



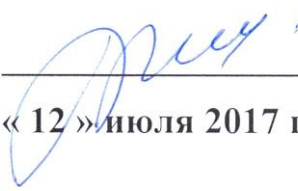
**Закрытое Акционерное Общество «АКТИ-Мастер»
АКТУАЛЬНЫЕ КОМПЬЮТЕРНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ И ИНФОРМАТИКА**

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.

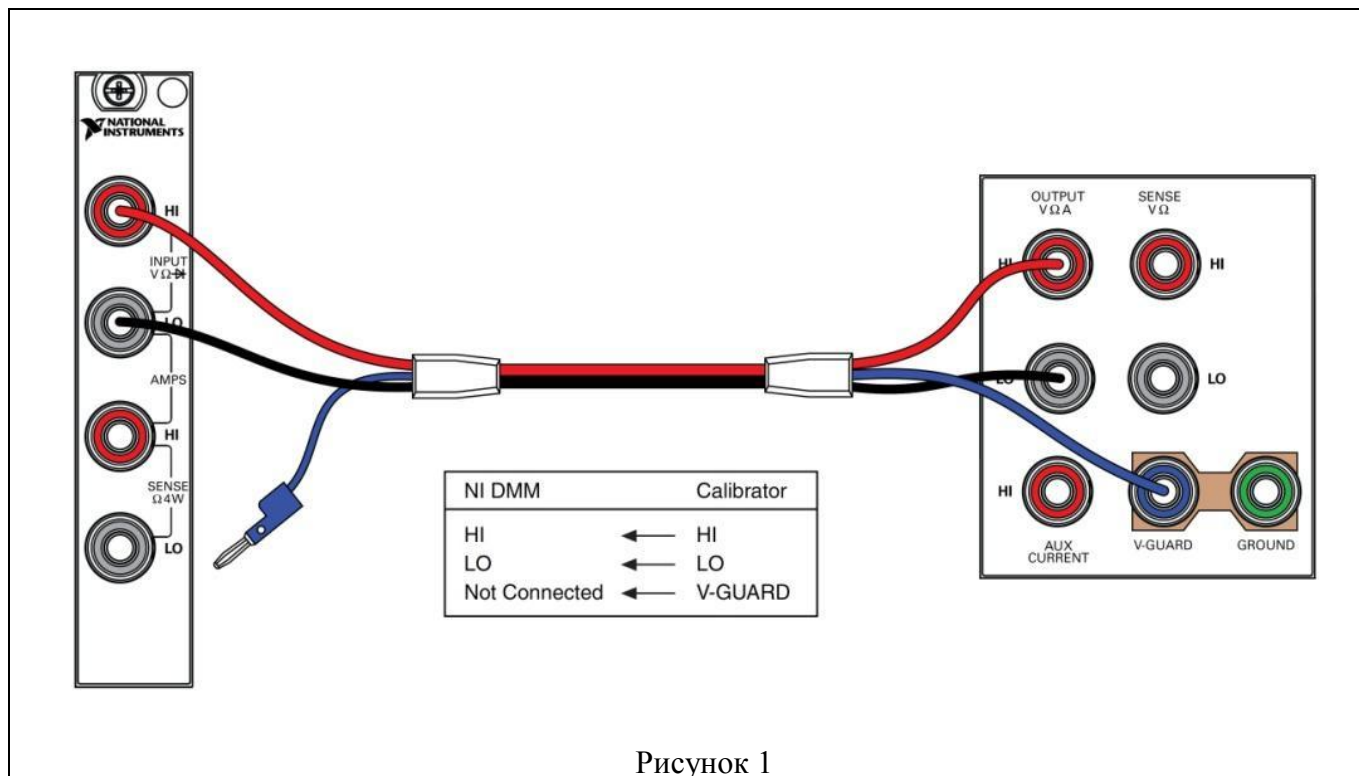


Рисунок 1

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 | | | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| 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 |
| | 50 mV | 300 kHz | 49.575 | | 50.425 |
| 500 mV | 50 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 |
| | 500 mV | 100 kHz | 498.950 | | 501.050 |
| | 500 mV | 300 kHz | 495.750 | | 504.250 |
| 5 V | 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 |
| | 5 V | 50 kHz | 4.99650 | | 5.00350 |
| | 5 V | 100 kHz | 4.98950 | | 5.01050 |
| | 5 V | 300 kHz | 4.95750 | | 5.04250 |
| 50 V | 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 |
| | 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 |
| 700 V | 219 V | 30 Hz | 218.746 | | 219.254 |
| | 700 V | 55 Hz | 699.510 | | 700.490 |
| | 700 V | 1 kHz | 699.510 | | 700.490 |
| | 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 |
| | 50 mV | 300 kHz | 48.450 | | 51.550 |
| 500 mV | 50 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 |
| | 500 mV | 100 kHz | 497.400 | | 502.600 |
| | 500 mV | 300 kHz | 484.750 | | 515.250 |
| 5 V | 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 |
| | 5 V | 50 kHz | 4.99450 | | 5.00550 |
| | 5 V | 100 kHz | 4.97400 | | 5.02600 |
| | 5 V | 300 kHz | 4.84750 | | 5.15250 |
| 50 V | 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 |
| | 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 |
| 300 V | 219 V | 30 Hz | 218.751 | | 219.249 |
| | 300 V | 55 Hz | 299.790 | | 300.210 |
| | 219 V | 1 kHz | 218.830 | | 219.170 |
| | 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.

