



**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

« 12 » июля 2017 г.

Государственная система обеспечения единства измерений

Мультиметры цифровые модульные
NI PXIe-4080, NI PXIe-4081, NI PXIe-4082

Методика поверки
NI4080МП-2017

Заместитель генерального директора
по метрологии ЗАО «АКТИ-Мастер»



Д.Р. Васильев

г. Москва
2017

Настоящая методика поверки распространяется на мультиметры цифровые модульные NI PXIe-4080, NI PXIe-4081, NI PXIe-4082 (далее – модули), выпускаемые компаниями “National Instruments Corporation” (США), “National Instruments Corporation” (Венгрия) и “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	6.1	да	да
Подготовка к поверке	6.2	да	да
Опробование и диагностика	7.2	да	да
Определение погрешности измерения постоянного напряжения	7.3	да	да
Определение погрешности измерения переменного напряжения	7.4	да	да
Определение погрешности измерения силы постоянного тока	7.5	да	да
Определение погрешности измерения силы переменного тока	7.6	да	да
Определение погрешности измерения сопротивления по 4-х проводной схеме	7.7	да	да
Определение погрешности измерения сопротивления по 2-х проводной схеме	7.8	да	да
Определение погрешности измерения электрической емкости (NI PXIe-4082)	7.9	да	да

1.2 Если поверяемый модуль используется в определенных режимах и диапазонах измерений, по запросу пользователя поверка может быть проведена в этих режимах и диапазонах, при этом должна быть сделана соответствующая запись в свидетельстве о поверке.

2 СРЕДСТВА ПОВЕРКИ

2.1 Рекомендуется применять средства поверки, указанные в таблице 2.

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

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

Таблица 2 – Средства поверки

Наименование средства поверки	Номер пункта методики	Рекомендуемый тип средства поверки, регистрационный номер реестра
Эталоны (средства измерений)		
Калибратор постоянного и переменного напряжения, постоянного и переменного тока, электрического сопротивления	7.3 – 7.8	Калибратор многофункциональный Fluke 5720A, рег. № 30447-05
Меры электрической емкости (для модели NI PXIe-4082)	7.9	Меры емкости образцовые P597 с номиналами 100 pF, 10 nF, 100 nF; 1 µF, рег. № 2684-70. Магазин емкости P5025, рег. № 5395-76
Вспомогательное оборудование и принадлежности		
Комплект измерительных кабелей “banana” с низкой термоЭДС	7.3 – 7.8	Комплект кабелей Fluke 5440
Короткозамыкатель “banana”	7.3, 7.8, 7.9	-
Кабель коаксиальный с низкой собственной емкостью и разъемами “banana” (для модели NI PXIe-4082)	7.9	Pasternack PE3005
Шасси (базовый блок) с шиной PXI Express	Разделы 6, 7	Шасси National Instruments PXIe-1075
Модуль контроллера HDD ≥ 40 GB, ОЗУ ≥ 512 MB; интерфейсы USB; шина PXIe	Разделы 6, 7	Контроллер National Instruments PXIe-8105
Монитор, клавиатура, манипулятор «мышь»	Разделы 6, 7	-
Программное обеспечение		
Драйвер для управления мультиметром	Разделы 6, 7	Драйвер NI-DMM версии 15.2 и выше
Операционная система	Разделы 6, 7	Windows; NI LabVIEW (NI LabWindows)

3 ТРЕБОВАНИЯ К КВАЛИФИКАЦИИ ПОВЕРИТЕЛЕЙ

К проведению поверки допускаются лица, имеющие высшее или среднетехническое образование, 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 и поверочного оборудования необходимо обеспечить выполнение следующих требований:

- подсоединение оборудования к сети должно производиться с помощью сетевого кабеля, предназначенного для данного оборудования;
- заземление оборудования должно производиться посредством заземляющего контакта сетевого кабеля;
- запрещается производить установку и изъятие модуля из слота при включенном шасси;
- запрещается производить подсоединение кабелей к контактам модуля или отсоединение от них, когда имеется напряжение на входе модуля;
- запрещается работать с модулем при обнаружении его повреждения.

5 УСЛОВИЯ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ ПРИ ПОВЕРКЕ

При проведении поверки должны соблюдаться следующие условия окружающей среды:

- температура воздуха (23 ± 1) °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 поверяемого модуля, а также руководства по эксплуатации применяемых средств поверки.

6.2.2 Выполнить загрузку программного обеспечения и 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) включить шасси и контроллер, дождаться загрузки Windows;
- 5) инсталлировать программный пакет NI-DMM из комплекта модуля на контроллер в соответствии с указаниями руководства по эксплуатации модуля;
- 6) выключить контроллер через меню Start-Turn OFF;
- 7) установить модуль в слот шасси PXIe;
- 8) в свободные слоты шасси установить фальш-панели; выбрать на шасси режим высокой скорости вентилятора;
- 9) включить контроллер и следовать указаниям на дисплее для завершения инсталляции драйвера модуля.

6.2.3 Подключить калибратор к сети (220 ± 10) V; (50 ± 0.5) Hz и подготовить его к работе в соответствии с руководством по эксплуатации.

До начала операций поверки выдержать модуль и калибратор во включенном состоянии не менее 60 min.

7 ПРОВЕДЕНИЕ ПОВЕРКИ

7.1 Общие указания по проведению поверки

В процессе выполнения операций результаты измерений заносятся в протокол поверки. Полученные результаты должны укладываться в пределы допускаемых значений, указанных в таблицах раздела 7 настоящей методики. При получении отрицательных результатов по какой-либо операции необходимо ее повторить. При повторном отрицательном результате модуль следует направить в сервисный центр для проведения регулировки и/или ремонта.

7.2 Опробование и диагностика

7.2.1 Запустить программу “Measurement & Automation Explorer”, затем в меню “Devices & Interfaces” выбрать ярлык с наименованием шасси, и убедиться в том, в списке устройств отображается наименование модуля.

7.2.2 В меню “Software” выбрать “NI-DMM”.

Убедиться в том, что в правом поле окна в столбце “Version” отображается номер версии программного обеспечения (драйвера).

Записать результат проверки номера версии в таблицу 7.2.

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

Записать результат диагностики в таблицу 7.2.

7.2.4 Выполнить процедуру автоподстройки, для чего в меню “Devices & Interfaces” кликнуть на “Self-Calibrate”. После завершения процедуры автоподстройки должно появиться сообщение “The device was calibrated successfully”.

Записать результат автоподстройки в таблицу 7.2.

7.2.5 Запустить клавишей “Test Panels” виртуальную панель “NI-DMM”. Через несколько секунд должна появиться панель мультиметра.

Записать результат запуска виртуальной панели в таблицу 7.2.

Таблица 7.2 – Опробование и диагностика

Содержание проверки	Результат проверки	Критерий проверки
Проверка идентификации версии программы		“NI-DMM” 15.2 и выше
Диагностика Self-Test		Сообщение “The self-test completed successfully”
Автоподстройка Self-Calibrate		Сообщение “The device was calibrated successfully”
Запуск панели NI-DMM		отображение панели “NI-DMM Soft Front Panel”

7.3 Определение погрешности измерения постоянного напряжения

7.3.1 Установить короткозамыкатель между гнездами “HI” и “LO” модуля.

