



Закрытое Акционерное Общество «АКТИ-Мастер»
АКТУАЛЬНЫЕ КОМПЬЮТЕРНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ И ИНФОРМАТИКА

127254, Москва, Огородный проезд, д. 5, стр. 5
тел./факс (495)926-71-85 E-mail: post@actimaster.ru
<http://www.actimaster.ru>

УТВЕРЖДАЮ

Генеральный директор
ЗАО «АКТИ-Мастер»




В.В. Федулов
05 » июля 2017 г.

Государственная система обеспечения единства измерений

Преобразователи напряжения измерительные
аналого-цифровые модульные NI PXIe-4464

Методика поверки
NI4464МП-2017

Заместитель генерального директора
по метрологии ЗАО «АКТИ-Мастер»



Д.Р. Васильев

г. Москва
2017

Настоящая методика поверки распространяется на преобразователи напряжения измерительные аналого-цифровые модульные NI PXIe-4464 (далее – модули), изготавливаемые компаниями “National Instruments Corporation” (США), “National Instruments Corporation” (Венгрия), “National Instruments Malaysia Sdn. Bhd.” (Малайзия), и устанавливает методы и средства их поверки.

Интервал между поверками – 1 год.

1 ОПЕРАЦИИ ПОВЕРКИ

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

Таблица 1 – Операции поверки

Наименование операции	Номер пункта методики	Проведение операции при поверке	
		первичной	периодической
Внешний осмотр и подготовка к поверке	6	да	да
Опробование и функциональное тестирование	7.2	да	да
Определение смещения нуля постоянного напряжения и уровня собственных шумов	7.3	да	да
Определение погрешности измерения среднеквадратических значений синусоидального напряжения частотой 1 kHz	7.4	да	да
Определение неравномерности амплитудно-частотной характеристики	7.5	да	да
Определение погрешности измерения частоты	7.6	да	да

1.2 Если у поверяемого модуля используется один или несколько из 4-х измерительных каналов и не все диапазоны, то по запросу пользователя поверка может быть проведена только для определенных номеров каналов и диапазонов, при этом должна быть сделана соответствующая запись в свидетельстве о поверке.

2 СРЕДСТВА ПОВЕРКИ

2.1 Рекомендуется применять средства поверки, указанные в таблице 2.

Таблица 2 – Средства поверки

№	Наименование средства поверки	Номер пункта методики	Требуемые технические характеристики	Рекомендуемый тип средства поверки, рег. номер реестра
1	2	3	4	5
Средства измерений				
1	Калибратор переменного напряжения	7.4, 7.5	относительная погрешность воспроизведения переменного напряжения (rms) 0.2; 0.63; 2; 6.3; 20; 27 V на указанных частотах не более: - от 40 Hz до 20 kHz: ± 0.02 % - 45 kHz: ± 0.1 % - 92 kHz: ± 0.3 %	Калибратор многофункциональный Fluke 5700A; рег. № 52495-13
2	Генератор НЧ	7.6	относительная погрешность воспроизведения частоты 10 kHz не более $\pm 1 \cdot 10^{-6}$ (сигнал напряжения 6 V rms)	Калибратор универсальный Fluke 9100 с опцией 100; рег. № 25900-03

Продолжение таблицы 2

1	2	3	4	5
Вспомогательные средства и принадлежности				
1	Шасси PXI Express	Разделы 6, 7	не менее 4-х слотов PXIe	National Instruments PXIe-1075
2	Модуль контроллера	Разделы 6, 7	HDD \geq 40 GB ОЗУ \geq 512 MB	National Instruments PXIe-8105
3	Монитор	Разделы 6, 7	-	-
4	Клавиатура компьютерная	Разделы 6, 7	-	-
5	Манипулятор «мышь»	Разделы 6, 7	-	-
6	Коротко-замыкатель	7.3	BNC(m,m)	-
7	Кабель ВЧ	7.5 – 7.6	BNC(m,m) для варианта BNC	-
		7.3 – 7.6	mXLR(f)-BNC(m) для варианта mXLR	NI 140150-0R46
8	Адаптер	7.3 – 7.6	BNC(f)-banana(m)	-
9	Адаптер	7.3	BNC(f, f) для варианта mXLR	-
Программное обеспечение				
1	Операционная система	Разделы 6, 7	управление работой модуля	Windows XP (Windows 7)
2	Драйвер	Разделы 6, 7	управление работой модуля	National Instruments NI-DAQmx версии 14.5 и выше
2	Программа управляющая	разделы 7.2, 7.3	управление режимами и параметрами работы модуля	National Instruments "LabVIEW Signal Express"

2.2 Средства измерений должны быть исправны, поверены и иметь документы о поверке.

