

321

УТВЕРЖДАЮ

НАЧАЛЬНИК ГЦИ СИ «Воентест»

32 ГИИИ МО РФ



В.Н. Храменков

" 30 " мая 2003 г.

ИНСТРУКЦИЯ

СТАНДАРТ ЧАСТОТЫ И ВРЕМЕНИ ВОДОРОДНЫЙ VCH-1004

Методика поверки

г. Мытищи
2003 год

1 ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

Настоящая методика поверки распространяется на стандарт частоты и времени водородный VCH-1004, зав. № 102 и устанавливает методы и средства их первичной, периодической и внеочередной поверок, проводимых в соответствии с Правилами по метрологии Госстандарта ПР 50.2.006 "ГСИ. Порядок проведения поверки средств измерений".

2 ОПЕРАЦИИ ПОВЕРКИ

2.1 Перед проведением поверки стандарта частоты и времени VCH-1004 (далее - стандарт VCH-1004) проводится внешний осмотр и операция подготовки его к работе.

2.2 Метрологические характеристики стандарта VCH-1004, подлежащие проверке, и операции поверки приведены в таблице 1.

Таблица 1

Наименование операции	Номер пункта методики	Обязательность поверки параметров		
		первичная поверка		периодическая поверка
		при выпуске	после ремонта	
1. Внешний осмотр.	8.1	да	да	да
2. Опробование.	8.2	да	да	да
3 Определение (контроль) метрологических характеристик:	8.3			
Определение ослабления гармонических составляющих в выходных сигналах 5 МГц и 10 МГц.	8.3.1	да	да	нет
Определение спектральной плотности мощности фазовых шумов в одной боковой полосе для выходного сигнала 5 МГц.	8.3.2	да	да	нет
Определение среднего квадратического относительного двухвыборочного отклонения результата измерений частоты выходного сигнала 5 МГц для интервалов времени измерения 1, 10 и 100 с, 1000 с, 1 час, 1 сутки.	8.3.3 8.3.4	да	да	да
Определение относительной погрешности стандарта по частоте.	8.3.5	да	да	да
Определение средней квадратической относительной погрешности воспроизведения частоты от включения к включению.	8.3.6	да	да	нет

3 СРЕДСТВА ПОВЕРКИ

3.1 Рекомендуемые средства поверки, в том числе рабочие эталоны и средства измерений, приведены в таблице 2.

Вместо указанных в таблице 2 средств поверки допускается применять другие аналогичные средства поверки, обеспечивающие определение метрологических характеристик с требуемой точностью.

3.2 Все средства поверки должны быть исправны, применяемые при поверке средства измерений и рабочие эталоны должны быть поверены и иметь свидетельства о поверке или оттиск поверительного клейма на приборе или в технической документации.