7.3.2 Установить на панели модуля функцию измерения постоянного напряжения и сделать установки:

Power Line: 50 Hz (активировать функцию “Filter”)

Resolution

NI PXIE-4080, NI PXIE-4082: 6.5 digits

NI PXIE-4081: 7.5 digits

7.3.3 Выждать 2 min для минимизации термо-эдс.

Устанавливать на панели модуля диапазон (Range) и входное сопротивление (Input Resistance), как указано в столбцах 1 и 2 таблицы 7.3.

Записывать отсчеты VDC на панели модуля в столбец 5 таблицы 7.3.

7.3.4 Отсоединить короткозамыкатель от гнезд “HI” и “LO” модуля.

7.3.5 Убедиться в том, что выход калибратора отключен (“STBY”).

7.3.6 Используя измерительные кабели, выполнить соединения модуля и калибратора, как показано на рисунке 1.

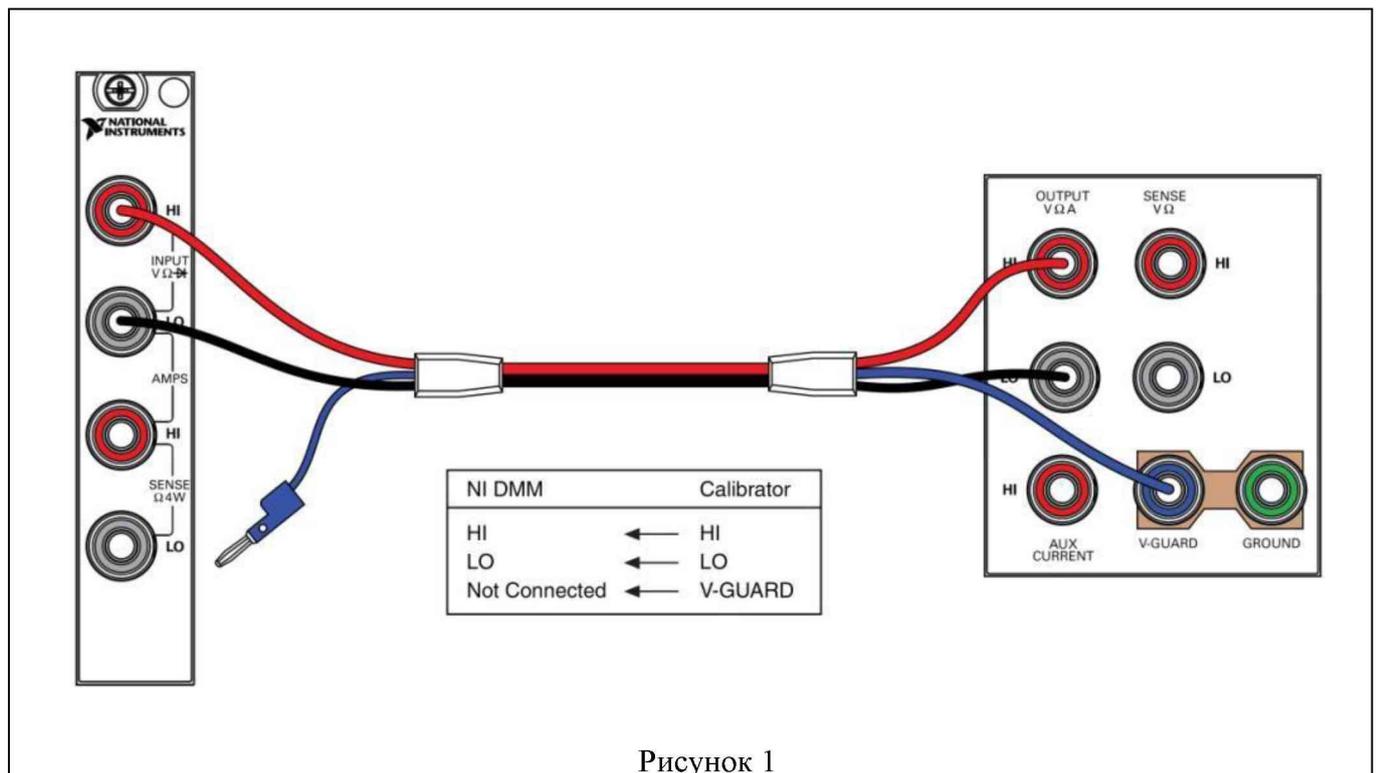


Рисунок 1

7.3.7 Установить на панели модуля диапазон (Range) 100 mV, входное сопротивление (Input Resistance) >10 GΩ.

7.3.8 Ввести на калибраторе диапазон постоянного напряжения 2.2 V, значение 0 V. Активировать выход калибратора клавишей “OPR”.

7.3.9 Выждать 2 min для минимизации термо-эдс.

Активировать на панели модуля функцию компенсации смещения нуля (Null Offset).

Убедиться в том, что отсчет на панели модуля не превышает $\pm 0.3 \mu V$.

В случае превышения данного значения отключить и повторно включить функцию компенсации Null Offset.

7.3.10 Установить на калибраторе значение напряжения +100 mV.

Записать отсчет VDC на панели модуля в столбец 5 таблицы 7.3.

7.3.11 Установить на калибраторе значение напряжения -100 mV.

Записать отсчет VDC на панели модуля в столбец 5 таблицы 7.3.

7.3.17 Устанавливать далее на панели модуля диапазон (Range) и входное сопротивление (Input Resistance), как указано в столбцах 1 и 2 таблицы 7.3.

Устанавливать соответствующие значения напряжения на калибраторе, указанные в столбце 3 таблицы 7.3.

Записывать отсчеты VDC на панели модуля в столбец 5 таблицы 7.3.

7.3.18 Отключить выход калибратора клавишей “STBY”.