2.3 Допускается применять другие аналогичные средства поверки, обеспечивающие определение метрологических характеристик поверяемых генераторов с требуемой точностью.

Вместо калибратора Fluke 5700A можно использовать калибратор типа Fluke 9100 с мультиметром Agilent (Keysight) 3458A рег. № 25900-03, подстраивая устанавливаемые значения переменного напряжения по показаниям мультиметра, установленного в режим синхронной выборки (SETACV3).

3 ТРЕБОВАНИЯ К КВАЛИФИКАЦИИ ПОВЕРИТЕЛЕЙ

К проведению поверки допускаются лица с высшим или среднетехническим образованием, имеющие практический опыт в области электрических измерений.

4 ТРЕБОВАНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ

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

4.2 Во избежание несчастного случая и для предупреждения повреждения модуля необходимо обеспечить выполнение следующих требований:

- подсоединение шасси с модулем и средствами поверки к сети должно производиться с помощью сетевого кабеля из комплекта шасси;

- заземление шасси и средств поверки должно производиться посредством заземляющих контактов сетевых кабелей;
- присоединения модуля и оборудования следует выполнять при отключенных входах и выходах (отсутствии напряжения на разъемах);
- запрещается работать с модулем в условиях температуры и влажности, выходящих за пределы рабочего диапазона, а также при наличии в воздухе взрывоопасных веществ;
- запрещается работать с модулем в случае обнаружения его повреждения.

5 УСЛОВИЯ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ ПРИ ПОВЕРКЕ

При проведении поверки должны соблюдаться следующие условия окружающей среды:

- температура воздуха (23 ± 5) °С;
- относительная влажность воздуха от 30 до 70 %;
- атмосферное давление от 84 до 106.7 кПа.

6 ВНЕШНИЙ ОСМОТР И ПОДГОТОВКА К ПОВЕРКЕ

6.1 Внешний осмотр

6.1.1 При проведении внешнего осмотра проверяются:

- чистота и исправность разъемов модуля;
- отсутствие механических повреждений корпуса модуля или платы;
- правильность маркировки и комплектность модуля.

6.1.2 При наличии дефектов или повреждений, препятствующих нормальной эксплуатации поверяемого модуля, его следует направить в сервисный центр для проведения ремонта.

6.2 Подготовка к поверке

6.2.1 Перед началом работы следует изучить руководство по эксплуатации модуля, а также руководства по эксплуатации применяемых средств поверки.

6.2.2 Выполнить установку модуля:

- 1) установить в 3 левых слота шасси PXIe модуль контроллера;
- 2) присоединить к контроллеру монитор, клавиатуру и мышь;
- 3) подсоединить шасси и монитор к сети 220 V/50 Hz;
- 4) установить модуль в слот шасси PXIe;
- 5) в свободные слоты шасси установить фальш-панели; выбрать на шасси режим высокой скорости вентилятора;
- 6) включить шасси и контроллер, дождаться загрузки Windows.

Если на контроллере не установлен драйвер NI-DAQmx версии 14.5 и выше, то следует установить драйвер из комплекта модуля в соответствии с указаниями руководства по эксплуатации модуля.

6.2.3 Подготовить к работе средства поверки.

6.2.4 Выдержать модуль и средства поверки во включенном состоянии в соответствии с указаниями руководств по эксплуатации. Минимальное время прогрева модуля 30 min.

7 ПРОВЕДЕНИЕ ПОВЕРКИ

7.1 Общие указания по проведению поверки

7.1.1 Операции поверки 7.3 – 7.6 необходимо выполнять в последовательности, указанной в таблице 1. Для минимизации количества пересоединений следует выполнить эти операции сначала для одного из каналов модуля, а затем для остальных каналов.