Таблица 2

Наименование средств поверки	Требуемые технические характеристики средства поверки		Рекомендуемое средство поверки (тип)
	Пределы измерения	Погрешность	
1	2	3	4
1. Вольтметр переменного напряжения.	Диапазон частот от 10 Гц до 10 МГц, диапазон измерений от 0,01 до 3 В.	$\leq 2 \%$.	ВЗ-62
2. Частотомер электронно-счетный.	Диапазон частот от 0,1 Гц до 200 МГц.	$\delta_{\text{кв}} \leq \pm 5 \cdot 10^{-7}$.	ЧЗ-63
3. Осциллограф.	Полоса пропускания от 0 до 350 МГц, диапазон длительностей развертки от 1 нс/дел. до 0,1 с/дел.	Погрешность измерения амплитуды $\pm 5 \%$, погрешность измерения временных интервалов $\pm 5 \%$.	С1-97
4. Вольтметр селективный.	Диапазон частот от 0,1 до 30 МГц, диапазон измерений от 1 мкВ до 10 мВ в полосе пропускания 1 кГц.	Погрешность измерений $\pm 10 \%$.	В6-10
5. Частотный компаратор.	Частота входных сигналов: 1,5,10 МГц с отклонением от номинала не более $1 \cdot 10^{-6}$.	$7 \cdot 10^{-13}$ при периоде измерения 1 с; $5 \cdot 10^{-14}$ при периоде измерения 10 с; $8 \cdot 10^{-15}$ при периоде измерения 100 с.	Ч7-39
6. Анализатор спектра.	Диапазон частот от 10 Гц до 300 МГц, полоса обзора от 50 Гц до 50 кГц, полоса пропускания от 3 до 300 Гц, уровень измеряемых сигналов от 30 нВ до 8 В.	Погрешность измерения уровня (5 - 10) %, погрешность измерения частоты составляющих спектра $\pm (10^{-4} f + \Pi + 1 \text{Гц})$.	СК4-56
7. Стандарт частоты и времени.	Номинальные значения частот выходных сигналов 1 Гц, $2 \cdot 10^{-13}$ при $\tau_{\text{н}} = 100 \text{с}$; 5 МГц, $3 \cdot 10^{-14}$ при $\tau_{\text{н}} = 1 \text{сут}$.	Относительная погрешность по частоте $\leq \pm 1,5 \cdot 10^{-12}$. Среднее квадратическое относительное отклонение результата измерений частоты, не более: $3 \cdot 10^{-12}$ при $\tau_{\text{н}} = 1 \text{с}$; $7 \cdot 10^{-13}$ при $\tau_{\text{н}} = 10 \text{с}$; $2 \cdot 10^{-13}$ при $\tau_{\text{н}} = 100 \text{с}$; $3 \cdot 10^{-14}$ при $\tau_{\text{н}} = 1 \text{сут}$.	Ч1-76
8. Синтезатор частоты.	Частота входного сигнала 5 МГц, выходного 10 МГц.		Ч6-71

1	2	3	4
9. ПЭВМ либо регистрирующее устройство.			Вспомогательное оборудование
10. Нагрузочные сопротивления 50 Ом, 75 Ом.			Вспомогательное оборудование

4 ТРЕБОВАНИЯ К КВАЛИФИКАЦИИ ПОВЕРИТЕЛЕЙ

Поверка должна осуществляться лицами, аттестованными в качестве поверителей в порядке, установленном в ПР 50.2.012-94.

5 ТРЕБОВАНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ

При проведении поверки должны быть соблюдены все требования безопасности в соответствии с ГОСТ 12.3.019-80.

6 УСЛОВИЯ ПОВЕРКИ

При проведении операций поверки должны соблюдаться следующие нормальные условия:

Температура окружающего воздуха, °С (К)	20 ± 5 (293 ± 5).
Среднесуточный дрейф температуры окружающего воздуха °С, не более	± 1 .
Относительная влажность воздуха, %	65 ± 15 .
Атмосферное давление, кПа (мм рт.ст.)	100 ± 4 (750 ± 30).
Питание от сети переменного тока:	
напряжением, В	$220 \pm 4,4$;
частотой, Гц	$50 \pm 0,5$;
содержание гармоник, %, не более	5.

7 ПОДГОТОВКА К ПОВЕРКЕ

7.1 Поверитель должен изучить руководство по эксплуатации поверяемого стандарта VCH-1004 и используемых средств поверки.

7.2 Перед проведением операций поверки необходимо:

- проверить комплектность поверяемого стандарта VCH-1004 для проведения поверки (наличие шнуров питания, измерительных шнуров и пр.);
- проверить комплектность рекомендованных (или аналогичных им) средств поверки, заземлить (если это необходимо) необходимые рабочие эталоны, средства измерений и включить питание заблаговременно перед очередной операцией поверки (в соответствии со временем установления рабочего режима, указанным в технической документации).

7.3 Перед проведением поверки необходимо подготовить к работе стандарт VCH-1004 в следующей последовательности.