Таблица 7.3.1 – Погрешность измерения постоянного напряжения NI PXIe-4081

Диапазон модуля	Входное сопротивление модуля	Напряжение калибратора	Нижний предел допускаемых значений	Измеренное модулем значение	Верхний предел допускаемых значений
1	2	3	4	5	6
100 mV	>10 GΩ	SHORT	-0.00280		+0.00280
1 V	>10 GΩ	SHORT	-0.0000045		+0.0000045
10 V	>10 GΩ	SHORT	-0.000007		+0.000007
100 V	10 MΩ	SHORT	-0.00025		+0.00025
1000 V	10 MΩ	SHORT	-0.0005		+0.0005
100 mV	>10 GΩ	+100 mV	99.9964		+100.0036
		-100 mV	-100.0036		-99.9964
1 V	>10 GΩ	+1 V	+0.9999795		+1.0000205
		-1 V	-1.0000205		-0.9999795
10 V	>10 GΩ	+10 V	+9.999875		+10.000125
		-10 V	-10.000125		-9.999875
100 V	10 MΩ	+100 V	+99.99715		+100.00285
		-100 V	-100.00285		-99.99715
1000 V	10 MΩ	+700 V	+699.9764		+700.0236
		-700 V	-700.0236		-699.9764

Таблица 7.3.2 – Погрешность измерения постоянного напряжения NI PXIe-4080, NI PXIe-4082

Диапазон модуля	Входное сопротивление модуля	Напряжение калибратора	Нижний предел допускаемых значений	Измеренное модулем значение	Верхний предел допускаемых значений
1	2	3	4	5	6
100 mV	>10 GΩ	SHORT	-0.0040		+0.0040
1 V	>10 GΩ	SHORT	-0.000008		+0.000008
10 V	>10 GΩ	SHORT	-0.00006		+0.00006
100 V	10 MΩ	SHORT	-0.0006		+0.0006
300 V	10 MΩ	SHORT	-0.006		+0.006
100 mV	>10 GΩ	+100 mV	+99.9935		+100.0065
		-100 mV	-100.0065		-99.9935
1 V	>10 GΩ	+1 V	+0.999969		+1.000031
		-1 V	-1.000031		-0.999969
10 V	>10 GΩ	+10 V	+9.99969		+10.00031
		-10 V	-10.00031		-9.99969
100 V	10 MΩ	+100 V	+99.9959		+100.0041
		-100 V	-100.0041		-99.9959
300 V	10 MΩ	+300 V	+299.983		+300.017
		-300 V	-300.017		-299.983

7.4 Определение погрешности измерения переменного напряжения

Схема соединения модуля и калибратора по предыдущей операции (рисунок 1).

7.4.1 Ввести на панели модуля функцию измерения переменного напряжения и сделать установки:

Power Line: 50 Hz (активировать функцию “Filter”)

Resolution: 5.5 digits

7.4.2 Установить на калибраторе синусоидальное напряжение 0 mV.

Активировать выход калибратора клавишей “OPR”.

7.4.3 Устанавливать на панели модуля диапазон (Range), как указано в столбце 1 таблицы 7.4.

Устанавливать соответствующие значения напряжения и частоты на калибраторе, указанные в столбцах 2 и 3 таблицы 7.4.

Записывать отсчеты VAC на панели модуля в столбец 5 таблицы 7.4.

7.4.4 Отключить выход калибратора клавишей “STBY”.

7.4.5 Отсоединить кабели от модуля и калибратора.

Таблица 7.4.1 – Погрешность измерения переменного напряжения NI PXIe-4081

Диапазон модуля	Установки калибратора		Нижний предел допускаемых значений	Измеренное модулем значение	Верхний предел допускаемых значений
	напряжение	частота			
<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>	<i>6</i>
50 mV	5 mV	1 kHz	4.9875		5.0125
	50 mV	30 Hz	49.940		50.060
	50 mV	55 Hz	49.965		50.035
	50 mV	1 kHz	49.965		50.035
	50 mV	20 kHz	49.965		50.035
	50 mV	50 kHz	49.955		50.045
	50 mV	100 kHz	49.840		50.160
500 mV	50 mV	300 kHz	49.575		50.425
	500 mV	1 kHz	49.950		50.050
	500 mV	30 Hz	499.475		500.525
	500 mV	55 Hz	499.725		500.275
	500 mV	1 kHz	499.725		500.275
	500 mV	20 kHz	499.725		500.275
	500 mV	50 kHz	499.650		500.350
5 V	500 mV	100 kHz	498.950		501.050
	500 mV	300 kHz	495.750		504.250
	500 mV	1 kHz	499.500		500.500
	5 V	30 Hz	4.99475		5.00525
	5 V	55 Hz	4.99725		5.00275
	5 V	1 kHz	4.99725		5.00275
	5 V	20 kHz	4.99725		5.00275
50 V	5 V	50 kHz	4.99650		5.00350
	5 V	100 kHz	4.98950		5.01050
	5 V	300 kHz	4.95750		5.04250
	5 V	1 kHz	4.99200		5.00800
	50 V	30 Hz	49.9475		50.0525
	50 V	55 Hz	49.9650		50.0350
	50 V	1 kHz	49.9650		50.0350
700 V	50 V	20 kHz	49.9650		50.0350
	50 V	50 kHz	49.9150		50.0850
	50 V	100 kHz	49.6750		50.3250
	50 V	300 kHz	48.4250		51.5750
	219 V	30 Hz	218.746		219.254
	700 V	55 Hz	699.510		700.490
	700 V	1 kHz	699.510		700.490
700 V	219 V	20 kHz	218.798		219.202
	219 V	50 kHz	218.387		219.613
	219 V	100 kHz	217.336		220.664
	70 V	300 kHz	66.850		73.150

Таблица 7.4.2 – Погрешность измерения переменного напряжения NI PXIe-4080, NI PXIe-4082

Диапазон модуля	Установки калибратора		Нижний предел допускаемых значений	Измеренное модулем значение	Верхний предел допускаемых значений
	напряжение	частота			
1	2	3	4	5	6
50 mV	5 mV	1 kHz	4.9775		5.0225
	50 mV	30 Hz	49.930		50.070
	50 mV	55 Hz	49.955		50.045
	50 mV	1 kHz	49.955		50.045
	50 mV	20 kHz	49.955		50.045
	50 mV	50 kHz	49.935		50.065
	50 mV	100 kHz	49.710		50.290
500 mV	50 mV	300 kHz	48.450		51.550
	500 mV	1 kHz	49.875		50.125
	500 mV	30 Hz	499.450		500.550
	500 mV	55 Hz	499.650		500.350
	500 mV	1 kHz	499.650		500.350
	500 mV	20 kHz	499.650		500.350
	500 mV	50 kHz	499.450		500.550
5 V	500 mV	100 kHz	497.400		502.600
	500 mV	300 kHz	484.750		515.250
	500 mV	1 kHz	498.750		501.250
	5 V	30 Hz	4.99450		5.00550
	5 V	55 Hz	4.99650		5.00350
	5 V	1 kHz	4.99650		5.00350
	5 V	20 kHz	4.99650		5.00350
50 V	5 V	50 kHz	4.99450		5.00550
	5 V	100 kHz	4.97400		5.02600
	5 V	300 kHz	4.84750		5.15250
	5 V	1 kHz	4.98750		5.01250
	50 V	30 Hz	49.9450		50.0550
	50 V	55 Hz	49.9650		50.0350
	50 V	1 kHz	49.9650		50.0350
300 V	50 V	20 kHz	49.9650		50.0350
	50 V	50 kHz	49.9450		50.0550
	50 V	100 kHz	49.7400		50.2600
	50 V	300 kHz	48.4750		51.5250
	219 V	30 Hz	218.751		219.249
	300 V	55 Hz	299.790		300.210
	219 V	1 kHz	218.830		219.170
300 V	219 V	20 kHz	218.830		219.170
	219 V	50 kHz	218.743		219.257
	219 V	100 kHz	217.845		220.155
	70 V	300 kHz	67.750		72.250

7.5 Определение погрешности измерения силы постоянного тока

7.5.1 Ввести на панели модуля функцию измерения силы постоянного тока и сделать установки:

Power Line: 50 Hz (активировать функцию “Filter”)

Resolution: 6.5 digits

7.5.2 Не присоединяя кабели к входам, устанавливать на панели модуля диапазон (Range), как указано в столбце 1 таблицы 7.5.