7.1.2 В процессе выполнения операций результаты заносятся в протокол поверки.

Полученные результаты должны укладываться в пределы допускаемых значений, которые указаны в таблицах настоящего раздела документа.

При получении отрицательных результатов по какой-либо операции необходимо повторить операцию. При повторном отрицательном результате генератор следует направить в сервисный центр для проведения регулировки или ремонта.

7.2 Опробование и функциональное тестирование

7.2.1 Запустить программу “Measurement & Automation Explorer”, затем в меню “Devices & Interfaces” выбрать ярлык с наименованием шасси, и убедиться в том, что в списке устройств отображается наименование модуля номер слота шасси. Кликнуть на имени модуля, при этом в окне должен отобразиться серийный номер модуля.

Записать результат проверки в таблицу 7.2.

7.2.2 В меню “Software” выбрать папку “Software”, открыть вложенную папку “NI-DAQmx”. В окне справа должен отобразиться номер версии (Version) драйвера.

Записать результат проверки в таблицу 7.2

7.2.3 В меню “Devices & Interfaces” кликнуть на наименовании модуля в списке устройств, и запустить процедуру тестирования “Self-Test”. После завершения процедуры тестирования должно появиться сообщение “The self test completed successfully”.

Записать результат проверки в таблицу 7.2.

7.2.4 Запустить процедуру автоподстройки “Self-Calibrate”. По завершении процедуры (несколько минут) должно появиться сообщение “The device was calibrated successfully”.

Записать результат проверки в таблицу 7.2.

7.2.5 Закрыть программу “Measurement & Automation Explorer”.

Запустить программу “LabVIEW Signal Express” (New Project).

Нажать клавишу “Add Step” и выбрать “Acquire Signals” – “DAQmx Acquire” – “Analog Input” – “Voltage”.

Во внутреннем окне “Add Channels to Task” выбрать номер канала, и подтвердить выбор нажатием “OK”.

В окне “Channel Settings” кликнуть правой кнопкой мыши на строке с номером канала.

Выбрать опцию “Change Physical Channel”, в появившемся списке выбрать следующий номер канала, подтвердить выбор нажатием “OK”. Проверить аналогично остальные каналы.

Нажать клавишу “Add Step” и выбрать “Analysis” – “Time-Domain Measurements” – “Amplitude and Levels”.

В ходе проверки программы “LabVIEW Signal Express” не должно быть сообщений об ошибках.

Записать результат проверки в таблицу 7.2.