7.3.1 Перед началом работы обеспечить надежное заземление прибора, для чего зажим защитного заземления присоединить к шине заземления раньше других соединений. Крепления заземляющей клеммы и проводников должны быть зафиксированы от случайного развинчивания.

7.3.2 Подключить питание прибора 220 В, 50 Гц.

8 ПРОВЕДЕНИЕ ПОВЕРКИ

8.1 Внешний осмотр.

Произвести внешний осмотр стандарта VCH-1004, убедиться в отсутствии внешних механических повреждений и неисправностей, влияющих на работоспособность прибора.

При проведении внешнего осмотра проверить:

- сохранность пломб;
- чистоту и исправность разъемов и гнезд;
- наличие предохранителей и их номиналов;
- отсутствие внешних механических повреждений корпуса, мешающих работе с прибором, и ослабления элементов конструкции;
- исправность механических органов управления и четкость фиксации их положения.

Приборы, имеющие дефекты (механические повреждения), бракуют и направляют в ремонт.

8.2 Опробование.

8.2.1 Переключатель «сеть» поставить в положения «вкл». При этом должен включиться светодиодный индикатор сети. Включить тумблер «48 В вкл.» Должен включиться индикатор «бат».

8.2.2 Пользуясь инструкцией по программированию прибора ЯКУР411141.003ПО произвести начальную установку и контроль параметров прибора и произвести его включение в ручном или автоматическом режиме.

8.2.3 Проконтролировать работу магниторазрядных насосов. По истечении 30 мин ток магниторазрядных насосов должен быть менее 30 мкА. Если при включении питания насосов не наблюдается увеличение напряжения U , это говорит о значительном ухудшении вакуума в дискриминаторе.

8.2.4 Проконтролировать напряжения вторичных источников питания в приборе ток очистителя.

8.2.5 Включить генератор высокой частоты (ГВЧ) и убедиться в наличии свечения разряда в колбе источника на задней панели прибора

8.2.6 Прогреть прибор в течение 8 часов – времени, необходимого для установления рабочего режима термостатов дискриминатора.

8.2.7 После прогрева еще раз убедиться, что значения всех параметров прибора находятся в пределах заданных допусков.

8.2.8 Пользуясь инструкцией по программированию прибора, включить кольцо автоподстройки кварцевого генератора и убедиться в правильности установки начального значения частоты кварцевого генератора, при котором напряжение управления частотой кварцевого генератора имеет минимальное, близкое к нулю, значение.

8.2.9 Включить кольцо автоподстройки частоты резонатора дискриминатора и убедиться в правильности установки начального значения частоты резонатора, при котором напряжение управления частотой резонатора имеет минимальное, близкое к нулю, значение.

8.2.10 Прогреть стандарт в течение 2 часов.

8.2.11 При проведении особо прецизионных измерений для достижения предельных характеристик необходимо контролировать возможное изменение частоты стандарта из-за изменения величины постоянного магнитного поля в СВЧ-резонаторе дискриминатора. Величину магнитного поля определить по частоте зеемановских переходов.

Установить на дисплее режим индикации “2-я гармоника” на разъем “F” на задней панели стандарта подать сигнал низкой частоты напряжением 0,1 – 1 В. Плавно изменяя частоту сигнала в диапазоне от 500 до 1500 Гц, найти значение частоты, при котором наблюдается минимальный сигнал второй гармоники. Путем изменения амплитуды низкочастот-

ного сигнала определить частоту F_3 с погрешностью до ± 1 Гц, записать полученное значение в рабочий журнал.

8.2.12 Проверить соответствие установки кода коррекции частоты стандарта в соответствии со значением, записанным в паспорте стандарта. После выполнения вышеприведенных операций стандарт готов к работе.

8.2.13 При невыполнении указанных требований прибор бракуется и отправляется в ремонт.