Записывать отсчеты IDC на панели модуля в столбец 4 таблицы 7.5.

7.5.3 Убедиться в том, что выход калибратора отключен (“STBY”).

7.5.4 Для модуля NI PXIe-4080, NI PXIe-4082 перейти к пункту 7.5.8.

Для модуля NI PXIe-4081, используя измерительные кабели, выполнить соединения модуля с калибратором и мультиметром, как показано на рисунке 2.

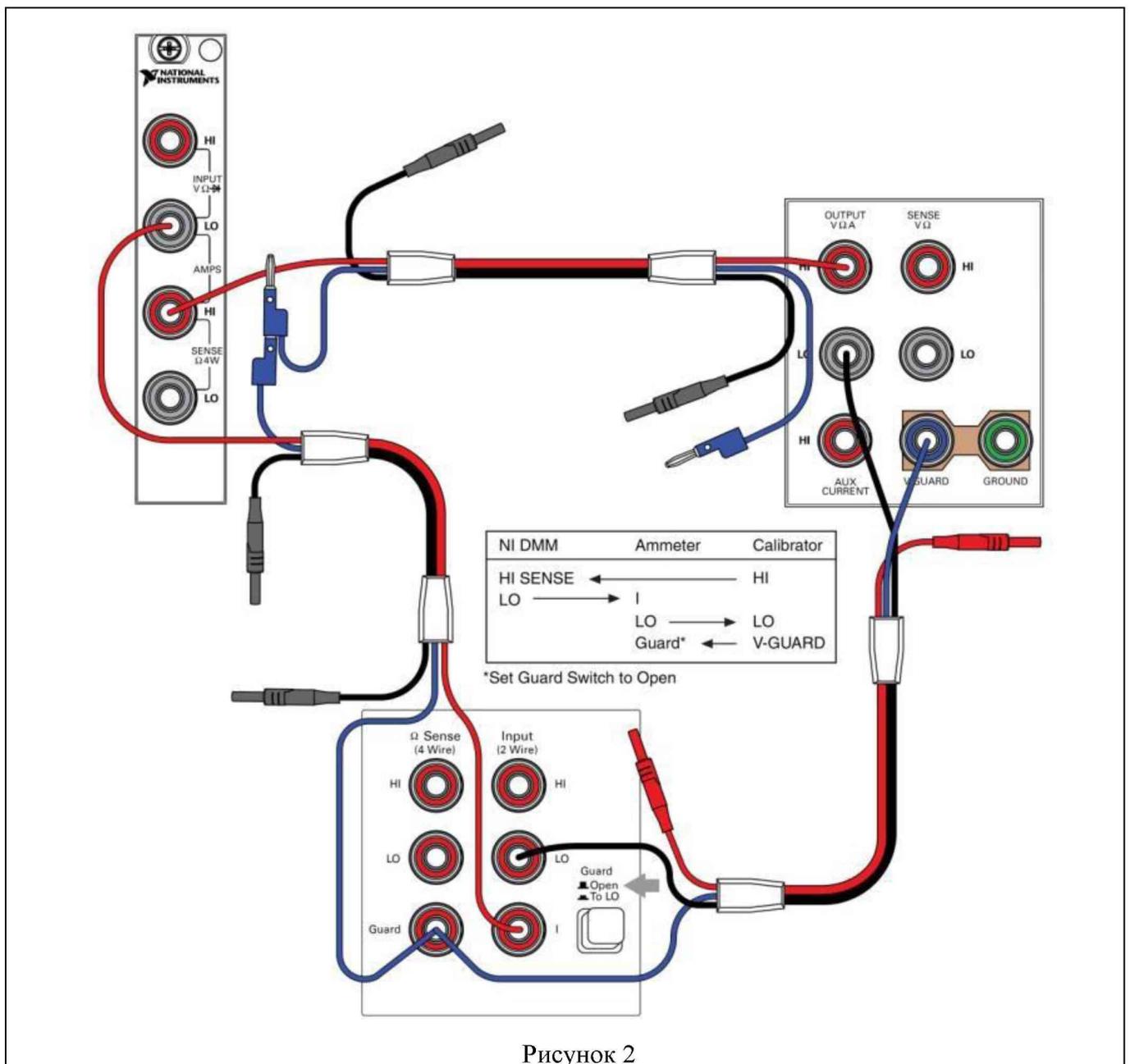


Рисунок 2

7.5.5 Установить на мультиметре режим измерения силы постоянного тока с разрешением 5,5 разрядов.

7.5.6 Ввести на калибраторе значение силы тока 0 А.
Активировать выход калибратора клавишей “OPR”.

7.5.7 Устанавливать на панели модуля диапазон (Range) от 1 μ А до 1 мА включительно, как указано в столбце 1 таблицы 7.5.

Устанавливать соответствующий диапазон измерения на мультиметре.

Устанавливать на калибраторе соответствующие значения силы тока, указанные в столбце 2 таблицы 7.5, подстраивая их по показаниям мультиметра.