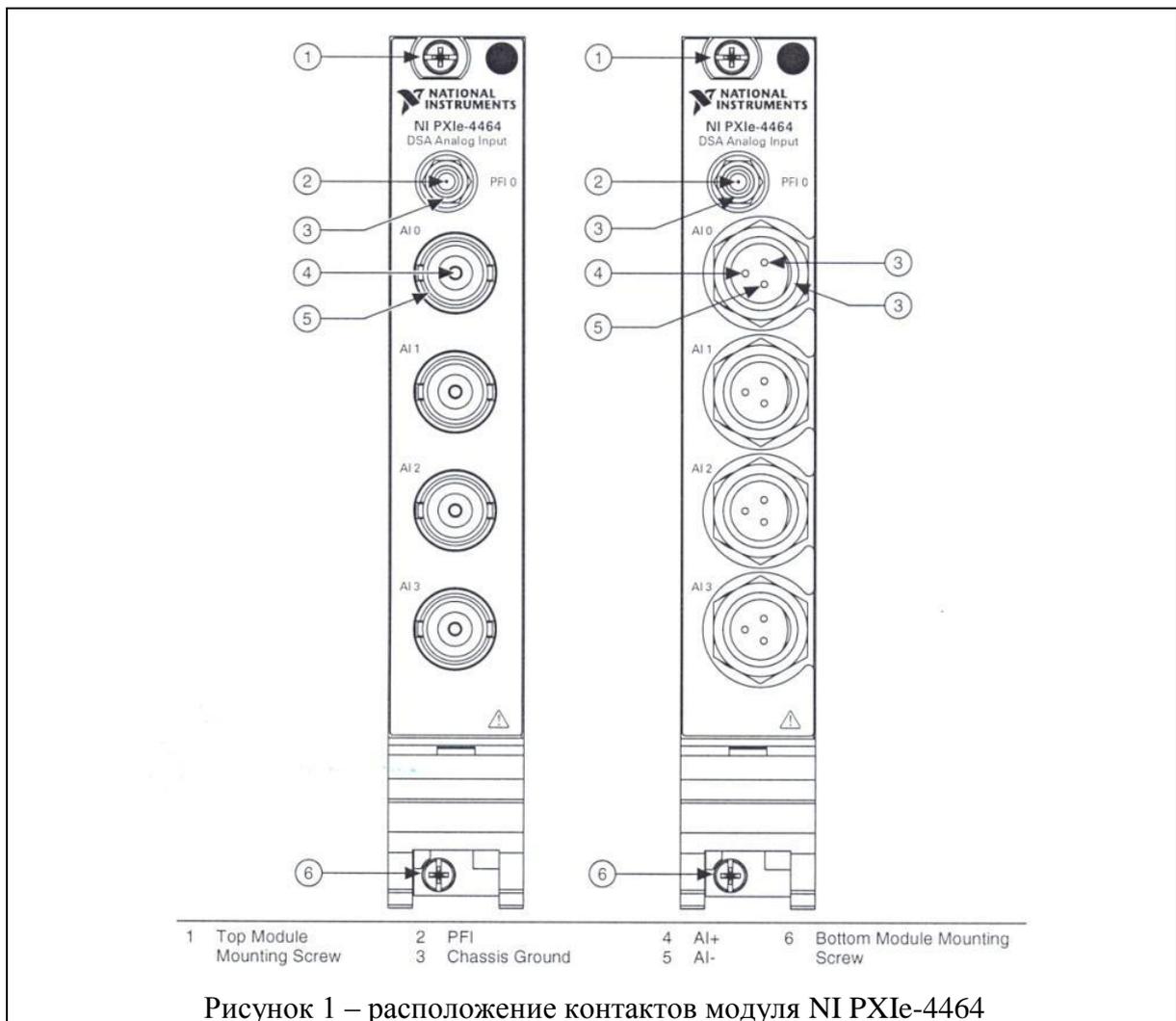
Таблица 7.2 – Опробование и функциональное тестирование

Содержание проверки	Результат проверки	Критерии проверки
отображение серийного номера и номера слота шасси		правильно отображаются серийный номер и номер слота шасси
идентификация ПО		“NI-DAQmx” версии 14.5 или выше
процедура “Self-Test”		сообщение “The self-test completed successfully”
процедура “Self-Calibrate”		сообщение “The device was calibrated successfully”
проверка программы “LabVIEW Signal Express”		нет сообщений об ошибках

7.3 Определение смещения нуля постоянного напряжения и уровня собственных шумов

7.3.1 Установить короткозамыкатель BNC(m) на вход канала модуля. Для модуля с входными разъемами типа mXLR следует использовать дополнительно соединительный кабель mXLR(f)-BNC(m) и адаптер BNC(f, f).

Расположение контактов модуля показано на рисунке 1.



7.3.3 Войти в меню “DAQmx Acquire”.

В окне “Channel Settings” кликнуть правой кнопкой мыши на строке с номером канала. Выбрать опцию “Change Physical Channel”, в появившемся списке выбрать нужный номер канала, подтвердить выбор нажатием “OK”.

Сделать установки:

Device – Coupling: DC

Settings – Terminal configuration: Pseudodifferential

Signal Input Range: ввести первое значение диапазона измерений, указанное в столбце 1 таблицы 7.3 (Max Value – положительное значение, Min Value – отрицательное значение)

Timing Settings

Acquisition Mode: Continuous Samples

Rate (Hz): 204800 (204,8k)

Samples to Read: 100000 (100k)

7.3.4 Войти в меню “Amplitude and Levels”.

