



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

«26» ноября 2020 г.

Государственная система обеспечения единства измерений

ЧАСТОТОМЕРЫ УНИВЕРСАЛЬНЫЕ ПРОФКИП ЧЗ

Методика поверки

РТ-МП-7907-441-2020

г. Москва
2020 г.

Настоящая методика поверки распространяется на частотомеры универсальные ПрофКиП ЧЗ (далее – частотомеры), изготовленные обществом с ограниченной ответственностью «ПРОФКИП» (ООО «ПРОФКИП»), г. Мытищи Московской обл. и устанавливает методы их первичной и периодической поверок.

Интервал между поверками – 1 год.

1 Общие положения

Требования по обеспечению прослеживаемости поверяемого средства измерений к государственным поверочным эталонам единиц величин приведены в Государственной поверочной схеме для средств измерений времени и частоты, утвержденной приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 31 июля 2018 г. № 1621.

Передача размеров единиц величин при поверке осуществляется методами прямых измерений, сличения показаний, компарирования или косвенных измерений.

2 Перечень операций поверки средства измерений приведен в таблице 1.

Таблица 1 – Операции поверки

Наименование операции	Номер пункта методики	Обязательность выполнения операции при	
		первичной поверке	периодической поверке
Внешний осмотр	7	Да	Да
Опробование	8	Да	Да
Проверка программного обеспечения средства измерений	9	Да	Да
Определение метрологических характеристик:	10	Да	Да
- определение относительной погрешности частоты внутреннего опорного генератора за 12 месяцев	10.1		
- определение относительной погрешности измерений частоты и периода	10.2		
- определение диапазона измерения длительности импульсов	10.3		
- определение диапазона измерения временных интервалов	10.4		
- определение диапазона измерения отношения частот	10.5		

3 Требования к условиям проведения поверки

3.1 При проведении поверки должны быть соблюдены следующие условия:

- температура окружающего воздуха, °C.....20±5;
- относительная влажность воздуха, %.....от 30 до 80;
- атмосферное давление, кПа.....от 84 до 106.

4 Требования к специалистам осуществляющим поверку

К поверке допускаются лица, изучившие эксплуатационные документы на поверяемые средства измерений, основные и вспомогательные средства поверки и настоящую методику поверки.

5 Метрологические и технические требования к средствам поверки

5.1 При проведении поверки применяются основные средства поверки (эталон), указанные в таблице 2.

5.2 Для определения условий проведения поверки используют вспомогательные средства поверки, указанные в таблице 3.

5.3 Допускается применение не приведенных в таблицах 2 и 3 средств поверки, но обеспечивающих определение метрологических характеристик поверяемых средств измерений и условий проведения поверки с требуемой точностью.

5.4 Все применяемые средства поверки должны быть поверены (аттестованы) в установленном порядке и иметь действующие свидетельства о поверке (аттестации).

Таблица 2 – Основные средства поверки

Номер пункта методики поверки	Наименование и тип (условное обозначение), обозначение нормативного документа, регламентирующего технические требования, и (или) метрологические и основные технические характеристики средства поверки
10.1-10.5	- стандарт частоты и времени рубидиевый GPS-12RR (регистрационный номер в Федеральном информационном фонде № 43830-10); - генератор сигналов СВЧ R&S SMF 100A (регистрационный номер в Федеральном информационном фонде № 39089-08); - генератор сигналов сложной формы, AFG3252 (регистрационный номер в Федеральном информационном фонде № 32620-06); - компаратор частотный Ч7-1014/1 (регистрационный номер в Федеральном информационном фонде № 58737-14)

Таблица 3 – Вспомогательные средства поверки

Номер пункта методики поверки	Наименование и тип (условное обозначение), обозначение нормативного документа, регламентирующего технические требования, и (или) метрологические и основные технические характеристики средства поверки
5.1	Прибор комбинированный Testo 622 - измерение температуры: от -10 до +60 °C, $\Delta = \pm 0,4$ °C - измерение относительной влажности: от 10 до 95 %, $\Delta = \pm 3$ % - измерение абсолютного давления: от 300 до 1200 гПа, $\Delta = \pm 5$ гПа

6 Требования (условия) по обеспечению безопасности проведения поверки

6.1 Помещение для проведения поверки должно соответствовать правилам техники безопасности и производственной санитарии.

6.2 При проведении поверки необходимо соблюдать правила техники безопасности при эксплуатации электроустановок и требования безопасности, определенные в эксплуатационных документах.

