



ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ РЕГУЛИРОВАНИЮ И МЕТРОЛОГИИ

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

УТВЕРЖДАЮ

Заместитель генерального директора
ФБУ «Ростест-Москва»



А.Д. Меньшиков

М.п.

«27» июля 2020 г.

Государственная система обеспечения единства измерений

СТАНДАРТ ЧАСТОТЫ И ВРЕМЕНИ 74

Методика поверки

РТ-МП-7164-441-2020

г. Москва
2020 г.

1 Введение

Настоящая методика устанавливает методы и средства первичной и периодической поверок стандарта частоты и времени 74 зав. №9012011. Интервал между поверками – 12 месяцев.

Перед проведением поверки необходимо ознакомиться с указаниями, изложенными в техническом описании и инструкции по эксплуатации на поверяемый прибор.

2 Операции поверки

2.1 При проведении поверки выполняют операции, указанные в таблице 1.

Таблица 1 – Операции поверки

Наименование операции	Номер пункта документа по поверке	Проведение операции при	
		первичной поверке	периодической поверке
1	2	3	4
Внешний осмотр	7.1	Да	Да
Опробование	7.2	Да	Да
Определение метрологических характеристик			
Определение номинального значения частоты выходного импульсного сигнала 1 Гц	7.3	Да	Нет
Определение номинальных значений частоты выходных синусоидальных сигналов 5 МГц, 1 МГц, 100 кГц	7.4	Да	Нет
Определение характеристик импульсных сигналов 1 Гц на выходах основной и вспомогательной шкал времени: - полярность - амплитуда на нагрузке 50 Ом, В, не менее - длительность импульсов, мкс - длительность фронта, нс	7.5	Да	Нет
Определение среднеквадратического значения напряжения выходных сигналов 5 МГц, 1 МГц, 100 кГц на нагрузке 50 Ом	7.6	Да	Да

Продолжение таблицы 1

1	2	3	4
Определение относительной погрешности по частоте при поступлении в поверку	7.7	Да	Да
Определение среднесуточного относительного изменения частоты	7.8	Да	Да
Определение нестабильности частоты выходных синусоидальных сигналов, 1 и 5 МГц (среднеквадратического относительного отклонения): - при интервале времени измерения 1 с - при интервале времени измерения 10 с - при интервале времени измерения 1 сут	7.9	Да	Да
Определение относительной погрешности по частоте после поверки	7.10	Да	Да
Определение абсолютной погрешности синхронизации формируемой шкалы времени относительно внешнего источника импульсного сигнала 1 Гц	7.11	Да	Нет
Примечание: Поверку допускается прекращать при получении отрицательного результата любой отдельной операции.			

3 Средства поверки

3.1 При проведении поверки стандарта частоты и времени 74 применяют средства поверки, указанные в таблице 2.

Таблица 2 – Перечень основных и вспомогательных средств поверки

Номер пункта документа по поверке	Наименование и тип (условное обозначение) основного или вспомогательного средства поверки; обозначение нормативного документа, регламентирующего технические требования, и (или) метрологические и основные технические характеристики средства поверки		
	Наименование и тип средства поверки	Диапазон	Класс, разряд, погрешность
1	2	3	4
п. 7.3, п.7.11	Стандарт частоты и времени водородный Ч1-76А	5 МГц, 1 Гц	Пределы допускаемой погрешности по частоте $\pm 1 \cdot 10^{-13}$
	Частотомер универсальный CNT-90 с внешней опорной частотой от Ч1-76А	от 0,5 нс до 1 с	1 с $\pm 0,6$ нс; 1 час $\pm 1,0$ нс; 1 сутки $\pm 9,0$ нс СКО 0,036 нс
п.7.4	Осциллограф цифровой GDS-7220E	-	$\pm 0,096$ В
	Стандарт частоты и времени водородный Ч1-76А	5 МГц, 1 Гц	Пределы допускаемой погрешности по частоте $\pm 1 \cdot 10^{-13}$

