

**СОГЛАСОВАНО**

Первый заместитель генерального  
директора – заместитель по научной  
работе ФГУП «ВНИИФТРИ»



А.Н. Щипунов



09

2021 г.

**Государственная система обеспечения единства измерений**

**Стандарты частоты и времени рубидиевые  
Ч1-92**

**Методика поверки**

**651-21-044 МП**

**р.п. Менделеево  
2021 г.**

## Содержание

1	ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ .....	3
2	ПЕРЕЧЕНЬ ОПЕРАЦИЙ ПОВЕРКИ.....	3
3	ТРЕБОВАНИЯ К УСЛОВИЯМ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ.....	3
4	ТРЕБОВАНИЯ К СПЕЦИАЛИСТАМ, ОСУЩЕСТВЛЯЮЩИМ ПОВЕРКУ .....	3
5	МЕТРОЛОГИЧЕСКИЕ И ТЕХНИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ К СРЕДСТВАМ ПОВЕРКИ....	4
6	ТРЕБОВАНИЯ (УСЛОВИЯ) ПО ОБЕСПЕЧЕНИЮ БЕЗОПАСНОСТИ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ .....	5
7	ВНЕШНИЙ ОСМОТР СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ .....	5
8	ПОДГОТОВКА К ПОВЕРКЕ И ОПРОБОВАНИЕ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ .....	6
9	ОПРЕДЕЛЕНИЕ МЕТРОЛОГИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ ..	6
10	ПОДТВЕРЖДЕНИЕ СООТВЕТСТВИЯ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ МЕТРОЛОГИЧЕСКИМ ТРЕБОВАНИЯМ.....	9
11	ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ .....	9

## 1 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

1.1 Настоящая методика устанавливает методы и средства первичной и периодической поверок стандартов частоты и времени рубидиевых Ч1-92 (далее – Ч1-92), изготавливаемых Федеральным государственным унитарным предприятием «Всероссийский научно-исследовательский институт физико-технических и радиотехнических измерений» (ФГУП «ВНИИФТРИ»), М.О. г. Солнечногорск, р.п. Менделеево, при выпуске, в эксплуатации, а также после хранения и ремонта.

1.2 При проведении поверки Ч1-92 должны приметаться эталоны, обеспечивающие прослеживаемость к государственному первичному эталону единиц времени, частоты и национальной шкалы времени ГЭТ 1 в соответствии с государственной поверочной схемой для средств измерения времени и частоты.

1.3 Интервал между поверками 1 (один) год.

## 2 ПЕРЕЧЕНЬ ОПЕРАЦИЙ ПОВЕРКИ

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

Таблица 1 – Операции поверки

Наименование операции	Пункт методики поверки	Проведение операции при	
		первичной поверке	периодической поверке
1 Внешний осмотр средства измерений	7	да	да
2 Подготовка к поверке и опробование средства измерений	8	да	да
3 Определение относительной погрешности по частоте	9.1	да	да
4 Определение среднего квадратического относительного двухвыборочного отклонения частоты	9.2	да	да
5 Определение абсолютной погрешности внешней синхронизации импульсного сигнала 1 Гц	9.3	да	да

2.2 Не допускается проведение поверки меньшего числа измеряемых величин.

2.3 При получении отрицательных результатов поверки по любому пункту таблицы 1 Ч1-92 бракуются.

## 3 ТРЕБОВАНИЯ К УСЛОВИЯМ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ

При проведении поверки должны соблюдаться следующие условия:

- температура окружающего воздуха от 15 до 25 °С;
- относительная влажность окружающего воздуха, не более 85 %;
- атмосферное давление от 70 до 106 кПа;
- напряжение сети питания переменного тока от 198 до 242 В;
- частота сети питания переменного тока от 49,5 до 50,5 Гц.

## 4 ТРЕБОВАНИЯ К СПЕЦИАЛИСТАМ, ОСУЩЕСТВЛЯЮЩИМ ПОВЕРКУ

4.1 К проведению поверки допускаются лица с высшим или средним техническим образованием, имеющие квалификацию поверителя в области радиочастотных измерений, изучившие эксплуатационные документы поверяемых Ч1-92 и применяемых средств поверки,

имеющие навык работы на персональном компьютере, квалификационную группу по электробезопасности не ниже третьей с правом работы с электроустановками напряжением до 1000 В.

## 5 МЕТРОЛОГИЧЕСКИЕ И ТЕХНИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ К СРЕДСТВАМ ПОВЕРКИ

5.1 При проведении поверки применяют средства поверки, указанные в таблице 2.

