

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 электро-безопасности 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 10^6 с	Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений интервалов времени $\pm 0,62$ 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.

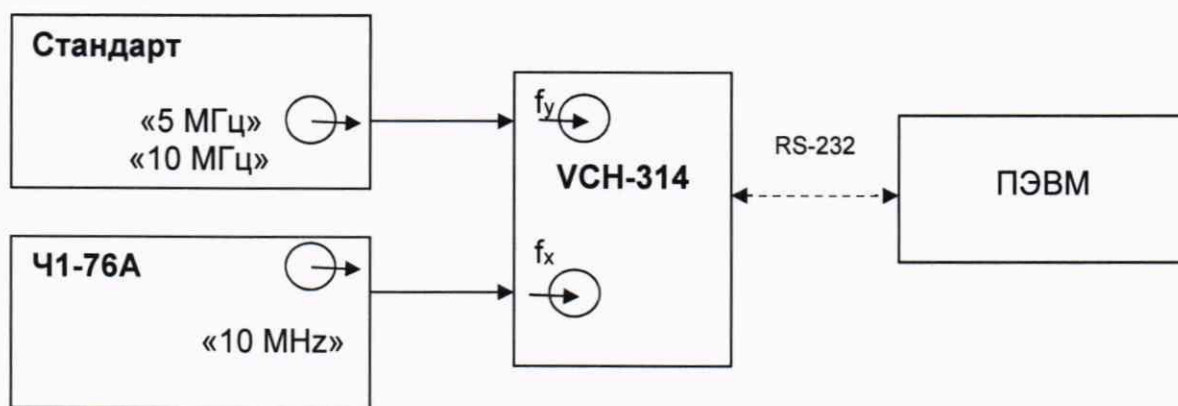


Рисунок 1 – Схема определения относительной погрешности по частоте

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 постройку 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 ≈ 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.

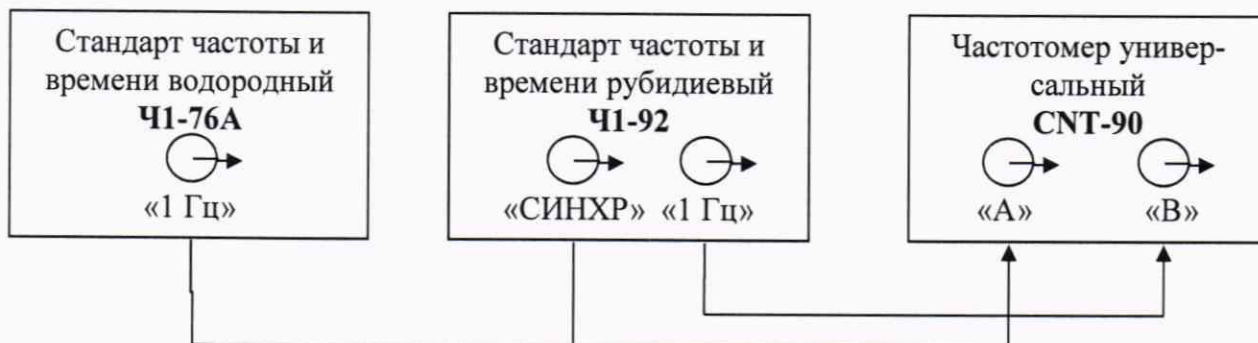


Рисунок 2 – Схема определения абсолютной погрешности внешней синхронизации импульсного сигнала 1 Гц

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 ± 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 Δ_{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 Δ_{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 ± 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:

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

- Значение абсолютной погрешности внешней синхронизации импульсного сигнала 1 Гц не более ± 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 Δ_{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 Δ_{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.