Продолжение таблицы 2

1	2	3	4
п.7.4	Осциллограф цифровой GDS-7220E	-	±0,096 В
	Стандарт частоты и времени водородный Ч1-76А	5 МГц, 1 Гц	Пределы допускаемой погрешности по частоте ±1·10 ⁻¹³
	Частотомер универсальный CNT-90 с внешней опорной частотой от Ч1-76А	от 0,5 нс до 1 с	1 с ±0,6 нс; 1 час ±1,0 нс; 1 сутки ±9,0 нс СКО 0,036 нс
п.7.5, п.7.6	Осциллограф цифровой GDS-7220E	-	±0,096 В
п.7.7-7.10	Стандарт частоты и времени водородный Ч1-76А	5 МГц, 1 Гц	Пределы допускаемой погрешности по частоте ±1·10 ⁻¹³
	Блок компараторов фазовых Ч7-48	5, 10 МГц	(СКО, СКДО) 1 с 2·10 ⁻¹³ 10 с 4·10 ⁻¹⁴ 100 с 5·10 ⁻¹⁵ 1 ч 6·10 ⁻¹⁶
	Частотомер универсальный CNT-90 с внешней опорной частотой от Ч1-76А	от 0,5 нс до 1 с	1 с ±0,6 нс; 1 час ±1,0 нс; 1 сутки ±9,0 нс СКО 0,036 нс
	Гигрометр Rotronic, модификации HL-1D	температура от -20 до +70 °С относительная влажность от 0 до 100 %	±0,3 °С ± 3 %

3.2 Вместо указанных в таблице средств поверки разрешается применять другие аналогичные меры и измерительные приборы, обеспечивающие измерения соответствующих параметров с требуемой погрешностью соотношения эталонной и поверяемой погрешности 1/3.

3.3 Применяемые средства поверки должны быть исправны и поверены, государственный рабочий эталон времени и частоты 2-го разряда аттестован.

4 Требования безопасности

При проведении поверки необходимо соблюдать «Правила технической эксплуатации электроустановок потребителей», «Правила техники безопасности при эксплуатации электроустановок потребителей» и правила охраны труда.

К проведению поверки допускаются лица, прошедшие инструктаж по технике безопасности на рабочем месте, освоившие работу с стандартом частоты и времени 74 и применяемыми средствами поверки, изучившие настоящую методику.

На рабочем месте должны быть приняты меры по обеспечению защиты от воздействия статического электричества.

Работать с СЧВ-74 необходимо при отсутствии резких изменений температуры окружающей среды. Для исключения сбоев в работе, измерения необходимо производить при отсутствии резких перепадов напряжения питания сети, вызываемых включением и

- напряжение питающей сети, В 220;
- частоты питающей сети, Гц $50 \pm 0,5$.

6 Подготовка к поверке

Подготовку стандарта частоты и времени 74 и средств поверки, перечисленных 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.

7 Проведение поверки

7.1 Внешний осмотр

При проведении внешнего осмотра установить соответствие СЧВ-74 следующим требованиям:

- наличие маркировки, подтверждающей тип и заводской номер;
- наружная поверхность не должна иметь следов механических повреждений, которые могут влиять на работу прибора и его органов управления;
- разъемы должны быть чистыми;
- соединительные провода должны быть исправными;

Результаты выполнения операции считать положительными, если перечисленные требования выполняются.

Прибор, имеющий дефект, бракуется и направляются в ремонт.

7.2 Опробование

Подготовить СЧВ-74 к работе в соответствии с техническим описанием.

Опробование СЧВ-74 для оценки его исправности проводят в соответствии с техническим описанием.

Результаты опробования считать положительными, если после 2-х часов прогрева прибора значение 2-й гармоники не менее 15 делений и выполняются требования п. 7.3.

7.3 Определение номинального значения частоты выходного импульсного сигнала

1 Гц

Для определения периода импульса сигнала на выходе 1 Гц подключить приборы согласно схеме, приведенной на рисунке 3 и установить в частотомере универсальном CNT-90 с внешней опорной частотой режим измерения периода, открытый вход, порог срабатывания для входного сигнала 0,7 В положительной полярности, сопротивление входа 50 Ом. Провести измерение периода сигнала СЧВ-74 на выходе «S».