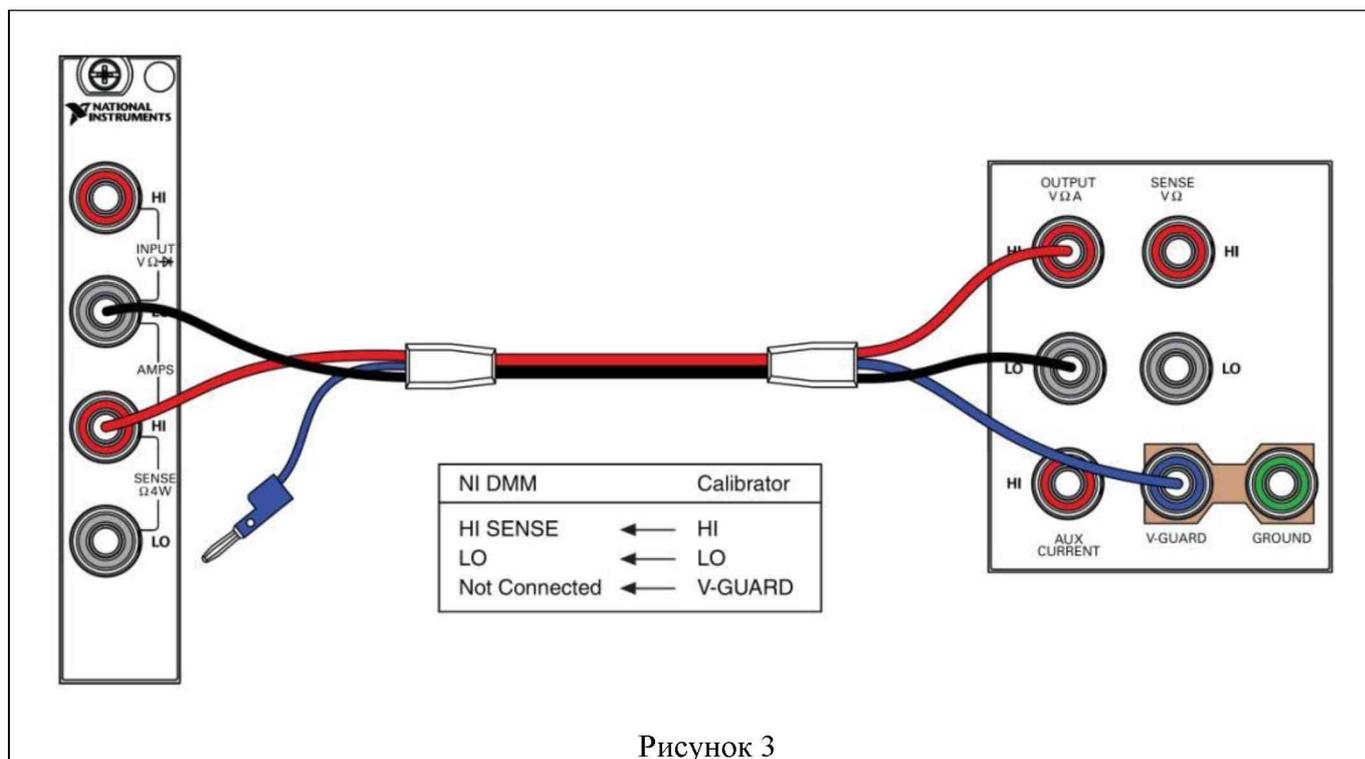
Записывать отсчеты IDC на панели модуля в столбец 4 таблицы 7.5.

Таблица 7.5.1 – Погрешность измерения силы постоянного тока NI PXIe-4081

Диапазон модуля	Сила тока калибратора	Нижний предел допускаемых значений	Измеренное модулем значение	Верхний предел допускаемых значений
1	2	3	4	5
1 μ А	OPEN	-0.000040		+0.000040
10 μ А	OPEN	-0.000150		+0.000150
100 μ А	OPEN	-0.0020		+0.0020
1 мА	OPEN	-0.000020		+0.000020
10 мА	OPEN	-0.00020		+0.00020
100 мА	OPEN	-0.0020		+0.0020
1 А	OPEN	-0.000020		+0.000020
3 А	OPEN	-0.000090		+0.000090
1 μ А	+1 μ А	+0.99961		+1.00039
	-1 μ А	-1.00039		-0.99961
10 μ А	+10 μ А	+9.9978		+10.0022
	-10 μ А	-10.0022		-9.9978
100 μ А	+100 μ А	+99.980		+100.020
	-100 μ А	-100.020		-99.980
1 мА	+1 мА	+0.99981		+1.00019
	-1 мА	-1.00019		-0.99981
10 мА	+10 мА	+9.9981		+10.0019
	-10 мА	-10.0019		-9.9981
100 мА	+100 мА	+99.980		+100.020
	-100 мА	-100.020		-99.980
1 А	+0.45 А	+0.44982		+0.45018
	-0.45 А	-0.45018		-0.44982
	+1 А	+ 0.99955		+ 1.00045
	-1 А	- 1.00045		- 0.99955
3 А	+2.2 А	+ 2.19837		+ 2.20163
	-2.2 А	- 2.20163		- 2.19837

7.5.8 Отключить выход калибратора клавишей “STBY”.

7.5.9 Используя измерительные кабели, выполнить соединения модуля с калибратором, как показано на рисунке 3.



7.5.10 Ввести на калибраторе значение силы тока 0 А.
Активировать выход калибратора клавишей “OPR”.

7.5.11 Устанавливать на модуле диапазон (Range), как указано в столбце 1 таблицы 7.5 (для модуля NI PXIe-4081 начиная с диапазона 10 mA).

Устанавливать на калибраторе соответствующие значения силы тока, указанные в столбце 2 таблицы 7.5.

Записывать отсчеты IDC на панели модуля в столбец 4 таблицы 7.5.

7.5.12 Отключить выход калибратора клавишей “STBY”.

Таблица 7.5.2 – Погрешность измерения силы постоянного тока NI PXIe-4080, NI PXIe-4082

Диапазон модуля	Сила тока калибратора	Нижний предел допускаемых значений	Измеренное модулем значение	Верхний предел допускаемых значений
1	2	3	4	5
20 mA	OPEN	-0.0040		+0.0040
200 mA	OPEN	-0.0040		+0.0040
1 A	OPEN	-0.000050		+0.000050
20 mA	+20 mA	+19.9870		+20.0130
	-20 mA	-20.0130		-19.9870
200 mA	+200 mA	+199.886		+200.114
	-200 mA	-200.114		-199.886
1 A	+0.9 A	+0.89932		+0.90068
	-0.9 A	-0.90068		-0.89932

7.6 Определение погрешности измерения силы переменного тока

Схема соединения модуля и калибратора по предыдущей операции (рисунок 3).

7.6.1 Ввести на панели модуля функцию измерения силы переменного тока и сделать установки:

Power Line: 50 Hz (активировать функцию “Filter”)
Resolution: 6.5 digits

7.6.2 Убедиться в том, что калибратор находится в состоянии отключенного выхода “STBY”.

7.6.3 Ввести на калибраторе значение силы тока 0 А, значение частоты 1 kHz. Активировать выход калибратора клавишей “OPR”.

7.6.4 Устанавливать на модуле диапазон (Range), как указано в столбце 1 таблицы 7.6. Устанавливать на калибраторе значения силы тока, указанные в столбце 2 таблицы 7.6. Записывать отсчеты IАС на панели модуля в столбец 4 таблицы 7.6.

Таблица 7.6.1 – Погрешность измерения силы переменного тока NI PXIe-4081

Диапазон модуля	Установки калибратора		Нижний предел допускаемых значений	Измеренное модулем значение	Верхний предел допускаемых значений
	сила тока	частота			
1	2	3	4	5	6
100 μ A	10 μ A	1 kHz	9.9735		10.0265
	100 μ A	1 kHz	99.915		100.085
1 mA	0.1 mA	1 kHz	0.099765		0.100235
	1 mA	1 kHz	0.99945		1.00055
10 mA	1 mA	1 kHz	0.99765		1.00235
	10 mA	1 kHz	9.9945		10.0055
100 mA	10 mA	1 kHz	9.9760		10.0240
	100 mA	55 Hz	99.940		100.060
	100 mA	1 kHz	99.940		100.060
	100 mA	5 kHz	99.910		100.090
1 A	0.1 A	1 kHz	0.99730		0.100270
	1 A	1 kHz	0.99910		1.00090
3 A	0.3 A	1 kHz	0.29916		0.30084
	2.2 A	1 kHz	2.19764		2.20236

Таблица 7.6.2 – Погрешность измерения силы переменного тока NI PXIe-4080, NI PXIe-4082

Диапазон модуля	Установки калибратора		Нижний предел допускаемых значений	Измеренное модулем значение	Верхний предел допускаемых значений
	сила тока	частота			
1	2	3	4	5	6
10 mA	1 mA	1 kHz	0.9976		1.0024
	10 mA	5 kHz	9.9940		10.0060
100 mA	10 mA	1 kHz	9.976		10.024
	100 mA	55 Hz	99.940		100.060
1 A	0.1 A	5 kHz	0.09970		0.10030
	0.9 A	1 kHz	0.90886		0.90114

7.6.5 Отключить выход калибратора клавишей “STBY”.