6.3 К работе на электроустановках следует допускать лиц, прошедших инструктаж по технике безопасности и имеющих удостоверение о проверке знаний. Специалист, осуществляющий поверку, должен иметь квалификационную группу по электробезопасности не ниже третьей.

7 Внешний осмотр средства измерений

При внешнем осмотре должно быть установлено соответствие частотомера следующим требованиям:

- отсутствие механических повреждений корпуса и соединительных элементов, нарушающих работу частотомера или затрудняющих поверку;
- все надписи на панелях должны быть четкими и ясными;
- все разъемы, клеммы и измерительные провода не должны иметь повреждений и должны быть чистыми.

Частотомеры, не соответствующие перечисленным требованиям, дальнейшей поверке не подвергаются.

8 Подготовка к поверке и опробование средства измерений

Выдержать частотомер и средства поверки во включенном состоянии при условиях, указанных в руководствах по эксплуатации. Минимальное время прогрева 30 минут.

При опробовании необходимо включить частотомер, проверить работоспособность дисплея, функциональных клавиш, режимы, отображаемые на дисплее, должны соответствовать выбранным при нажатии соответствующих клавиш и требованиям руководства по эксплуатации.

Частотомеры, не соответствующие перечисленным требованиям, дальнейшей поверке не подвергаются и бракуются.

9 Проверка программного обеспечения средства измерений

При включении частотомера на дисплее отображается информация текущей версии программного обеспечения. Вывод на дисплей информации осуществляется в соответствии с руководством по эксплуатации. Результаты проверки считаются положительными, если версия программного обеспечения соответствует данным, приведенным в описании типа средства измерений.

10 Определение метрологических характеристик

10.1 Определение относительной погрешности частоты внутреннего опорного генератора за 12 месяцев

Для определения относительной погрешности частоты внутреннего опорного генератора соедините приборы по схеме, приведенной на рисунке 1.

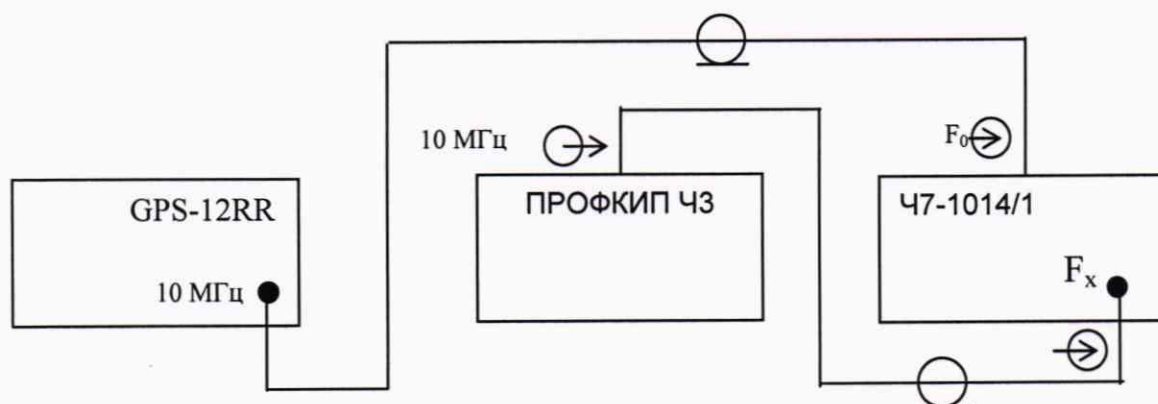


Рисунок 1 – Схема подключения приборов при проверке параметров внутреннего кварцевого генератора.

Определение относительной погрешности по частоте внутреннего кварцевого генератора за межповерочный интервал производят по истечении времени самопрогрева прибора не менее 1 часа.

Межповерочный интервал отсчитывается со времени предыдущей поверки частотомера, при которой действительное значение частоты генератора было установлено с погрешностью в пределах $\pm 2 \cdot 10^{-7}$.

Определение относительной погрешности по частоте кварцевого генератора проводят путем измерения его частоты с помощью приборов, подключенных по схеме, приведенной на рисунке 5.

Сигнал с разъема « $\odot$ 10 MHz» поверяемого прибора подать на вход «Fx» компаратора частотного Ч7-1014/1, а на вход «F₀» компаратора частотного подать опорный сигнал 10 МГц с выхода стандарта частоты GPS-12RR.

