{1}{2(N-1)} \sum_{i=1}^{N-1} \left[\frac{\Delta f_{i+1}}{f_0} - \frac{\Delta f_i}{f_0} \right]^2},$$

где $N \geq 30$ для интервала измерения $\tau = 1 \text{ с}, 10 \text{ с}$, и $N \geq 10$ для $t = 100 \text{ с}; 1 \text{ сут}$;

$$\frac{\Delta f_i}{f_0} = \frac{T_{i+1} - T_i}{M \cdot t}$$

– относительная средняя разность частот за i -ое измерение;

T_{i+1}, T_i – результаты измерения значений фаз сигналов 10 МГц (5 МГц) в конце и в начале i -го интервала измерения в секундах;

M – коэффициент умножения блока компараторов фазовых, для Ч7–48 равный 10^4 .

Проверку среднего квадратического относительного отклонения измеренного значения стандарта частоты (СКО) 10 (5) МГц GPS-12RG за время измерения $\tau = 1 \text{ с}, 10 \text{ с}, 100 \text{ с}, 1 \text{ сутки}$ проводят при подключении приборов согласно схеме, приведенной на рисунке 4, и определяют по формуле:

$$\sigma = \sqrt{\frac{1}{(N-1)} \sum_{i=1}^N \left[\frac{\Delta f_{i+1}}{f_0} - \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N \left(\frac{\Delta f_i}{f_0} \right) \right]^2},$$

где $N \geq 30$ для интервала измерения $\tau = 1$ с, 10 с, и $N \geq 10$ для $\tau = 100$ с; 1 час, 1 сут;

$$\frac{\Delta f_i}{f_0} = \frac{T_{i+1} - T_i}{M\tau}$$

– относительная средняя разность частот за i -ое измерение;

T_{i+1} , T_i – результаты измерения значений фаз сигналов 10 МГц (5 МГц) в конце и в начале i -го интервала измерения в секундах;

M – коэффициент умножения блока компараторов фазовых, для Ч7–48 равный 10^4 .

Измерить в режиме синхронизации по ГНСС СКДО и СКО за 1 с; 10 с; 100 с.

Результаты поверки считать положительными, если полученные значения среднего квадратического относительного двухвыборочного отклонения и среднего квадратического относительного отклонения (СКДО и СКО) измеренного значения стандарта частоты 10 (5) МГц не превышают:

$$\begin{aligned} \text{за время измерения 1 с} & \quad 5 \cdot 10^{-11}; \\ \text{за время измерения 10 с} & \quad 1,7 \cdot 10^{-11}; \\ \text{за время измерения 100 с} & \quad 5 \cdot 10^{-12}; \end{aligned}$$

При нахождении в допуске СКДО и СКО измеренного значения стандарта частоты 10 (5) МГц GPS-12RG за время измерения $\tau = 1$ с, 10 с, 100 с и нахождении в допуске относительной погрешности измеренного значения стандарта частоты через 24 часа конструкция, принцип работы GPS-12RG обеспечивают нахождение в допуске СКДО и СКО сигнала 10 (5) МГц за сутки $3 \cdot 10^{-12}$, что подтверждено результатами испытаний.

8 ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ

8.1 Результаты измерений, полученные в процессе поверки, заносят в протокол рекомендуемой формы.

8.2 При положительных результатах поверки выдается свидетельство о поверке в соответствии с приказом Министерства промышленности и торговли Российской Федерации №1815 от 02.07.2015.

8.3 При отрицательных результатах поверки, выявленных при внешнем осмотре, опробовании, или выполнении операций поверки, выдается извещение о непригодности в соответствии с приказом Министерства промышленности и торговли Российской Федерации №1815 от 02.07.2015.

Рекомендуемая форма протокола поверки приведена в приложении А.

Главный специалист лаборатории № 441



С.А. Ковалевский

Нестабильность измеренного значения стандарта частоты (СКДО/СКО) за 1 с		
Нестабильность измеренного значения стандарта частоты (СКДО/СКО) за 10 с		
Нестабильность измеренного значения стандарта частоты (СКДО/СКО) за 100 с		
Нестабильность измеренного значения стандарта частоты (СКДО/СКО) за сутки		
Среднее относительное изменение измеренного значения стандарта частоты в режиме удержания за 1 сутки		
Средняя относительная погрешность измеренного значения стандарта частоты за 1 год		
Относительная погрешность измеренного значения стандарта частоты через 24 ч синхронизации		
Относительная погрешность измеренного значения стандарта частоты при выпуске из поверки (на момент выпуска из поверки)		
При отключении синхронизации по ГНСС и после выключении GPS-12RG засинхронизированная частота не сохраняется. Относительная погрешность измеренного значения стандарта частоты определяется режимом удержания.		
Доверительные интервалы при доверительной вероятности $P=0,95$ обусловлены нестабильностью поверяемого прибора.		
Заключение: Средство измерений пригодно к применению и соответствует рабочему эталону по государственной поверочной схеме ГОСТ 8.129-2013.		

Начальник лаборатории №

Поверитель