Таблица 2 – Средства поверки

Наименование средств поверки	Требуемые метрологические и технические характеристики средств поверки		Рекомендуемое средство поверки (тип)	Номер пункта методики поверки
	диапазон измерений	погрешность		
Осциллограф цифровой	Полоса пропускания 300 МГц	Пределы допускаемой относительной погрешности коэффициента отклонения $\pm 1,5\%$	DPO3032A	8
Стандарт частоты и времени водородный	Номинальные значения частот: 1 Гц; 5 МГц	Пределы допускаемой относительной погрешности по частоте $\pm 1,5 \cdot 10^{-12}$ ; Предел допускаемого среднего квадратического относительного двухвыборочного отклонения частоты выходного сигнала 5 МГц: $\tau_{\text{ИЗМ}} = 1 \text{ с} - 1,5 \cdot 10^{-12}$ ; $\tau_{\text{ИЗМ}} = 10 \text{ с} - 5,0 \cdot 10^{-13}$ ; $\tau_{\text{ИЗМ}} = 100 \text{ с} - 2,0 \cdot 10^{-13}$ .	Ч1-76А	9.1, 9.2, 9.3
Компаратор частотный	Номинальные значения частоты входных сигналов: 5, 10 и 100 МГц	Нестабильность частоты, вносимая прибором при коэффициенте умножения $1 \cdot 10^6$ , нулевой разности частот входных сигналов в полосе пропускания 3 Гц (среднее квадратическое относительное случайное двухвыборочное отклонение результатов измерений частоты) для двухканального режима, не более: $\tau_{\text{ИЗМ}} = 1 \text{ с} - 7,0 \cdot 10^{-14}$ ; $\tau_{\text{ИЗМ}} = 10 \text{ с} - 1,0 \cdot 10^{-14}$ ; $\tau_{\text{ИЗМ}} = 100 \text{ с} - 2,0 \cdot 10^{-15}$ .	VCH-308A	9.1, 9.2

Продолжение таблицы 2

Наименование средств поверки	Требуемые метрологические и технические характеристики средств поверки		Рекомендуемое средство поверки (тип)	Номер пункта методики поверки
	диапазон измерений	погрешность		
Частотомер универсальный CNT-90	Диапазон измеряемых интервалов времени от 5 нс до 10 <sup>6</sup> с	Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений интервалов времени ±0,62 нс (для интервалов времени не более 100 мкс)	CNT-90	9.3
ПЭВМ	ОС Windows XP, 7, 10, ОЗУ – не ниже 128 Мбайт, интерфейс RS-232	–	Вспомогательное средство	9.1

5.2 Допускается использование других средств поверки, обеспечивающих определение метрологических характеристик поверяемых Ч1-92 с требуемой точностью.

5.3 Применяемые средства измерений должны быть утвержденного типа, исправны и иметь действующие свидетельства о поверке.

## 6 ТРЕБОВАНИЯ (УСЛОВИЯ) ПО ОБЕСПЕЧЕНИЮ БЕЗОПАСНОСТИ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ

При проведении поверки должны быть соблюдены требования безопасности, регламентированные в ГОСТ 12.2.091-2012.

## 7 ВНЕШНИЙ ОСМОТР СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

7.1 При проведении внешнего осмотра Ч1-92 выполняются следующие операции:  
 - проверка соответствия внешнего вида средства измерений, по контролю соблюдения требований по защите средства измерений от несанкционированного вмешательства, согласно описанию типа средства измерений;

- проверка правильности маркировки, четкости нанесения обозначений;

- проверка серийного номера Ч1-92;

- проверка отсутствия механических повреждений, загрязнений, качество разъемных соединений, а также отсутствие обрывов и нарушения изоляции проводников, кабелей и жгутов, влияющих на функционирование Ч1-92;

- проверка видимых дефектов, способных оказать влияние на безопасность проведения испытаний или результаты испытаний.

7.2 В случае, если выявлены дефекты и нет возможности устранить их до проведения поверки, Ч1-92 бракуют.

## 8 ПОДГОТОВКА К ПОВЕРКЕ И ОПРОБОВАНИЕ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

8.1 Подготовить Ч1-92 к работе в соответствии с руководством по его эксплуатации (далее - РЭ), средства поверки – в соответствии с их эксплуатационной документацией.

8.2 Перед поверкой Ч1-92 убедиться, что условия эксплуатации соответствуют указанным в РЭ.