8.3 Определение (контроль) метрологических характеристик

8.3.1 Определение ослабления гармонических составляющих выходного сигнала 5 МГц и 10 МГц провести с помощью селективного микровольтметра В6-10. Ослабление гармонических составляющих в децибелах определить по формуле:

$$A = 20 \lg \frac{U_1}{U_{\text{гарм}}} \quad (1)$$

где U_1 - напряжение 1-й гармоники выходного сигнала, В; $U_{\text{гарм}}$ - напряжение n-й гармоники выходного сигнала, В.

Результаты поверки считать удовлетворительными, если полученные значения величины A не менее 30 дБ.

Если получены значения A менее 30 дБ, то прибор бракуется и отправляется в ремонт.

8.3.2 Определение спектральной плотности мощности фазовых шумов (СПМ ФШ) выходного сигнала 5 МГц прибора произвести по схеме рис. 1 следующим образом.

Компаратор частотный Ч7-39 установить в режим работы Δt , кнопками Δt "^" или Δt "v", установить измеряемый интервал менее $200000 \cdot E - 12$. Изменяя частоту стандарта частоты Ч1-76 с помощью переключателя КОРР. ЧАСТ, установить величину измеряемого интервала $(50000 \pm 1000) \cdot E - 12$ или $(150000 \pm 1000) \cdot E - 12$.

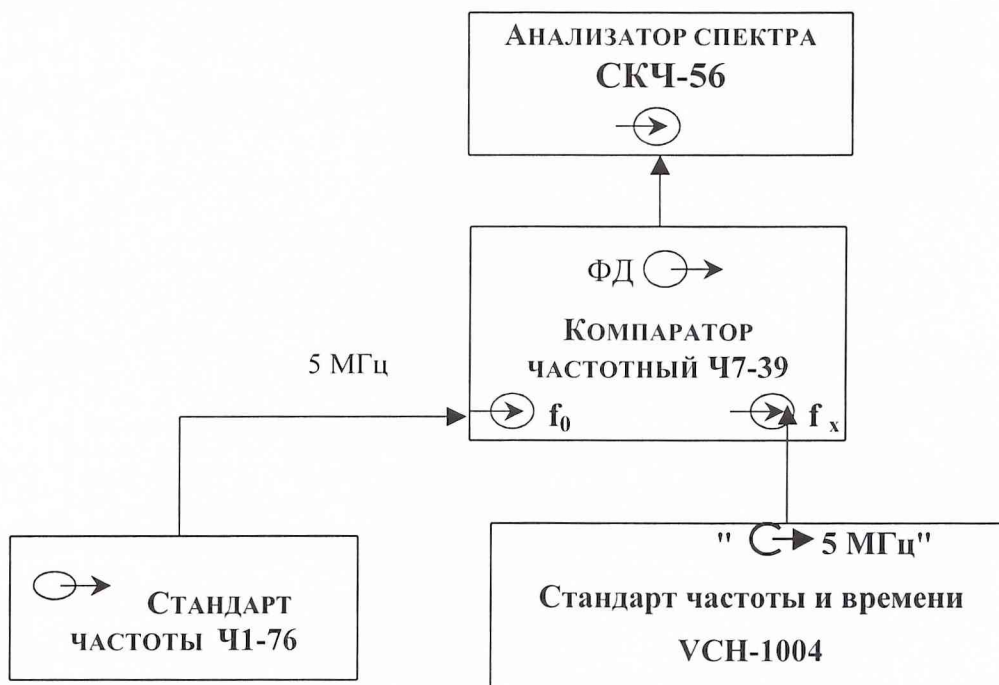


Рис. 1.

Переключатель режима работы компаратора Ч7-39 установить в положение "ФД". Установить усиление в тракте ФД-60 дБ. Потенциометрами БАЛАНС I и БАЛАНС II установить напряжение на разъеме ФД в пределах ± 1 В.

Анализатором спектра СК4-56 измерить напряжение шума на частотах анализа (10, 100, 1000, 10000 Гц) в децибелах относительно 1 В.