На компараторе установить:

исследуемую частоту $F_x = 10$ МГц;

время измерения $\tau = 10$ с;

количество измерений $N = 10$.

Нажать кнопку ► Пуск.

По истечении времени 100 с считать на компараторе результат измерения относительной

погрешности по частоте кварцевого генератора

Результаты измерений считаются удовлетворительными, если относительная погрешность по частоте кварцевого генератора за межповерочный интервал 12 мес находится в пределах $\pm 2 \cdot 10^{-7}$

Результаты поверки считают удовлетворительными, если полученные значения погрешностей не превышают значений, приведённых в описании типа для соответствующей модификации частотомера.

10.2 Определение относительной погрешности измерений частоты и периода

10.2.1 Относительная погрешность измерения частоты и периода по входам А и В вычисляется по формуле:

$$\delta(f, T) = \pm (\delta_0 + \delta_{\text{зап}} + \Delta t_p / t_c), \quad (1)$$

где δ_0 – относительная погрешность по частоте опорного внутреннего (внешнего) сигнала;

$\delta_{\text{зап}}$ – относительная погрешность запуска – случайная составляющая погрешности, обусловленная влиянием внутренних шумов измерительного тракта, отношением сигнал/шум входного сигнала и крутизной перепада напряжения входного сигнала в точке запуска;

Δt_p – аппаратная разрешающая способность – случайная составляющая погрешности, обусловленная несовпадением фаз входного и опорного сигналов, равная:

$\pm 2,3 \cdot 10^{-9}$ с, для ПрофКиП ЧЗ-63, ПрофКиП ЧЗ-64, ПрофКиП ЧЗ-84, ПрофКиП ЧЗ-87, ПрофКиП ЧЗ-88, ПрофКиП ЧЗ-96;

$\pm 1 \cdot 10^{-8}$ с, для ПрофКиП ЧЗ-99, ПрофКиП ЧЗ-100, ПрофКиП ЧЗ-101, ПрофКиП ЧЗ-102;

t_c – время счета прибора.

Для определения погрешности запуска каналов А и В соедините приборы по схеме, приведенной на рисунке 2.

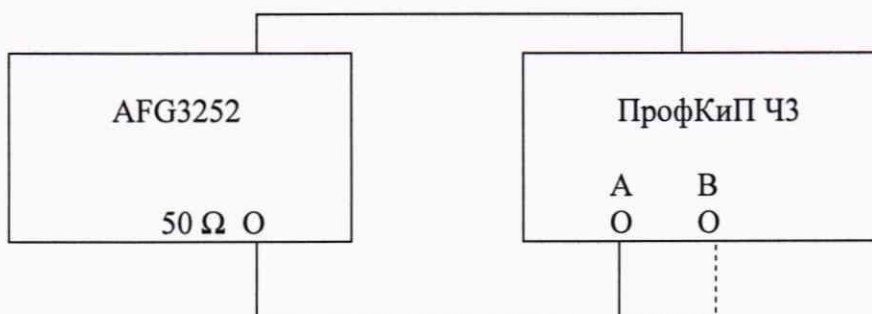


Рисунок 2- Схема подключения приборов при определении погрешности запуска каналов А и В.

Установите на поверяемом приборе режим измерения F (частота), время счета 1 мс, коэффициент усреднения N=1, переключатель ВНУТР. – ВНЕШН. на задней панели - в положение ВНЕШН., коммутаторы связи входов А и В - в положение «=», аттенюаторы входов А и В – в положение «X1», входное сопротивление входов А и В – в положение «50 Ом».

Установите на выходе генератора AFG3252 сигнал частотой 10 Гц амплитудой 1 В. Подключите выход генератора к входу А поверяемого прибора.

Проведите измерение частоты выходного сигнала генератора. Показание прибора не должно выходить за пределы $(10 \pm 0,01)$ Гц.

Установите частоту выходного сигнала генератора AFG3252 равной 100 кГц, коммутатор связи входа А поверяемого прибора - в положение «~».

Проведите измерение частоты выходного сигнала генератора. Показания прибора не должны выходить за пределы $(100 \pm 0,002)$ кГц.

Аналогичные измерения проведите для входа В поверяемого прибора.