8.3 Перед проведением операций поверки необходимо:

- проверить комплектность рекомендованных (или аналогичных им) средств поверки;
- заземлить (если это необходимо) на общую точку заземления средства измерений и включить питание заблаговременно перед очередной операцией поверки (в соответствии со временем установления рабочего режима, указанным в эксплуатационной документации).

8.4 Опробование

8.4.1 Опробование проводить в соответствии с разделом 6 «Порядок работы» руководства по эксплуатации.

8.4.2 Включить и прогреть осциллограф цифровой DPO3032A в течении 30 минут.

С помощью осциллографа проверить наличие гармонических сигналов 5, 10 МГц и импульсного сигнала 1 Гц при нагрузке 50 Ом.

8.4.3 Определить среднее квадратическое значения (СКЗ) напряжения выходных сигналов на разьемах 5 и 10 МГц.

8.4.4 Определить параметры импульсного сигнала 1 Гц на нагрузке 50 Ом:

- уровень напряжения импульсного сигнала 1 Гц;

- длительность импульсного сигнала 1 Гц;

- длительность переднего фронта импульсов сигнала 1 Гц.

8.4.5 Результаты испытаний считать положительными, если:

- значения частот соответствуют номинальным значениям:  $(5\ 000 \pm 1)$  кГц и  $(10\ 000 \pm 1)$  кГц при соответствующих поданных частотах;

- значения СКЗ напряжения выходных сигналов 5 и 10 МГц находятся в пределах  $(1,0 \pm 0,2)$  В;

- параметры импульсного сигнала 1 Гц:

- уровень напряжения не менее 2,4 В;

- длительность от 20 до 40 мкс;

- длительность переднего фронта 5 нс.

В противном случае Ч1-92 бракуют.

## 9 ОПРЕДЕЛЕНИЕ МЕТРОЛОГИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

9.1 Определение относительной погрешности по частоте при нормальных условиях эксплуатации

9.1.1 Определение относительной погрешности по частоте Ч1-92 произвести по схеме, представленной на рисунке 1.

Включить стандарт частоты и времени водородный Ч1-76А в соответствии с ЕЭ2.721.655-01РЭ и прогреть в течение 1 суток.

Включить компаратор частотный VCH-308А в соответствии с ЯКУР.411146.011РЭ и прогреть в течение 2 ч.

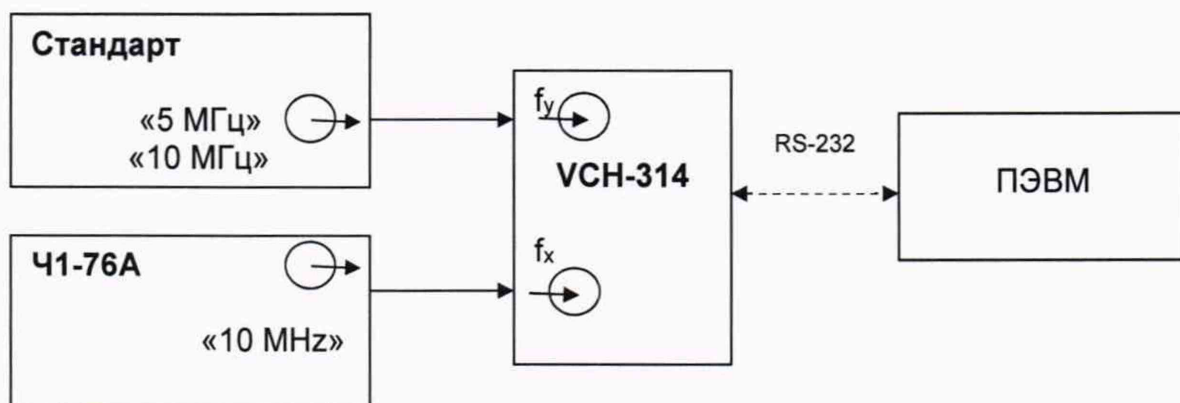


Рисунок 1 – Схема определения относительной погрешности по частоте

9.1.2 Установить в меню «опции» параметры измерения VCH-308A в соответствии с ЯКУР.411146.011РЭ:

- коэффициент умножения  $1 \cdot 10^6$ ;
- полоса частот 10 Гц;
- максимальное время усреднения измерений 100 с;
- число измерений 10;
- входная частота 10 МГц.

9.1.3 Запустить однократный режим измерений относительной разности частот  $\frac{\Delta f_i}{f}$  при интервале времени измерения 100 с. По истечении указанного времени зафиксировать среднюю относительную разность частот  $\bar{\frac{\Delta f}{f}}$  (относительную погрешность по частоте).