7.6.6 Отсоединить кабели от модуля и калибратора.

7.7 Определение погрешности измерения сопротивления по 4-х проводной схеме

7.7.1 Ввести на панели модуля функцию измерения сопротивления по 4-х проводной схеме и сделать установки:

Power Line: 50 Hz (активировать функцию “Filter”)

Resolution

NI PXIe-4080, NI PXIe: 6.5 digits

NI PXIe -4081: 7.5 digits

7.7.2 Убедиться в том, что выход калибратора отключен (“STBY”).

Используя измерительные кабели, выполнить соединения модуля и калибратора, как показано на рисунке 4.

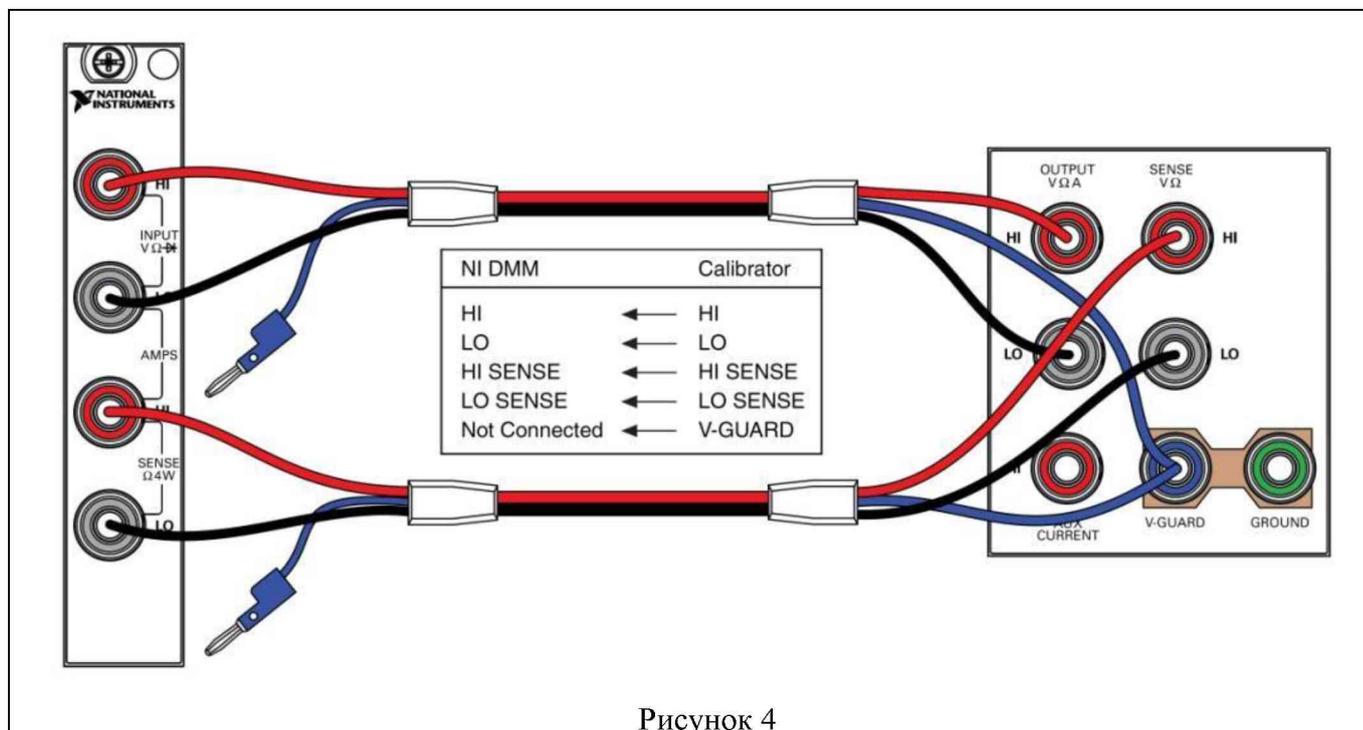


Рисунок 4

7.7.3 Установить на калибраторе режим воспроизведения сопротивления по 4-х проводной схеме.

7.7.4 Установить на калибраторе сопротивление 0 Ω.

Активировать выход калибратора клавишей “OPR”.

7.7.5 Устанавливать на модуле диапазон (Range) и функцию “OffsetCompOhms”, как указано в столбцах 1 и 2 таблицы 7.7.

Устанавливать на калибраторе номинальные значения сопротивления, указанные в столбце 3 таблицы 7.7.

Фиксировать измеренные модулем значения сопротивления R_m .

Вычислять разностные значения ($R_m - R_0$), где R_0 – точное значение сопротивления, индицируемое на калибраторе, и записывать их в столбец 4 таблицы 7.7.

Примечание: измерение значения 100 kΩ провести после ввода функции Null Offset.

Таблица 7.7.1 – Погрешность измерения сопротивления по 4-х проводной схеме NI PXIe-4081

Установки на модуле		Номинальное значение сопротивления калибратора	Разность значений (абсолютная погрешность) (Rm – R0)	Пределы допускаемых значений абсолютной погрешности
Диапазон	OffsetComp			
<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>
100 Ω	On	0 Ω		0.0000 ... 0.0012
	On	100 Ω		±0.00670
1 kΩ	On	0 Ω		0.0000000 ... 0.0000015
	On	1 kΩ		±0.0000465
10 kΩ	On	0 Ω		0.000000 ... 0.000015
	On	10 kΩ		±0.000465
100 kΩ	Off	0 Ω		0.00000 ... 0.00045
	ввести функцию Null Offset			
	Off	100 kΩ		±0.00475
1 MΩ	отключить функцию Null Offset			
	Off	0 Ω		0.0000000 ... 0.0000010
	Off	1 MΩ		±0.0000610
10 MΩ	Off	0 Ω		0.000000 ... 0.000100
	Off	10 MΩ		±0.001400

Таблица 7.7.2 – Погрешность измерения сопротивления по 4-х проводной схеме NI PXIe-4080, NI PXIe-4082

Установки на модуле		Номинальное значение сопротивления калибратора	Разность значений (абсолютная погрешность) (Rm – R0)	Пределы допускаемых значений абсолютной погрешности
Диапазон	OffsetComp			
<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>
100 Ω	On	0 Ω		0.0000 ... 0.0015
	On	100 Ω		±0.0095
1 kΩ	On	0 Ω		0.000000 ... 0.000003
	On	1 kΩ		±0.000083
10 kΩ	On	0 Ω		0.00000 ... 0.00003
	On	10 kΩ		±0.00083
100 kΩ	Off	0 Ω		0.0000 ... 0.0008
	ввести функцию Null Offset			
	Off	100 kΩ		±0.0101
1 MΩ	отключить функцию Null Offset			
	Off	0 Ω		0.000000 ... 0.000010
	Off	1 MΩ		±0.000105
10 MΩ	Off	0 Ω		0.00000 ... 0.00010
	Off	10 MΩ		±0.00810

7.7.6 Отключить выход калибратора клавишей “STBY”.