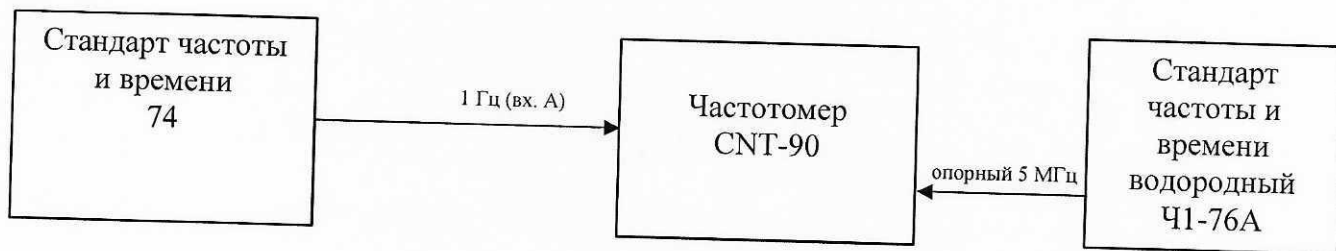


Рисунок 1 - Определение периода импульсного сигнала 1 Гц

Подключить приборы согласно схеме, приведенной на рисунке 2 и измерить период импульсного сигнала.

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

Подключить приборы согласно рисунку 1 и измерить амплитуду, фронт и длительность импульса.

Результаты первичной поверки по данной операции считать положительными, если измеренное значение амплитуды импульсов не менее 2,5 В; фронт импульса 1 Гц на выходе «S» и «S задержанное» не более 0,03 мкс на нагрузке (50 ± 2) Ом.

7.4 Определение номинальных значений частоты выходных синусоидальных сигналов 5 МГц, 1 МГц, 100 кГц

Подключить приборы, согласно схеме на рисунке 2.

Установить в частотомере универсальном CNT-90 с внешней опорной частотой режим измерения частоты, открытый вход, порог срабатывания для входного сигнала 0,7 В положительной полярности, сопротивление входа 50 Ом. Провести измерения частоты сигналов (5; 1; 0,1) МГц для каждого из выходов прибора.



Рисунок 2 - Определение значений частот выходных синусоидальных сигналов 5 МГц, 1 МГц, 0,1 МГц

Результаты поверки считать положительными, если измеренное значение частоты соответствует номинальному с абсолютной погрешностью ± 1 Гц для сигнала с частотой (5; 1; 0,1) МГц.

7.5 Определение характеристик импульсных сигналов 1 Гц на выходах основной и вспомогательной шкал времени

Подключить приборы, согласно схеме на рисунке 3.

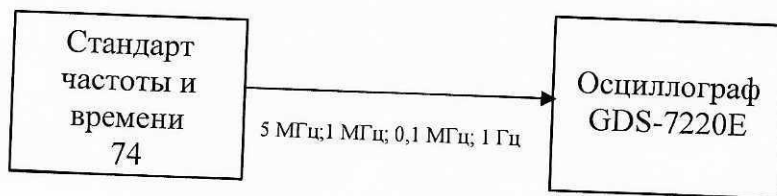


Рисунок 3 - Схема измерений частот выходных импульсных сигналов

Результаты поверки по данной операции считать положительными, если полученные значения длительности импульса в пределах от 0,05 до 999999,9 мкс.

7.6 Определение среднеквадратического значения напряжения выходных сигналов 5 МГц, 1 МГц, 100 кГц на нагрузке 50 Ом

Подключить приборы согласно схеме, приведенной на рисунке 3.

Измерить напряжения на выходах 5 МГц, 1 МГц 0,1 МГц СЧВ-74 прибора цифровым осциллографом GDS-7220E на нагрузке 50 ± 2 Ом

Результаты поверки по данной операции считать положительными, если полученные значения напряжения выходных сигналов прибора находятся в пределах $(1 \pm 0,2)$ В.

7.7 Определение относительной погрешности по частоте при поступлении в поверку

Подключить приборы согласно схеме, приведенной на рисунке 4.