Вычислить значение СПМ ФШ по формуле:

$$S_{\varphi}(f) = (U + 60 + 10 \lg F + 6) \text{ дБ}, \quad (2)$$

где F - полоса пропускания анализатора в Гц;

6 – составляющая, обусловленная измерением односторонней СПМ ФШ (минус 3 дБ/Гц) и СПМ ФШ двух идентичных источников сигналов (минус 3 дБ/Гц).

Результат поверки считать удовлетворительным, если вычисленное значение СПМ ФШ (с учетом собственных шумов компаратора Ч7-39) не превышает: на 10 Гц – минус 130 дБ/Гц, на 100 Гц – минус 145 дБ/Гц, на 1 кГц- минус 155 дБ/Гц, на 10 кГц – минус 155 дБ/Гц.

8.3.3 Определение среднего квадратического относительного двухвыборочного отклонения результата измерений частоты выходного сигнала 5 МГц для интервалов времени измерения 1, 10 и 100 с провести по схеме рис. 2 следующим образом.

Установить переключатели f_x и f_o компаратора Ч7-39 в положение "5 МГц", а к разъемам "КОП" или "ИНФОРМАЦИЯ", подключить ПЭВМ либо регистрирующее устройство.



Рис. 2.

Установить органы управления компаратора Ч7-39 в следующие положения:

ГЕТЕРОДИН	ВНУТР
РЕЖИМ РАБОТЫ	Δt
ПЕРИОД ИЗМЕРЕНИЯ, S	$10^0, 10^1$ и 10^2 последовательно
ЧИСЛО УСРЕДНЕНИЙ	$M = 10^0$

Переключателями КОРРЕКЦИЯ Δt "∧" или Δt "∨" установить значение измеряемого интервала $\Delta t \leq 200,0 \cdot E - 12$. Для каждого интервала времени измерения $\tau_u = 1, 10$ и 100 с зарегистрировать не менее 20 ($N \geq 20$) измерений Δt .

Среднее квадратическое относительное двухвыборочное отклонение результата измерений частоты σ_y для различных τ_u вычислить по формуле:

$$\sigma_y = \frac{1}{\tau_u} \sqrt{\frac{1}{N-3} \sum_{i=1}^{N-2} (\Delta t_{i+2} - 2\Delta t_{i+1} + \Delta t_i)^2}, \quad (3)$$

где Δt_i - результаты измерений для соответствующих интервалов времени измерения τ_u .
Результаты поверки считать удовлетворительными, если измеренные значения не превышают следующих значений:

$$\sigma_y \leq 1,5 \cdot 10^{-12} \text{ для } \tau_u = 1 \text{ с};$$

$$\sigma_y \leq 4,0 \cdot 10^{-13} \text{ для } \tau_u = 10 \text{ с};$$

$$\sigma_y \leq 1,0 \cdot 10^{-13} \text{ для } \tau_u = 100 \text{ с}.$$

8.3.4 Определение среднего квадратического относительного двухвыборочного отклонения результата измерений частоты выходного сигнала 5 МГц для интервалов времени измерения 1000 с, 1 час, 1 сутки провести по схеме рис. 6 следующим образом.

Установить органы управления компаратора Ч7-39 в следующие положения:

ГЕТЕРОДИН	ВНУТР
РЕЖИМ РАБОТЫ	Δt
ПЕРИОД ИЗМЕРЕНИЯ, S	10^2
ЧИСЛО УСРЕДНЕНИЙ	$M = 10^0$

Переключателями "КОРРЕКЦИЯ" Δt "^" или Δt "v" установить значение измеряемого интервала $\Delta t \leq 200,0 \cdot E - 12$.

Зарегистрировать первый результат измерения - Δt_1 .

Последовательно через 1000 секунд, 1 час и 1 сутки повторить измерения и получить новые значения - Δt_2 . Получить такие измерения Δt_i не менее 30 для 1000 секундного и часового интервала и не менее 12 для суточного интервала.

