

СОГЛАСОВАНО

**Генеральный директор
АО «АКТИ-Мастер»**



В.В. Федулов

«20» марта 2023 г.

Государственная система обеспечения единства измерений

Измерители частоты сигналов МНЧ8-РХ1е

Методика поверки

МП ГВТУ.468266.004

Москва

2023

1 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

1.1 Настоящая методика поверки распространяется на измерители частоты сигналов МНЧ8-RX1e (далее – измеритель), изготавливаемые ООО «VXI-Системы», и устанавливает методы и средства их поверки.

1.2 Поверка обеспечивает прослеживаемость к государственным эталонам:

- ГЭТ 1-2022 в соответствии с государственной поверочной схемой для средств измерений времени и частоты, утвержденной приказом Росстандарта от 26 сентября 2022 г. № 2360.

1.3 Операции поверки выполняются методами прямых измерений.

2 ПЕРЕЧЕНЬ ОПЕРАЦИЙ ПОВЕРКИ

2.1 При проведении поверки должны быть выполнены операции, указанные в таблице 1.

Таблица 1 – Операции поверки

Наименование операции поверки	Обязательность выполнения операций поверки при		Номер раздела (пункта) методики поверки, в соответствии и с которым выполняется операция поверки
	первичной поверке	периодической поверке	
Внешний осмотр	да	да	7
Подготовка к поверке и опробование	да	да	8
Определение метрологических характеристик	да	да	10
Подтверждение соответствия метрологическим требованиям	да	да	10
Определение относительной погрешности измерений частоты периодического двухполярного сигнала	да	да	10.1

2.2 Периодическая поверка по письменному запросу пользователя МНЧ8 может выполняться для отдельных измерительных каналов.

3 ТРЕБОВАНИЯ К УСЛОВИЯМ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ

В соответствии с ГОСТ 8.395-80 и с учетом условий применения измерителя, а также средств поверки при проведении поверки должны соблюдаться следующие требования:

- температура воздуха в помещении от +18 до +22 °С;
- относительная влажность воздуха от 30 до 80 %;
- атмосферное давление от 84 до 106 кПа.

4 ТРЕБОВАНИЯ К СПЕЦИАЛИСТАМ, ОСУЩЕСТВЛЯЮЩИМ ПОВЕРКУ

К проведению поверки допускаются лица, имеющие высшее или среднетехническое образование, практический опыт в области радиотехнических измерений, имеющие документ о квалификации в соответствии с действующими нормативно-правовыми актами в области

аккредитации. Специалист, выполняющий поверку, должен быть аттестован по группе электробезопасности не ниже 4 (Приказ Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 15 декабря 2020 г. № 903н «Правила по охране труда при эксплуатации электроустановок»).

5 МЕТРОЛОГИЧЕСКИЕ И ТЕХНИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ К СРЕДСТВАМ ПОВЕРКИ

5.1 Рекомендуется применять средства поверки, указанные в таблице 2.

Таблица 2 – Средства поверки

Операции поверки, требующие применение средств поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
раздел 3 Требования к условиям проведения поверки	пределы допускаемой абсолютной погрешности измерения температуры $\pm 0,5$ °C в диапазоне от 0 до 50 °C; пределы абсолютной погрешности измерений относительной влажности ± 3 % в диапазоне от 40 до 90 %; пределы абсолютной погрешности измерений атмосферного давления $\pm 0,2$ кПа в диапазоне от 86 до 106 кПа	Термогигрометр ИВА-6Н-Д; рег. № 46434-11
раздел 11 Определение относительной погрешности измерений частоты периодического двухполярного сигнала	пределы допускаемой относительной погрешности: от 0,001 до 0,25 Гц; от 0,01 до $2,5 \cdot 10^{-2}$ Гц; от 0,1 до $2,5 \cdot 10^{-3}$ Гц; от 1 до $2,5 \cdot 10^{-4}$ Гц; от 10 до $2,5 \cdot 10^{-5}$ Гц; от 100 до $2,7 \cdot 10^{-6}$ Гц; от 1 до $4,5 \cdot 10^{-7}$ кГц; от 10 до $2,3 \cdot 10^{-7}$ кГц; от 100 кГц до 3 ГГц	Частотомер универсальный CNT-90; рег. № 41567-09
	диапазон генерации синусоидального сигнала от 0,1 до 30000 Гц, пределы допускаемой относительной погрешности установки частоты $\pm (20 \times 10^{-4})$ %	Генератор сигналов специальной формы SFG-2004; рег. № 29967-05
раздел 11 Определение относительной погрешности измерений частоты периодического двухполярного сигнала	-	Соединитель контрольный МНЧ8 ФТКС.685623.506
	-	Кабель НЧ ФТКС.685611.048
	-	С установленным модулем Host Adapter PCIE ФТКС.468352.001
	-	Модуль НМ PXI AXIe-1 / шасси CH-14 PXIe ФТКС.468260.186 / ФТКС.469133.024