7.8 Определение погрешности измерения сопротивления по 2-х проводной схеме

7.8.1 Ввести на панели модуля функцию измерения сопротивления по 2-х проводной схеме и сделать установки:

Power Line: 50 Hz (активировать функцию “Filter”)

Resolution

NI PXIe-4080, NI PXIe: 6.5 digits

NI PXIe -4081: 7.5 digits

7.8.2 Установить короткозамыкатель между гнездами HI и LO модуля.

7.8.3 Выждать 2 min для минимизации термо-эдс.

Устанавливать на панели модуля диапазон (Range) от 100 MΩ до 100 Ω и функцию “OffsetCompOhms”, как указано в столбцах 1 и 2 таблицы 7.8.

Записывать отсчеты сопротивления на модуле Rm в столбец 4 таблицы 7.8.1.

7.8.4 Отсоединить короткозамыкатель от гнезд HI и LO модуля.

7.8.5 Убедиться в том, что выход калибратора отключен (“STBY”).

Установить на калибраторе режим воспроизведения сопротивления по 2-х проводной схеме с отключенной функцией компенсации сопротивления кабелей (2-Wire).

7.8.6 Используя измерительные кабели, выполнить соединения модуля и калибратора, как показано на рисунке 1 (операция 7.3).

7.8.7 Установить на калибраторе сопротивление 0 Ω.

Активировать выход калибратора клавишей “OPR”.

7.8.8 Выждать 2 min для минимизации термо-эдс.

Устанавливать на модуле диапазон (Range) от 100 MΩ до 100 kΩ и функцию “OffsetCompOhms”, как указано в столбцах 1 и 2 таблицы 7.8.

Устанавливать на калибраторе соответствующие номинальные значения сопротивления, указанные в столбце 3 таблицы 7.8.

Фиксировать измеренные модулем значения сопротивления Rm.

Вычислять разностные значения ($R_m - R_0$), где R_0 – точное значение сопротивления, индицируемое на калибраторе, и записывать их в столбец 4 таблицы 7.8.

Примечание: измерение значений 1 MΩ и 100 kΩ выполнять после ввода функции Null Offset.

7.8.9 Отключить выход калибратора клавишей “STBY”.

Установить на калибраторе режим воспроизведения сопротивления по 2-х проводной схеме с включенной функцией компенсации сопротивления кабелей (2-Wire).

7.8.10 Используя измерительные кабели, выполнить соединения модуля и калибратора, как показано на рисунке 5.

7.8.11 Выждать 2 min для минимизации термо-эдс.

Устанавливать на модуле диапазон (Range) от 10 kΩ до 100 Ω и функцию “OffsetCompOhms”, как указано в столбцах 1 и 2 таблицы 7.8.

Устанавливать на калибраторе соответствующие номинальные значения сопротивления, указанные в столбце 3 таблицы 7.8.

Фиксировать измеренные модулем значения сопротивления Rm.

Вычислять разностные значения ($R_m - R_0$), где R_0 – точное значение сопротивления, индицируемое на калибраторе, и записывать их в столбец 4 таблицы 7.8.

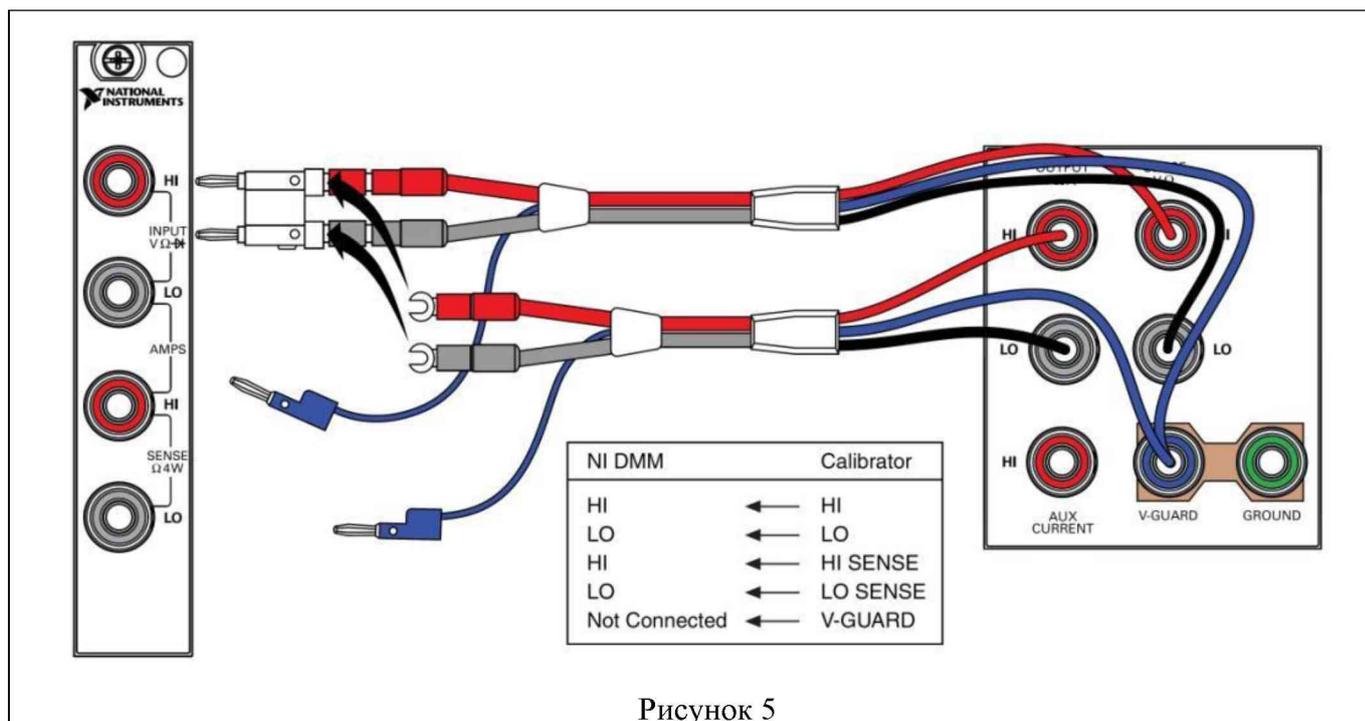


Таблица 7.8.1 – Погрешность измерения сопротивления по 2-х проводной схеме NI PXIe-4081