Среднее квадратическое относительное двухвыборочное отклонение результата измерений частоты σ_y для $\tau_u = 1000$ секунд, 1 час и 1 сутки вычислить по формуле:

$$\sigma_y = \frac{1}{\tau_u} \sqrt{\frac{1}{N-3} \sum_{i=1}^{N-2} (\Delta t_{i+2} - 2\Delta t_{i+1} + \Delta t_i)^2}, \quad (5)$$

где Δt_i - полученные результаты измерений; $\tau_u = 1000, 3600$ или 86400 с.

Результаты поверки считать удовлетворительными, если для измеренных значений будут выполняться условия:

$$\sigma_y \leq 5,0 \cdot 10^{-14} \text{ для } \tau_u = 1000 \text{ с};$$

$$\sigma_y \leq 2,0 \cdot 10^{-14} \text{ для } \tau_u = 1 \text{ час};$$

$$\sigma_y \leq 1,0 \cdot 10^{-14} \text{ для } \tau_u = 1 \text{ сутки}.$$

8.3.5 Определение относительной погрешности стандарта по частоте провести по схеме рис. 6 следующим образом.

Установить органы управления компаратора Ч7-39 в следующие положения:

ГЕТЕРОДИН	ВНУТР
РЕЖИМ РАБОТЫ	Δt
ПЕРИОД ИЗМЕРЕНИЯ, S	10^2
ЧИСЛО УСРЕДНЕНИЙ	$M = 10^0$

Переключателями КОРРЕКЦИЯ Δt "^" или Δt "v" установить значение измеряемого интервала $\Delta t \leq 200,0 \cdot E - 12$. Зарегистрировать не менее 20 ($N \geq 20$) измерений Δt_i и рассчитать относительную погрешность по частоте прибора Δ_{0f} по формуле:

$$\Delta_{0f} = \frac{1}{\tau(N-2)} \sum_{i=1}^{N-1} (\Delta t_{i+1} - \Delta t_i), \quad (4)$$

где $\tau = 100$ с, а Δt_i - результаты измерений.

Результаты поверки считать удовлетворительными, если полученное значение относительной погрешности по частоте не превышает величину:

$$|\Delta_{0f}| \leq \pm 1,5 \cdot 10^{-12}.$$

8.3.6 Определение средней квадратической относительной погрешности воспроизведения частоты от включения к включению провести по схеме рис. 6 следующим образом.

Определить относительную погрешность по частоте стандарта в соответствии с п. 8.3.6.

Выключить стандарт, дать ему остыть в течении не менее 2 часов. Включить стандарт и после выхода его на режим снова определить его относительную погрешность по частоте.

Повторить данную процедуру не менее 10 раз.

Среднюю квадратическую относительную погрешность воспроизведения частоты стандартом от включения к включению определить по формуле:

$$\delta = \sqrt{\frac{1}{N-1} \sum_{i=1}^N (\Delta'_{of} - \bar{\Delta}_{of})^2},$$

где $\bar{\Delta}_{of} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N \Delta'_{of}$ - среднее значение относительной погрешности стандарта по частоте при его последовательном включении и выключении.

N- количество процедур включения и выключения (N - равно не менее 10).

Результаты поверки считать удовлетворительными, если полученное значение средней квадратической относительной погрешности воспроизведения частоты не превышает величину 3×10^{-13} .

9 ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ


9.1 При положительных результатах поверки на стандарт частоты и времени VCH-1004 выдается свидетельство установленной формы.

9.2 На оборотной стороне свидетельства записываются результаты поверки.

9.3 Параметры, определенные при поверке, заносят в формуляр на стандарт VCH-1004.

9.4 В случае отрицательных результатов поверки применение стандарта частоты и времени VCH-1004 запрещается и на него выдается извещение о непригодности его к применению с указанием причин.

Начальник отдела ГЦИ СИ «Воентест»
32 ГНИИИ МО РФ


И.Ю. Блинов

Старший научный сотрудник ГЦИ СИ «Воентест»
32 ГНИИИ МО РФ


О.В. Денисенко