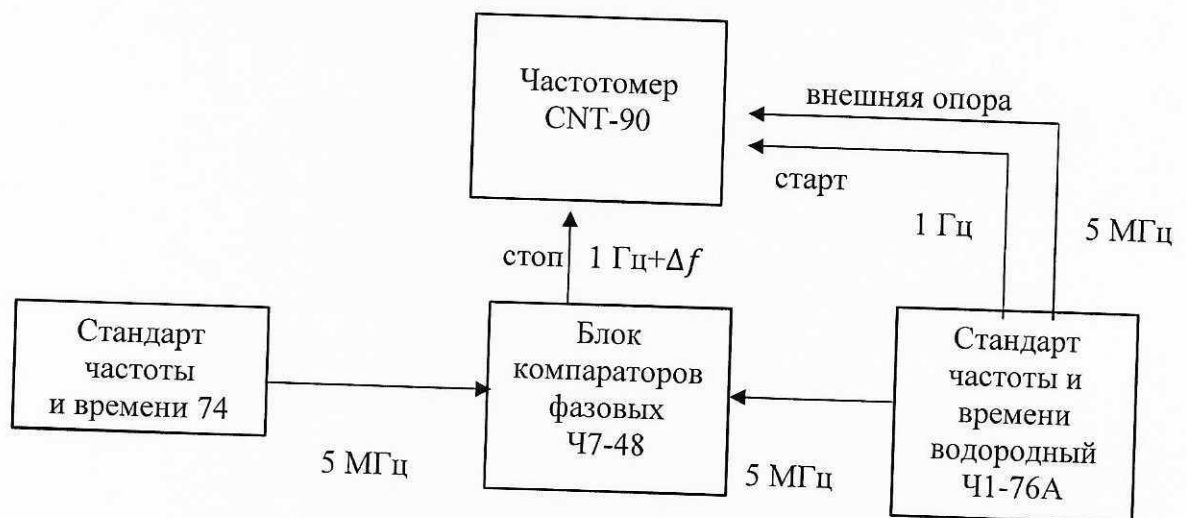


Рисунок 4 – Схема измерений значений относительной разности частот

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 фазового Ч7-48 подать сигналы 5 МГц от поверяемого прибора и 5 МГц от стандарта частоты Ч1-76А. Выход компаратора «1 Гц + Δf» подключить к входу «Стоп» частотомера универсального CNT-90, выход «1 Гц» стандарта частоты Ч1-76А к входу «Старт» частотомера универсального CNT-90.

Перед определением основных метрологических характеристик - погрешностей и нестабильностей измеренного значения стандарта частоты после прогрева не менее 2 часов измерить относительную погрешность по частоте при поступлении в поверку (при времени измерения 100 с, числе измерений не менее 4) и записать в протокол полученное значение с указанием значения потенциометра «поле С».

Если полученное значение относительной погрешности по частоте выходит за пределы допуска согласно ТО /описанию типа, то следует произвести вращением ручки «ПОЛЕ С»

корректировку частоты СЧВ-74 в соответствии с ТО и после корректировки провести измерения относительной погрешности по частоте выходного сигнала 5 МГц с временем измерения 100 с, числе измерений не менее 4. Результаты измерений записать в протокол с указанием значения потенциометра «поле С».

Результаты поверки считать удовлетворительными, если погрешность по частоте не более $\pm 2 \cdot 10^{-11}$.

7.8 Определение среднесуточного относительного изменения частоты

Подключить приборы согласно схеме, приведенной на рисунке 4.

По результатам измерений среднего значения относительной разности частот прибора и стандарта частоты и времени Ч1-76А за каждый день вычислить среднее относительное изменение частоты за сутки по формуле (1):

$$\nu_{\text{сут}} = \frac{6}{n(n-1)} \sum_{i=1}^n \left(1 - \frac{2i}{n+1}\right) \frac{\Delta f_i}{f}, \quad (1)$$

где:

$\nu_{\text{сут}}$ – среднее (систематическое) относительное изменение частоты за интервал времени выборки 1 сутки;

$\frac{\Delta f_i}{f}$ – i -ое относительное отклонение частоты прибора относительно ГРЭВЧ за интервал времени выборки 1 сутки;

n – количество измерений не менее 4.

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

где $\nu_{\text{сут}}$ – 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;

Вычислить $\text{СКО}_{\text{за сутки}}$ по формуле (1).

Доверительный интервал при $P=0,95$ определения среднего относительного изменения измеренного значения стандарта частоты за сутки определить как $t_{\text{Стьюдента}} \cdot \text{СКО}_{\text{за сутки}}$.