9.1.4 В случае, если относительная погрешность по частоте превышает значение  $\pm 1,0 \cdot 10^{-11}$ , произвести настройку частоты Ч1-92 в соответствии с его руководством по эксплуатации. По завершении операции сохранить код смещения частоты в ПЗУ Ч1-92.

9.1.5 Результаты поверки считать положительными, если:

- значение относительной погрешности по частоте при нормальных условиях эксплуатации находится в пределах  $\pm 2,0 \cdot 10^{-10}$ ;
- значение относительной погрешности по частоте после подстройки частоты Ч1-92 находится в пределах  $\pm 1,0 \cdot 10^{-11}$ .

В противном случае Ч1-92 бракуют.

9.2 Определение среднего квадратического относительного двухвыборочного отклонения частоты

Рекомендуется объединять измерения с п. 9.1

9.2.1 Измерения среднего квадратического относительного двухвыборочного отклонения частоты произвести в соответствии со схемой, изображенной на рисунке 1.

Повторить п.п. 9.1.1 – 9.1.3

9.2.2 По истечении  $\approx 17$  минут (1000 с) значения среднего квадратического относительного двухвыборочного отклонения частоты выходного сигнала Ч1-92 при интервалах времени измерения 1 с, 10 с, 100 с определяются компаратором частотным VCH-308 автоматически.

9.2.3 Результаты поверки считать положительными, если значения среднего квадратического относительного двухвыборочного отклонения результатов измерений частоты выходного сигнала 10 МГц не более:

- при интервале времени измерения 1 с .....  $1,4 \cdot 10^{-11}$ ;
- при интервале времени измерения 10 с .....  $5,0 \cdot 10^{-12}$ ;
- при интервале времени измерения 100 с .....  $1,4 \cdot 10^{-12}$ ;

В противном случае Ч1-92 бракуют.

9.3 Определение абсолютной погрешности внешней синхронизации импульсного сигнала 1 Гц

9.3.1 Определение погрешности синхронизации импульсного сигнала 1 Гц произвести с помощью стандарта частоты и времени водородного Ч1-76А и частотомера универсального CNT-90 по схеме, приведенной на рисунке 2.

Подключаемые к частотомеру универсальному CNT-90 кабели должны иметь одинаковую задержку прохождения сигналов в пределах 1 нс (одинаковые по длине и типу кабеля), в противном случае разность задержек в используемых кабелях должна учитываться при конечной обработке результатов измерений.

9.3.2 Собрать схему, приведенную на рисунке 4. На вход «СИНХР» стандарта подать импульсный сигнал 1 Гц от стандарта частоты и времени водородного Ч1-76А. Этот же сигнал подать на вход «А» частотомера универсального CNT-90, работающего в режиме измерений интервалов времени. На вход «В» частотомера подать сигнал с выхода «1 Гц» стандарта.

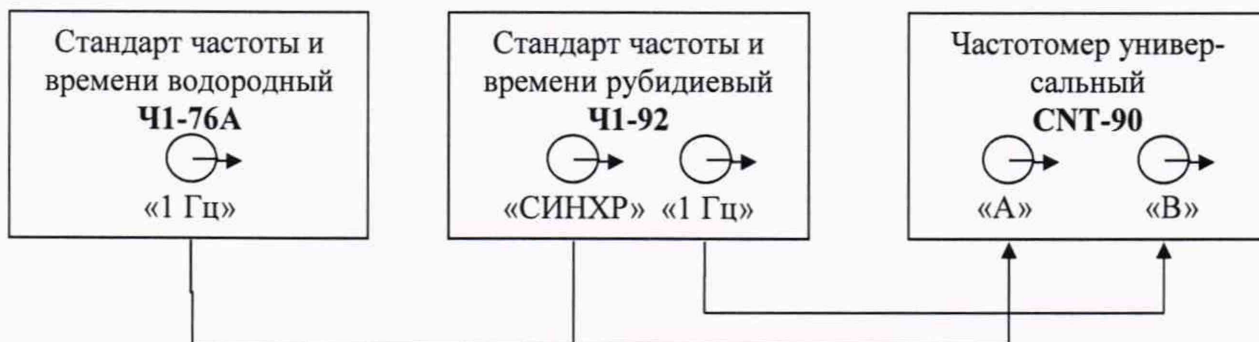


Рисунок 2 – Схема определения абсолютной погрешности внешней синхронизации импульсного сигнала 1 Гц

9.3.3 Настроить входы частотомера универсального CNT-90 в соответствии с параметрами импульсных сигналов 1 Гц:

- импульсный сигнал;
- измерения по переднему фронту;
- входная нагрузка 50 Ом;
- уровень срабатывания по переднему фронту 1 В.