Установки на модуле		Номинальное значение сопротивления калибратора	Разность значений (абсолютная погрешность) (R _m – R ₀)	Пределы допускаемых значений абсолютной погрешности
Диапазон	OffsetComp			
1	2	3	4	5
Короткозамыкатель между гнездами HI и LO, R ₀ = 0				
100 MΩ	Off	SHORT		0.00000 ... 0.00100
10 MΩ	Off	SHORT		0.000000 ... 0.000100
1 MΩ	Off	SHORT		0.0000000 ... 0.0000012
100 kΩ	Off	SHORT		0.00000 ... 0.00045
10 kΩ	On	SHORT		0.000000 ... 0.000215
1 kΩ	On	SHORT		0.0000000 ... 0.0002015
100 Ω	On	SHORT		0.00000 ... 0.20120
Функция 2-Wire на калибраторе отключена, схема соединений рис. 1				
100 MΩ	Off	100 MΩ		±0.3010
10 MΩ	Off	10 MΩ		±0.00140
1 MΩ	Off	0 Ω		-
	ввести функцию Null Offset			
	Off	1 MΩ		±0.000061
100 kΩ	отключить функцию Null Offset			
	Off	0 Ω		-
	ввести функцию Null Offset			
	Off	100 kΩ		±0.00475
Функция 2-Wire на калибраторе включена, схема соединений рис. 5				
10 kΩ	Off	10 kΩ		±0.000665
1 kΩ	Off	1 kΩ		±0.0002465
100 Ω	Off	100 Ω		±0.20670

Таблица 7.8.2 – Погрешность измерения сопротивления по 2-х проводной схеме
NI PXIe-4080, NI PXIe-4082

Установки на модуле		Номинальное значение сопротивления калибратора	Разность значений (абсолютная погрешность) (Rm – R0)	Пределы допускаемых значений абсолютной погрешности
Диапазон	OffsetComp			
1	2	3	4	5
Короткозамыкатель между гнездами HI и LO, R0 = 0				
100 МΩ	Off	SHORT		0.0000 ... 0.0010
10 МΩ	Off	SHORT		0.00000 ... 0.00010
1 МΩ	Off	SHORT		0.000000 ... 0.000010
100 кΩ	Off	SHORT		0.0000 ... 0.0008
10 кΩ	On	SHORT		0.00000 ... 0.00023
1 кΩ	On	SHORT		0.000000 ... 0.000203
100 Ω	On	SHORT		0.0000 ... 0.2015
Функция 2-Wire на калибраторе отключена, схема соединений рис. 1				
100 МΩ	Off	100 МΩ		±0.3010
10 МΩ	Off	10 МΩ		±0.00810
1 МΩ	Off	0 Ω		-
	ввести функцию Null Offset			
	Off	1 МΩ		±0.000105
100 кΩ	отключить функцию Null Offset			
	Off	0 Ω		-
	ввести функцию Null Offset			
	Off	100 кΩ		±0.0101
отключить функцию Null Offset				
Функция 2-Wire на калибраторе включена, схема соединений рис. 5				
10 кΩ	Off	10 кΩ		±0.00103
1 кΩ	Off	1 кΩ		±0.000283
100 Ω	Off	100 Ω		±0.2095

7.8.12 Отключить выход калибратора клавишей “STBY”.

7.8.13 Отсоединить кабели от оборудования.

7.9 Определение погрешности измерения электрической емкости (NI PXIe-4082)

7.9.1 Ввести на панели модуля функцию измерения емкости и сделать установки:

Power Line: 50 Hz (активировать функцию “Filter”); Utility, Filter Settings: 100
Range: 300 pF

7.9.2 Не подключая к входу модуля кабели и оборудование, зафиксировать и записать в столбец 4 таблицы 7.9 отсчет емкости на панели модуля.

7.9.3 Присоединить к гнездам модуля короткие кабели banana.
Выждав до установления отсчета, ввести на модуле функцию “Null Offset”.

7.9.4 Присоединить вилки кабелей banana к гнездам меры емкости или магазина емкости (в зависимости от требуемого номинального значения, указанного в столбце 2 таблицы 7.9). При использовании мер емкости P597 следует соединить гнездо модуля “HI” с гнездом меры «1», гнездо модуля “LO” с гнездом меры «2».

Используя кабель banana(2m), соединить клеммы с гнездами модуля “HI” и “LO”.

7.9.5 Устанавливать на модуле диапазон (Range), как указано в столбце 1 таблицы 7.9.

Использовать меры емкости или устанавливать на магазине емкости номинальные значения, указанные в столбце 2 таблицы 7.9.

Записывать отсчеты емкости на панели модуля в столбец 4 таблицы 7.9.

ПРИМЕЧАНИЕ: При использовании мер емкости P597 с номиналом 10 nF и менее необходимо учитывать наличие емкостей между клеммами меры и ее корпусом, для чего следует выполнить измерение следующим образом:

- зафиксировать отсчет C_{12} при подключении кабелей к клеммам «1» и «2» меры;
- отсоединить вилку кабеля от клеммы «2» меры и присоединить ее к корпусу меры, зафиксировать отсчет $C_{1К}$;
- присоединить вилку кабеля к клемме «2» меры, отсоединить вилку кабеля от клеммы «1» меры и присоединить ее к корпусу меры, зафиксировать отсчет $C_{2К}$;
- вычислить среднее значение $C_K = (C_{1К} + C_{2К})/2$;
- рассчитать результат измерения по формуле $C_M = (4C_{12}^2 - 2C_{12} \cdot C_K) / (4C_{12} - C_K)$ и занести его в столбец 4 таблицы 7.9.

Таблица 7.9 – Погрешность измерения электрической емкости NI PXIe-4082

Диапазон модуля	Номинальное значение емкости эталона	Действительное значение емкости эталона C_A	Измеренное модулем значение емкости C_M	Разность значений (абсолютная погрешность) $C_M - C_A$	Пределы допускаемых значений абсолютной погрешности
1	2	3	4	5	6
300 pF	OPEN	0 pF			± 1.8 pF
300 pF	100 pF				± 2.3 pF
1 nF	0.100 nF				± 0.0022 nF
10 nF	10 nF				± 0.040 nF
100 nF	100 nF				± 0.40 nF
1 μ F	1 μ F				± 0.0040 μ F
10 μ F	10 μ F				0.040 μ F
100 μ F	100 μ F				± 0.40 μ F
1000 μ F	100 μ F				± 1.40 μ F

7.9.6 Отсоединить кабель от оборудования.

7.9.7 Используя данные из протокола поверки мер емкости и магазина емкости, записать действительные значения емкости эталона C_A в столбец 3 таблицы 7.9.

7.9.8 Вычислить разность значений ($C_M - C_A$) для каждого отсчета и записать полученные значения в столбец 5 таблицы 7.9.

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.

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