5.2 Допускается применение других средств поверки с метрологическими и техническими характеристиками, обеспечивающими требуемую точность передачи единиц величин поверяемому средству измерений.

6 ТРЕБОВАНИЯ (УСЛОВИЯ) ПО ОБЕСПЕЧЕНИЮ БЕЗОПАСНОСТИ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ

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

6.2 Необходимо соблюдать меры предосторожности, изложенные в руководстве по эксплуатации измерителя, а также меры безопасности, указанные в руководствах по эксплуатации средств поверки.

6.3 Во избежание несчастного случая и для предупреждения повреждения поверяемого измерителя необходимо обеспечить выполнение следующих требований:

- присоединения оборудования следует выполнять при отключенных входах и выходах (отсутствии напряжения на разъемах);
- запрещается работать с измерителем в случае обнаружения его повреждения.

7 ВНЕШНИЙ ОСМОТР

7.1 При проведении внешнего осмотра измерителя проверяются:

- внешний вид измерителя соответствует сведениям, приведенным в описании типа данного средства измерений;
- измеритель соответствует комплектации, заявленной на поверку;
- маркировка измерителя содержит обозначение и заводской (серийный) номер;
- чистота и исправность разъемов измерителя.

7.2 При наличии дефектов или повреждений, препятствующих нормальной эксплуатации поверяемого измерителя его следует направить заявителю поверки (пользователю) для ремонта.

8 ПОДГОТОВКА К ПОВЕРКЕ И ОПРОБОВАНИЕ

8.1 Установить измеритель на модуль НМ РХI, указанный в таблице 2. Модуль установить в крейт, поддерживающий работу модулей стандарта РХIе.

8.2 Включить питание крейта.

8.3 Проверка работоспособности модуля осуществляется программно функцией драйвера selftest, по нажатию кнопки  во вкладке «Самоконтроль» программного файла daq.exe или программной панели (ФТКС.67010-01 34 01).

8.4 При проверке работоспособности осуществляется проверка программной доступности регистров управления модулем, а также проверка погрешности измерения на всех каналах. Для этого на входы каналов подается тестовая частота с транзисторного ключа.

8.5 По завершении проверки выдается сообщение о результате выполненной проверки (успешном завершении или наличии неисправностей).

8.6 Результат опробования считать положительным, если в результате проверки модуля программой отсутствуют сообщения о неисправностях.

9 ПРОВЕРКА ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ

9.1 Проверка ПО модуля осуществляется проверкой идентификационных данных (признаков) компонентов ПО, отнесенных к метрологически значимым – библиотеки математических преобразований undaq_math.dll.

Для проверки контрольной суммы исполняемого кода (цифрового идентификатора ПО) необходимо на панели НМ выбрать пункт меню «Справка о программе».

В появившемся окне наблюдать информацию об идентификационном признаке (контрольной сумме) файлов, являющихся метрологически значимыми частями ПО. Фактическая (рассчитанная при запуске) контрольная сумма должна совпадать с эталонной контрольной суммой, приведенной в паспорте на модуль.