10.2.2 Относительная погрешность измерения частоты по входам В* (опция 101) и С вычисляется по формуле:

$$\delta(f) = \pm (\delta_0 + \Delta t_p / t_c), \quad (2)$$

где: δ_0 – относительная погрешность по частоте опорного внутреннего (внешнего) сигнала;
 Δt_p – аппаратная разрешающая способность – случайная составляющая погрешности, обусловленная несовпадением фаз входного и опорного сигналов, равная:

$\pm 2,3 \cdot 10^{-9}$ с, для ПрофКиП ЧЗ-63, ПрофКиП ЧЗ-64, ПрофКиП ЧЗ-84, ПрофКиП ЧЗ-87, ПрофКиП ЧЗ-88, ПрофКиП ЧЗ-96;

$\pm 1 \cdot 10^{-8}$ с, для ПрофКиП ЧЗ-99, ПрофКиП ЧЗ-100, ПрофКиП ЧЗ-101, ПрофКиП ЧЗ-102;

t_c – время счета прибора.

Результаты поверки считают удовлетворительными, если полученные значения погрешностей не превышают значений, приведённых в описании типа для соответствующей модификации частотомера.

10.3 Определение диапазона измерения длительности импульсов

Для определения диапазона измерения длительности импульсов соедините приборы по схеме, приведенной на рисунке 3.

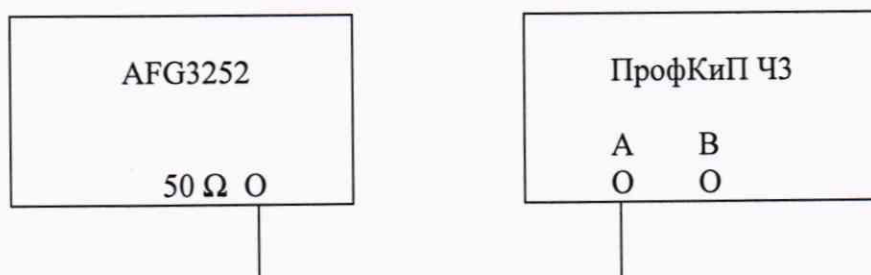


Рисунок 3 - Схема подключения приборов при определении диапазона измерения длительности импульсов.

Органами управления поверяемого прибора установите режим измерения длительности импульсов положительной полярности, коэффициент усреднения $N=1$, входное сопротивление канала A равным 50Ω , коммутатор связи канала A в положение «=», режим установки уровней запуска канала A в зависимости от частоты входного сигнала.

Подайте на вход A поверяемого прибора с генератора AFG3252 импульсный сигнал положительной полярности, амплитудой 0,1 В, длительностью – 50 нс, частотой следования – 1 МГц. На дисплее поверяемого прибора должны наблюдаться устойчивые показания, соответствующие установленному значению длительности импульсов.

Установите на генераторе AFG3252 импульсный сигнал со следующими параметрами: полярность – положительная, амплитуда 0,1 В, длительность – 100 мс, период следования – 300 мс. На поверяемом приборе установите уровень запуска в ручном режиме равным 0,05 В. Подайте сигнал с выхода генератора AFG3252 на вход A поверяемого прибора. На дисплее прибора должны наблюдаться устойчивые показания, соответствующие установленному значению длительности импульсов.

Установите на поверяемом приборе режим измерения длительности импульсов отрицательной полярности. Повторите описанные выше операции для импульсов отрицательной полярности.

Результаты поверки считают удовлетворительными, если полученные значения погрешностей не превышают значений, рассчитанных по формулам, приведённым в описании типа для соответствующей модификации частотомера.

10.4 Определение диапазона измерения временных интервалов

Для определения диапазона измерения интервалов времени подключите приборы по схеме, приведенной на рисунке 4. Установите на поверяемом приборе режим измерения интервалов времени АВ, аттенюаторы входов A и B – в положение «X1», входное сопротивление входов A и B – в положение 50Ω , коэффициент усреднения $N=20$. Установите на выходах первого и второго каналов генератора AFG3252 импульсы положительной полярности амплитудой 1 В,

длительностью 10 нс, периодом следования 1 мкс и задержкой импульса второго канала относительно первого 50 нс.

На дисплее поверяемого прибора должны наблюдаться устойчивые показания, соответствующие значению установленного временного интервала.