9.3.4 Нажать кнопку «СИНХР» на стандарте. Произвести измерение интервала времени между импульсными сигналами 1 Гц от стандарта и от стандарта частоты и времени водородного Ч1-76А.

9.3.5 Повторить пункт 9.3.4 не менее 10 раз.

9.3.6 Результаты поверки считать положительными, если максимальное по модулю значение погрешности синхронизации импульсного сигнала 1 Гц находятся в пределах  $\pm 100$  нс.

В противном случае Ч1-92 бракуют.



## 10 ПОДТВЕРЖДЕНИЕ СООТВЕТСТВИЯ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ МЕТРОЛОГИЧЕСКИМ ТРЕБОВАНИЯМ

10.1 Стандарты частоты и времени рубидиевые Ч1-92 соответствуют метрологическим требованиям, установленным при утверждении типа, если по результатам поверки установлено следующее:

- Значение относительной погрешности по частоте находится в пределах  $\pm 2,0 \cdot 10^{-10}$ .
- Значения среднего квадратического относительного двухвыборочного отклонения частоты при интервале времени измерений  $\tau_{\text{ИЗМ}}$  не более:

$\tau_{\text{ИЗМ}} = 1 \text{ с}$	$1,4 \cdot 10^{-11}$ ;
$\tau_{\text{ИЗМ}} = 10 \text{ с}$	$5,0 \cdot 10^{-12}$ ;
$\tau_{\text{ИЗМ}} = 100 \text{ с}$	$2,0 \cdot 10^{-12}$ .

- Значение абсолютной погрешности внешней синхронизации импульсного сигнала 1 Гц не более  $\pm 100 \text{ нс}$ .

10.2 В соответствии с Государственной поверочной схемой для средств измерений времени и частоты, утверждённой приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 31 июля 2018 г. № 1621 к рабочим эталонам 3 разряда установлены следующие обязательные требования: пределы допускаемой относительной погрешности по частоте  $\Delta_{of}$  находится в пределах от  $\pm 1,0 \cdot 10^{-11}$  до  $\pm 1,0 \cdot 10^{-9}$ .

10.3 Следовательно, стандарты частоты и времени рубидиевые Ч1-92 соответствуют требованиям, предъявляемым к рабочему эталону 3 разряда, по Государственной поверочной схеме для средств измерений времени и частоты если по результатам их поверки установлено, что значение относительной погрешности по частоте  $\Delta_{of}$  находится в пределах  $\pm 2,0 \cdot 10^{-10}$ .

## 11 ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ

Результаты поверки Ч1-92 подтверждаются сведениями о результатах поверки средств измерений, включенными в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений. По заявлению владельца Ч1-92 или лица, представившего его на поверку, на средство измерений наносится знак поверки, и (или) выдается свидетельство о поверке Ч1-92, и (или) в формуляр средства измерений вносится запись о проведенной поверке, заверяемая подписью поверителя и знаком поверки, с указанием даты поверки, или выдается извещение о непригодности к применению средства измерений.

Рекомендуемая форма протокола приведена в приложении А.

И.о. начальника отделения ГМЦ ГСВЧ  
ФГУП «ВНИИФТРИ»

В.Н. Федотов

Начальник отдела № 71 –  
ученый хранитель ГЭТ 1-2018  
ФГУП «ВНИИФТРИ»

И.Б. Норец

Инженер I категории лаборатории № 714  
ФГУП «ВНИИФТРИ»

С.А. Семенов

Протокол поверки № \_\_\_\_\_ на \_\_\_\_\_ листах.

стр. 1

Протокол поверки № \_\_\_\_\_

**Наименование и адрес лаборатории.**

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

**Место осуществления лабораторией деятельности.**

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

**Наименование, адрес клиента.**

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

**Идентификация использованного метода.**

ГСИ. Стандарты частоты и времени рубидиевые Ч1-92. Методика поверки. 651-21-044 МП.

**Описание, однозначная идентификация, и, при необходимости, состояние средства измерений.**

Стандарт частоты и времени рубидиевые Ч1-92, заводской № \_\_\_\_\_, \_\_\_\_\_ г.в.

Номер в госреестре: \_\_\_\_\_.