10 ОПРЕДЕЛЕНИЕ МЕТРОЛОГИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК И ПОДТВЕРЖДЕНИЕ СООТВЕТСТВИЯ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ МЕТРОЛОГИЧЕСКИМ ТРЕБОВАНИЯМ

10.1 Определение относительной погрешности измерений частоты периодического двухполярного сигнала

10.1.1 Подготовить рабочее место для поверки, приборы и принадлежности:

- частотомер CNT-90;
- генератор SFG-2004;
- соединитель контрольный МНЧ8 ФТКС.685623.506;
- кабель НЧ ФТКС.685611.048;

10.1.2 собрать рабочее место в соответствии со схемой на рисунке 1.

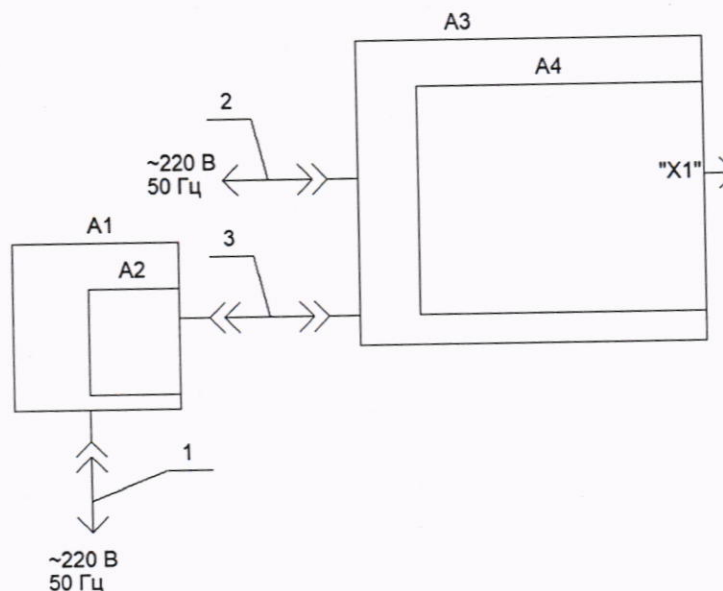


Рисунок 1, где

A1 – ПЭВМ с установленной платой Host Desktop adapter PCIe Keysight (A2) модель M9048B (GEN3 x8)

A3 – НМ типа шасси CH-14 PXIe ФТКС.469133.024 с установленным в нем проверяемым модулем (A4)

1, 2 – кабели сетевые

3 – кабель PXIe MOLEX 745460802.

10.1.3 включить питание ПЭВМ, убедиться в отсутствии сообщений об ошибках ее самотестирования и загрузки ОС; включить питание НМ и частотомера, выждать не менее 10 мин;

10.1.4 запустить на исполнение файл с именем «p_mlfm8_rxi.exe», в открывшемся окне выбрать поверяемый модуль;

10.1.5 в меню «Файл» программной панели нажать «Назначить файл протокола» (Ctrl+O), ввести желаемое имя файла протокола. Если не указан путь размещения файла, то он создаётся в директории, из которой запускается программа «p_mlfm8_rxi»;

10.1.6 на программной панели выбрать закладку «Поверка», выбрать «Проверка частоты периодического сигнала», нажать  и задать следующие параметры:

- в поле «Температура» выбрать режим «+22 °C»;
- в поле «Выбор диапазона» – «все»;
- выбрать поверяемые каналы (все).

Нажать кнопку «Продолжить».

10.1.7 настроить используемый вход частотомера на измерение частоты со следующими параметрами:

- подключение по постоянному току (DC);
- сопротивление входа частотомера 1 МОм;
- ослабление в 10 раз (10X);
- ручной запуск по уровню 0 В (Man, 0 V);
- фильтры нижних частот включены (Filter (On));
- время измерения не менее 20 с (Setting/MeasTime/20 s).

10.1.8 установить на выходе генератора синусоидальный сигнал частотой из правого столбца таблицы 3 $\pm 5\%$ и амплитудой 2 В $\pm 5\%$.