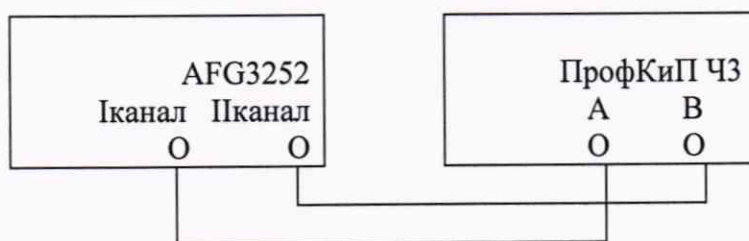


Рисунок 4 - Схема подключения приборов при определении диапазона измерения интервалов времени.

Установите на выходах первого и второго каналов генератора Г5-56 импульсы положительной полярности амплитудой 1 В, длительностью 100 мкс, периодом следования 1,09 с и задержкой импульса второго канала относительно первого 1 с.

Установите на поверяемом приборе коэффициент усреднения $N = 1$, уровни запуска каналов А и В равными 0,5 В.

Проведите измерения временного интервала. На дисплее поверяемого прибора должны наблюдаться устойчивые показания, соответствующие значению установленного временного интервала.

Измените полярность импульсов генератора на отрицательную. Проведите аналогичные измерения.

Результаты поверки считают удовлетворительными, если полученные значения погрешностей не превышают значений, приведённых в описании типа для соответствующей модификации частотомера.

10.5 Определение диапазона измерения отношения частот

Для проверки работоспособности прибора в режиме измерения отношения частот подключите приборы по схеме, приведенной на рисунке 5.

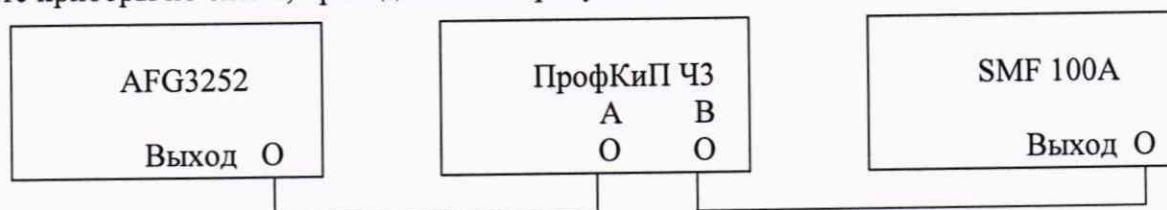


Рисунок 5 - Схема подключения приборов при определении диапазона измерения отношения частот

Установите на поверяемом приборе режим измерения отношения частот, время счета равным 1 мс. Подайте на вход А прибора с генератора АFG3252 сигнал напряжением 0,03 В частотой 1 МГц, а на вход В с генератора SMF 100A сигнал напряжением 0,03 В и частотой 1 МГц.

Результаты проверки считаются удовлетворительными, если на дисплее поверяемого прибора индицируется значение $1,0 \pm 0,1$.

Подайте на вход А прибора с генератора АFG3252 сигнал напряжением 0,1 В частотой 1 Гц, а на вход В с генератора SMF 100A сигнал напряжением 0,1 В и частотой 100 МГц. Результаты проверки считаются удовлетворительными, если на дисплее поверяемого прибора индицируется значение 100000000 ± 1 .

Результаты поверки считают удовлетворительными, если полученные значения погрешностей не превышают значений, приведённых в описании типа для соответствующей

модификации частотомера.

11 Подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям

В процессе выполнения поверки специалист производит расчет погрешностей, в соответствии с формулами, приведенными в методике. Конечные результаты расчетов должны, быть представлены с соблюдением правил округления и обязательным указанием единиц измерений, вычисленной физической величины. Результаты считают удовлетворительными, если полученные (рассчитанные) значения погрешностей не превышают значений, приведённых в описании типа.

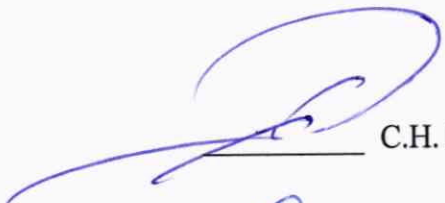
12 Оформление результатов поверки

12.1 При положительных результатах поверки частотомера оформляют свидетельство о поверке в соответствии с действующими правовыми нормативными документами.

Знак поверки, в виде оттиска поверительного клейма, наносится на свидетельство о поверке.

12.2 При отрицательных результатах поверки выписывается извещение о непригодности с указанием причин непригодности.

Начальник лаборатории № 441
ФБУ «Ростест-Москва»



С.Н. Голышак

Инженер по метрологии 2 категории
лаборатории № 441



С.А. Дружинин