Результаты поверки по данной операции считать положительными, если полученное значение относительного изменения частоты выходного сигнала 5 МГц за 1 сут находится в пределах $\pm 2,7 \cdot 10^{-12}$.

7.9 Определение нестабильности частоты выходных синусоидальных сигналов, 1 и 5 МГц (среднеквадратического относительного отклонения) при интервале времени измерения 1 с, 10 с, 100 с, 1 сут.

Подключить приборы согласно схеме, приведенной на рисунке 4.

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 фазового Ч7-48 подать сигналы 5 МГц от поверяемого прибора и 5 МГц от стандарта частоты Ч1-76А. Выход компаратора «1 Гц+Δf» подключить к входу "Стоп" частотомера универсального СNT-90, выход "1 Гц" стандарта частоты Ч1-76А к входу «Старт» частотомера универсального СNT-90.

Среднеквадратическое относительное отклонение частоты (СКО) сигнала за 5 МГц за время измерения $\tau = 1 \text{ с}, 10 \text{ с}$ и 1 сут определить по формуле (2):

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

где $N \geq 30$ для интервала измерения $\tau=1 \text{ с}$, $N \geq 20$ для интервала измерения 10 с, 1 сут;

$\frac{\Delta f_i}{f_0} = \frac{T_{i+1} - T_i}{M\tau}$ – относительная разность частот 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 Ч7-48, равный 10^4 .

Доверительный интервал при доверительной вероятности определения СКО за 1 с; 10 с; 1 сут определить как $t_{\text{Стьюдента}} \cdot \text{СКО СВ}$. Где СКО СВ – СКО опорного стандарта частоты и времени водородного соответственно за 1 с; 10 с; 1 сут.

Результаты поверки по данной операции считать положительными, если полученные значения среднеквадратического относительного отклонения частоты (СКО) стандарта частоты и времени находятся в допуске в соответствии с Техническим описанием/описанию типа стандарта частоты (и времени).

7.10 Определение относительной погрешности по частоте после поверки

Относительную погрешность по частоте выходного сигнала 10 (5) МГц определяют по результатам измерений среднего значения относительной разности частот прибора и стандарта частоты и времени Ч1-76А как среднее значение за последние сутки измерений.

Результаты проверки считают удовлетворительными, если полученное значение средней относительной погрешности по частоте выходного сигнала 10 (5) МГц не превышает $\pm 2,0 \cdot 10^{-11}$. Если полученное значение относительной погрешности по частоте выходит за пределы $\pm 2,0 \cdot 10^{-11}$, то следует произвести корректировку частоты стандарта и провести измерения относительной погрешности по частоте выходного сигнала 10 (5) МГц с временем измерения 100 с, числе измерений 10. Полученное в результате корректировки и измерения значение средней относительной погрешности по частоте записывает в протокол

7.11 Определение погрешности синхронизации, выдаваемых прибором интервалов времени импульсами 1 Гц внешнего источника интервалов времени

Подключить приборы согласно схеме, приведенной на рисунке 5.



Рисунок 5 – Определение погрешности синхронизации выдаваемых прибором интервалов времени импульсами 1 Гц внешнего источника интервалов времени

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

Выполнить синхронизацию шкалы времени СЧВ-74 импульсами шкалы времени внешнего хранителя подав на вход «синхронизация» сигнал 1 Гц от Ч1-76А в течение 10 с. Определите погрешность синхронизации. В случае если синхронизация не выполнялась – повторить. Погрешность синхронизации не должна быть более $\pm 0,1$ мкс с учетом задержек в кабелях подачи и измерения сигналов 1 Гц.

8 Оформление результатов поверки

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

8.2 При положительных результатах поверки выдается свидетельство о поверке согласно действующим правовым нормативным документам. Знак поверки наносится на свидетельство о поверке.

8.3 При отрицательных результатах поверки, выявленных при внешнем осмотре, опробовании или выполнении операций поверки, выдается извещение о непригодности с указанием причин.

И. о. начальника лаборатории № 441
ФБУ «Ростест-Москва»

Инженер по метрологии II категории
лаборатории № 441
ФБУ «Ростест-Москва»

С. Н. Гольшак

С.А. Дружинин