10.1.9 в поле «Тестовая частота, Гц» программной панели ввести значение частоты становленное на генераторе и нажать кнопку «Продолжить».

10.1.10 дождаться завершения измерения и получения результата на частотомере, в диалоговом окне ввести частоту, измеренную частотомером, и нажать кнопку «Продолжить».

Примечание: для каждого значения установленной частоты на генераторе в итоге имеется 8 измеренных значений - по числу выходных каналов измерителя.

10.1.11 повторить действия 0 ÷ 0 для всех значений частоты дискретизации и тестовой частоты, приведённых в таблице 3:

Таблица 3

Частота дискретизации, Гц	Частота измеряемого синусоидального сигнала, устанавливаемая на генераторе, Гц	Измеренное значение, Гц	Относительная погрешность измерения частоты, %	Допустимые пределы относительной погрешности измерения частоты*, %
1	2	3	4	5
10000	50000			$\pm 0,20$
	30000			$\pm 0,27$
	20000			$\pm 0,35$
	10000			$\pm 5,1$
1000	50000			$\pm 0,02$
	30000			$\pm 0,027$
	15000			$\pm 0,044$
	1000			$\pm 0,51$
100	50000			$\pm 0,0022$
	30000			$\pm 0,0029$
	2000			$\pm 0,026$
	100			$\pm 0,5$

1	2	3	4	5
10	50000			$\pm 0,00038$
	30000			$\pm 0,00045$
	5000			$\pm 0,0013$
	500			$\pm 0,01$
	50			$\pm 0,1$
	10			$\pm 0,5$
1	50000			$\pm 0,0002$
	30000			$\pm 0,00021$
	10000			$\pm 0,00024$
	1000			$\pm 0,00069$
	100			$\pm 0,0052$
	10			$\pm 0,05$
	1			$\pm 0,5$

*Допустимые пределы относительной погрешности измерений частоты периодического двухполярного сигнала рассчитываются по формуле:

$$\delta = \pm \left[\frac{F_x \cdot 10^{-5} + 0,5}{T_s \cdot F_x} + 0,00018 \right], \%$$

где F_x – измеренное значение частоты;

$T_s = 1/F_s$ – период семплирования, с;

где F_s имеет следующие значения: 10000 Гц; 1000 Гц; 100 Гц; 10 Гц; 1 Гц

11.1.6 закрыть программную панель, выключить питание НМ, ПЭВМ и приборов, отсоединить принадлежности.

КРИТЕРИЙ ПОДТВЕРЖДЕНИЯ СООТВЕТСТВИЯ МЕТРОЛОГИЧЕСКИМ ТРЕБОВАНИЯМ

Результат испытаний считать положительным, если относительная погрешность измерения частоты (столбец 4) не превышает допускаемых значений (столбец 5).

Указанные в столбце 5 таблицы 3 пределы допускаемых значений соответствуют пределам допускаемой погрешности, указанным в описании типа средства измерений и в документации изготовителя.

Примечание: соответствие погрешности допускаемым значениям дублируется в диалоговом окне программных средствах измерителя надписью «Норма».

11 ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ

11.1 Результаты поверки представляются в соответствии с действующими правовыми нормативными документами и передаются в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений.

11.2 При положительных результатах по запросу пользователя (заявителя) оформляется свидетельство о поверке на бумажном носителе.

11.3 При положительных результатах поверки знак поверки наносится на поверяемое средство измерений в соответствии с описанием типа средства измерений.

11.4 При отрицательных результатах поверки, выявленных при внешнем осмотре, опробовании или выполнении операций поверки, по запросу пользователя (заявителя) выдается извещение о непригодности к применению средства измерений с указанием причин непригодности.

11.5 По запросу пользователя (заявителя) оформляется протокол поверки в произвольной форме. В протоколе поверки допускается привести качественные результаты измерений с выводами о соответствии поверенного средства измерений метрологическим требованиям без указания измеренных числовых значений величин, если пользователь (заявитель) не предъявил требование по указанию измеренных действительных значений.