7.3.5 Запустить процесс сбора данных нажатием клавиши “Run”.

Записать отсчет “DC Value” в соответствующую ячейку столбца 2 таблицы 7.3.1. Он должен находиться в пределах, указанных в столбце 3 таблицы 7.3.1.

Записать отсчет “RMS Value” в соответствующую ячейку столбца 2 таблицы 7.3.2. Он должен находиться в пределах, указанных в столбце 3 таблицы 7.3.2.

7.3.6 В меню “DAQmx Acquire” задавать последовательно остальные диапазоны, указанные в столбце 1 таблиц 7.3.1 и 7.3.2.

Переходить в меню “Amplitude and Levels”.

Записывать отсчеты “DC Value” в столбец 2 таблицы 7.3.1. Они должны находиться в пределах, указанных в столбце 3 таблицы 7.3.1.

Записывать отсчеты “RMS Value” в столбец 2 таблицы 7.3.2. Они должны находиться в пределах, указанных в столбце 3 таблицы 7.3.2.

7.3.7 Остановить процесс сбора данных нажатием клавиши “Stop”.

Таблица 7.3.1 – Смещение нуля постоянного напряжения

Диапазон, U peak, V	Измеренное смещение, mV				Пределы допускаемых значений, mV
	AI0	AI1	AI2	AI3	
<i>1</i>	<i>2</i>				<i>3</i>
±0.316					±0.1
±1					±0.15
±3.16					±0.3
±10					±0.9
±31.6					±3.0
±42.4					±9.0

Таблица 7.3.2 – Уровень собственных шумов

Диапазон, U peak, V	Измеренный уровень шумов, mV rms				Пределы допускаемых значений, mV rms
	AI0	AI1	AI2	AI3	
<i>1</i>	<i>2</i>				<i>3</i>
±0.316					2.8
±1					4.3
±3.16					10.8
±10					32.9
±31.6					243
±42.4					445

7.4 Определение погрешности измерения среднеквадратических значений синусоидального напряжения частотой 1 kHz

7.4.1 Установить калибратор в режим воспроизведения синусоидального напряжения, выход в положение “OFF”, частоту 1 kHz.

7.4.2 Используя адаптер BNC(f)-banana(m) и соединительный кабель BNC(m,m) для варианта BNC или mXLR(f)-BNC(m) для варианта mXLR, соединить вход канала модуля с выходом калибратора. Центральный проводник кабеля должен быть соединен с гнездом “HI” калибратора, экран кабеля – с гнездом “LO” калибратора.

7.4.3 Войти в меню “DAQmx Acquire”.

В окне “Step Setup” ввести первое значение диапазона измерений, указанное в столбце 1 таблицы 7.4 (Max Value – положительное значение, Min Value – отрицательное значение).

7.4.4 Установить на калибраторе первое значение уровня напряжения rms, указанное в соответствующей строке столбца 2 таблицы 7.4, и перевести калибратор в положение “ON”.

7.4.5 Войти в меню “Amplitude and Levels”.

7.4.6 Запустить генерацию сигнала нажатием клавиши “Run”.

Записать отображаемый в окне “RMS Value” результат в соответствующую ячейку столбца 3 таблицы 7.4, округлив его до последнего разряда, указанного в столбце 4 таблицы 7.4.

Отчет на модуле должен находиться в пределах, указанных в столбце 4 таблицы 7.4.

Таблица 7.4 – Погрешность измерения напряжения rms на частоте 1 kHz

Диапазон, U peak, V	U _{in} , rms	Измеренное значение напряжения, rms				Пределы допускаемых значений, rms
		AI0	AI1	AI2	AI3	
1	2	3				4
±0.316	200 mV					199.31...200.69 mV
±1	0.7 V					697.58...702.42 mV
±3.16	2.0 V					1.99310...2.00692 V
±10	7.0 V					6.9758...7.0242 V
±31.6	20 V					19.9310...20.0692 V
±42.4	27 V					26.9068...27.0934 V

7.4.7 Задавать в меню “DAQmx Acquire” последовательно остальные диапазоны, указанные в столбце 1 таблицы 7.4.