**Дата получения средства измерений.**

\_\_\_\_\_.

**Дата (даты) работ по поверке.**

\_\_\_\_\_.

**Средства поверки.**

—

—

—

**Условия поверки.**

Температура окружающего воздуха, °С

от \_\_\_\_\_ до \_\_\_\_\_;

Относительная влажность, %

от \_\_\_\_\_ до \_\_\_\_\_;

Атмосферное давление, кПа

от \_\_\_\_\_ до \_\_\_\_\_;

Напряжение сети, В

от \_\_\_\_\_ до \_\_\_\_\_;

Частота промышленной сети, Гц

от \_\_\_\_\_ до \_\_\_\_\_.

**Результаты операций поверки.**

1 Внешний осмотр средства измерений:

---



---

2 Опробование:

---



---

**Определение метрологических характеристик.**

3 Определение относительной погрешности по частоте.

Относительная погрешность по частоте при нормальных условиях эксплуатации при поступлении в поверку составила \_\_\_\_\_ при допустимых значениях  $\pm 2,0 \cdot 10^{-10}$ .

Произведена подстройка частоты опорного генератора (подстройка частоты опорного генератора не требуется). Относительная погрешность по частоте при выпуске из поверки составила \_\_\_\_\_ при допустимых значениях  $\pm 1,0 \cdot 10^{-11}$ .

4 Определение среднего квадратического относительного двухвыборочного отклонения (СКДО) частоты.

Таблица 1. СКДО результатов измерений частоты

Интервал времени измерения	Измеренное значение	Допустимое значение
1 с		$1,4 \cdot 10^{-11}$
10 с		$5,0 \cdot 10^{-12}$
100 с		$1,4 \cdot 10^{-12}$

5 Определение абсолютной погрешности внешней синхронизации импульсного сигнала 1 Гц

Абсолютная погрешность внешней синхронизации импульсного сигнала 1 Гц составила \_\_\_\_\_ при допустимых значениях  $\pm 100$  нс.

**Подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям**

Стандарт частоты и времени рубидиевый Ч1-92 соответствуют метрологическим требованиям, установленным при утверждении типа, так как по результатам поверки установлено следующее:

- Значение относительной погрешности по частоте находится в пределах  $\pm 2,0 \cdot 10^{-10}$ .
- Значения среднего квадратического относительного двухвыборочного отклонения частоты при интервале времени измерений  $\tau_{\text{изм}}$  находятся в пределах:

$$\begin{aligned} \tau_{\text{изм}} = 1 \text{ с} & \quad 1,4 \cdot 10^{-11}; \\ \tau_{\text{изм}} = 10 \text{ с} & \quad 5,0 \cdot 10^{-12}; \\ \tau_{\text{изм}} = 100 \text{ с} & \quad 1,4 \cdot 10^{-12}. \end{aligned}$$

- Значение абсолютной погрешности внешней синхронизации импульсного сигнала 1 Гц не более  $\pm 100$  нс.

(только при поверке в качестве эталона)

В соответствии с Государственной поверочной схемой для средств измерений времени и частоты, утверждённой приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 31 июля 2018 г. № 1621 к рабочим эталонам 3 разряда установлены следующие обязательные требования: пределы допускаемой относительной погрешности по частоте  $\Delta_{of}$  для рабочего эталона 3 находится в пределах от  $\pm 1,0 \cdot 10^{-11}$  до  $\pm 1,0 \cdot 10^{-9}$ ;

Следовательно, стандарт частоты и времени рубидиевый Ч1-92 соответствуют требованиям, предъявляемым к рабочему эталону 3 разряда по Государственной поверочной схеме для средств измерений времени и частоты, так как результатам поверки установлено, что значение относительной погрешности по частоте  $\Delta_{of}$  находится в пределах  $\pm 2,0 \cdot 10^{-10}$ .

#### **Заключение о годности.**

На основании результатов поверки стандарта частоты и времени рубидиевого Ч1-92, заводской № \_\_\_\_\_, признан соответствующим установленным в описании типа метрологическим требованиям, пригодным к применению в сфере государственного регулирования обеспечения единства измерений и соответствующим требованиям к рабочему эталону 3 разряда по Государственной поверочной схеме для средств измерений времени и частоты (приказ Росстандарта от 31.07.2018 № 1621) (только при поверке в качестве эталона шкалы времени).

#### **Идентификация лица, утвердившего протокол.**

Поверитель

Подпись

инициалы, фамилия

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20 \_\_\_\_ г.