Устанавливать на калибраторе соответствующие значения напряжения, как указано в столбце 2 таблицы 7.4.

После установки нового диапазона переходить в меню “Amplitude and Levels”, и записывать отсчеты “RMS Value” в соответствующую ячейку столбца 3 таблицы 7.4, округляя их до последнего разряда значений, указанных в столбце 4 таблицы 7.4.

Отчеты на модуле должны находиться в пределах, указанных в столбце 4 таблицы 7.4.

ПРИМЕЧАНИЕ: указанные в столбце 4 таблицы 7.4 пределы допускаемых значений рассчитаны исходя из допускаемых пределов относительной погрешности измерения среднеквадратических значений синусоидального напряжения частотой 1 kHz по описанию типа средства измерений, которые составляют ±0.03 dB.

7.4.8 Остановить процесс сбора данных нажатием клавиши “Stop”.

7.4.9 Перевести выход калибратора в положение “OFF”.

7.5 Определение неравномерности амплитудно-частотной характеристики

7.5.1 Установить калибратор в режим воспроизведения синусоидального напряжения, выход в положение “OFF”, частоту 1 kHz.

7.5.2 Войти в меню “DAQmx Acquire”.

В окне “Step Setup” ввести первое значение диапазона измерений, указанное в столбце 1 таблицы 7.5 (Max Value – положительное значение, Min Value – отрицательное значение).

7.5.3 Установить на калибраторе первое значение уровня напряжения, указанное в столбце 1 таблицы 7.5, и перевести калибратор в положение “ON”.

7.5.4 Войти в меню “Amplitude and Levels”.

7.5.5 Запустить генерацию сигнала нажатием клавиши “Run”.

Записать отображаемый в окне “RMS Value” результат в соответствующую ячейку столбца 4 таблицы 7.5 для частоты 1 kHz, округлив его до последнего разряда, указанного в столбце 5 таблицы 7.5. Данный отсчет обозначен в таблице 7.5 как U1, он должен находиться в пределах, указанных в столбце 5 таблицы 7.5, и будет использоваться как опорное значение.

7.5.6 Не изменяя уровень напряжения на калибраторе, устанавливая на нем последовательно остальные значения частоты, указанные в столбце 3 таблицы 7.5.

Записывать отсчеты “RMS Value” в столбец 4 таблицы 7.5.

Таблица 7.5 – Неравномерность АЧХ

Диапазон, U peak, V	U in, V rms	Частота, kHz	Измеренное значение напряжения Uf, rms				Пределы допускаемых значений, U rms
			AI0	AI1	AI2	AI3	
1	2	3	4				5
±0.316	0.2	1					U1 = (199.31...200.69) mV
		20					(0.99931...1.00069)·U1
		45					(0.99655...1.00346)·U1
		92.2					(0.98855...1.01158)·U1
±1	0.7	1					U1 = (697.58...702.42) mV
		20					(0.99931...1.00069)·U1
		45					(0.99655...1.00346)·U1
		92.2					(0.98855...1.01158)·U1
±3.16	2.0	1					U1 = (1.9931...2.0069) V
		20					(0.99931...1.00069)·U1
		45					(0.99655...1.00346)·U1
		92.2					(0.98855...1.01158)·U1
±10	6.3	1					U1 = (6.9758...7.0242) V
		20					(0.99931...1.00069)·U1
		45					(0.99655...1.00346)·U1
		92.2					(0.98855...1.01158)·U1
±31.6	20 V	1					U1 = (19.931...20.069) V
		20					(0.97724...1.02329)·U1
		45					(0.93325...1.07352)·U1
		92.2					(0.89125...1.12202)·U1
±42.4	27	1					U1 = (26.907...27.093) V
		20					(0.97724...1.02329)·U1
		45					(0.93325...1.07352)·U1
		92.2					(0.89125...1.12202)·U1

7.5.7 Выполнить действия по пунктам 7.5.1 – 7.5.6 для остальных диапазонов модуля и соответствующих им уровней напряжения на калибраторе.

7.5.8 Остановить процесс сбора данных нажатием клавиши “Stop”.
Перевести выход калибратора в положение “OFF”.

7.5.9 Рассчитать для каждого диапазона модуля и частот 20; 45; 92.2 kHz пределы допускаемых значений неравномерности АЧХ как отношение U_f / U_1 , где U_f – измеренное значение напряжения на частоте 1 kHz, U_1 – измеренное значение напряжения на соответствующей частоте. Полученные значения отношения должны находиться в пределах, указанных в скобках в столбце 5 таблицы 7.5.

ПРИМЕЧАНИЕ: указанные в столбце 5 таблицы 7.5 пределы допускаемых значений рассчитаны исходя из допускаемых пределов неравномерности АЧХ относительно 1 kHz по описанию типа средства измерений, приведенных в таблице ниже.

Диапазон, V	Неравномерность АЧХ, dB, не более		
	$f \leq 20$ kHz	20 kHz $< f \leq 45$ kHz	45 kHz $< f \leq 92.2$ kHz
$\pm 0.316; \pm 1; \pm 3.16; \pm 10$	± 0.006	± 0.03	± 0.1
$\pm 31.6; \pm 42.4$	± 0.2	± 0.6	± 1.0

7.6 Определение погрешности измерения частоты

7.6.1 Используя адаптер BNC(f)-banana(m) и кабель BNC(m,m) для варианта BNC или mXLR(f)-BNC(m) для варианта mXLR, соединить вход канала модуля с выходом генератора. Центральный проводник кабеля соединить с гнездом “HI” генератора, экран кабеля соединить с гнездом “LO” генератора.

ПРИМЕЧАНИЕ: операция может быть выполнена на любом из каналов модуля.

7.6.2 Войти в меню “DAQmx Acquire”, установить диапазон измерений ± 10 V.

7.6.3 Установить генератор НЧ в режим воспроизведения синусоидального напряжения, частоту 1 kHz, уровень напряжения 6 V rms.

7.6.4 Перевести калибратор в положение “ON”.

7.6.5 Нажать на панели программы модуля клавишу “Add Step” и выбрать “Analysis” – “Frequency-Domain Measurements” – “Tone Extraction”.

7.6.6 Нажать клавишу “Run”.

Записать отсчет значения частоты “Detected frequency” в столбец 2 таблицы 7.6.

7.6.7 Остановить процесс сбора данных нажатием клавиши “Stop”.

Перевести выход генератора в положение “OFF”.

Таблица 7.6 – Погрешность измерения частоты

Установленное значение частоты, kHz	Измеренное значение частоты, kHz	Пределы допускаемых значений, kHz
1	2	3
10		9.99973...10.00027

8 ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ

8.1 Протокол поверки

По завершении операций поверки оформляется протокол поверки в произвольной форме с указанием следующих сведений:

- полное наименование аккредитованной на право поверки организации;
- номер и дата протокола поверки
- наименование и обозначение поверенного средства измерения
- заводской (серийный) номер;
- обозначение документа, по которому выполнена поверка;
- наименования, обозначения и заводские (серийные) номера использованных при поверке средств измерений, сведения об их последней поверке;
- температура и влажность в помещении;
- фамилия лица, проводившего поверку;
- результаты определения метрологических характеристик по форме таблиц раздела 7 настоящего документа.

Допускается не оформлять протокол поверки отдельным документом, а результаты поверки (метрологические характеристики) указать на оборотной стороне свидетельства о поверке.

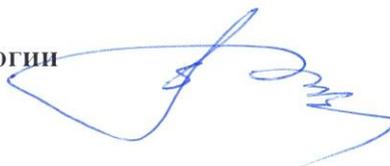
8.2 Свидетельство о поверке и знак поверки

При положительных результатах поверки выдается свидетельство о поверке и наносится знак поверки в соответствии с Приказом Минпромторга России № 1815 от 02.07.2015 г.

8.3 Извещение о непригодности

При отрицательных результатах поверки, выявленных при внешнем осмотре, опробовании или выполнении операций поверки, выдается извещение о непригодности в соответствии с Приказом Минпромторга России № 1815 от 02.07.2015 г.

Ведущий инженер по метрологии
ЗАО «АКТИ-Мастер»



Е.В. Маркин