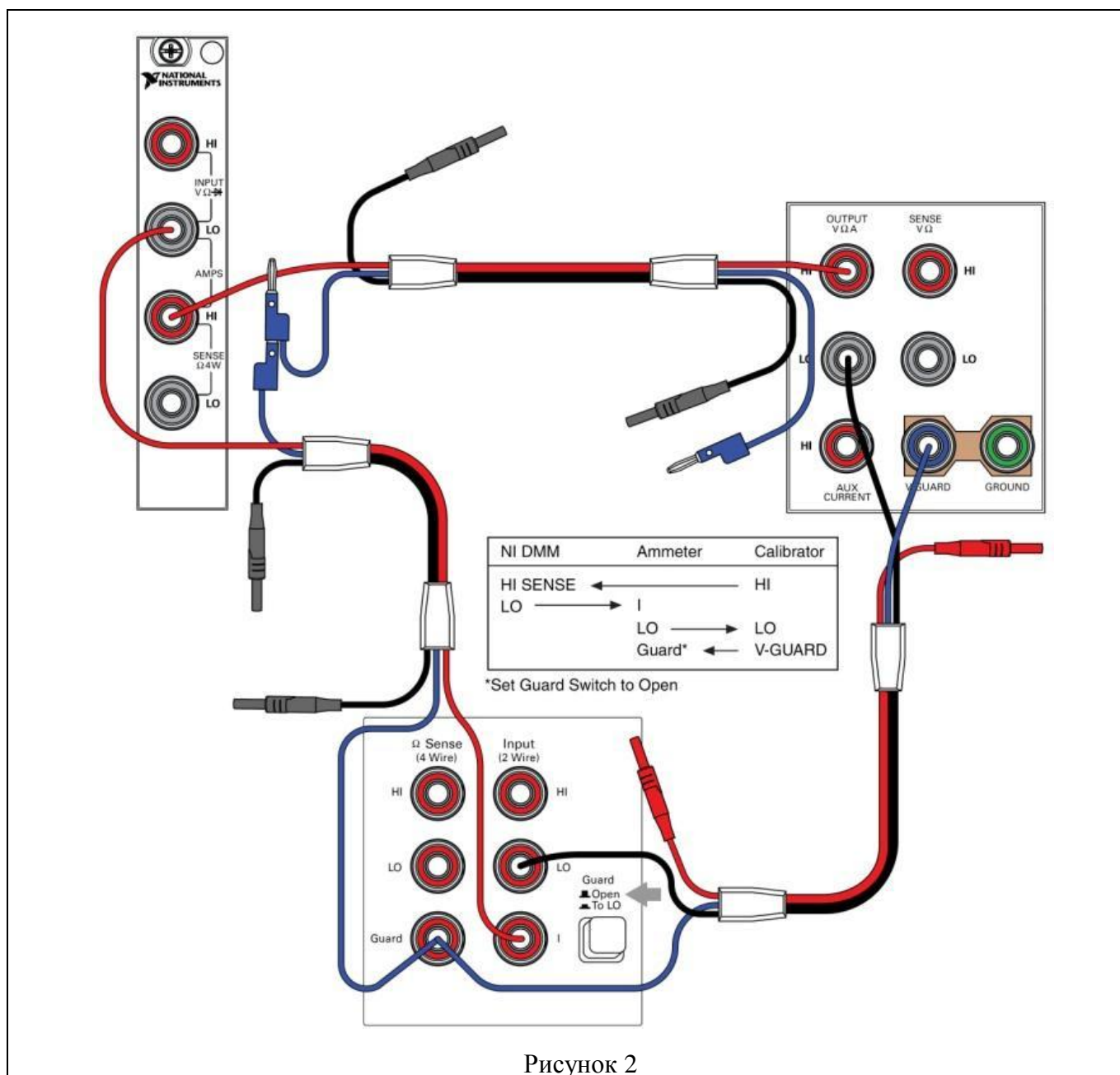


Рисунок 2

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 mA 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 mA | OPEN | -0.000020 | | +0.000020 |
| 10 mA | OPEN | -0.00020 | | +0.00020 |
| 100 mA | OPEN | -0.0020 | | +0.0020 |
| 1 A | OPEN | -0.000020 | | +0.000020 |
| 3 A | 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 mA | +1 mA | +0.99981 | | +1.00019 |
| | -1 mA | -1.00019 | | -0.99981 |
| 10 mA | +10 mA | +9.9981 | | +10.0019 |
| | -10 mA | -10.0019 | | -9.9981 |
| 100 mA | +100 mA | +99.980 | | +100.020 |
| | -100 mA | -100.020 | | -99.980 |
| 1 A | +0.45 A | +0.44982 | | +0.45018 |
| | -0.45 A | -0.45018 | | -0.44982 |
| | +1 A | + 0.99955 | | + 1.00045 |
| | -1 A | - 1.00045 | | - 0.99955 |
| 3 A | +2.2 A | + 2.19837 | | + 2.20163 |
| | -2.2 A | - 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.

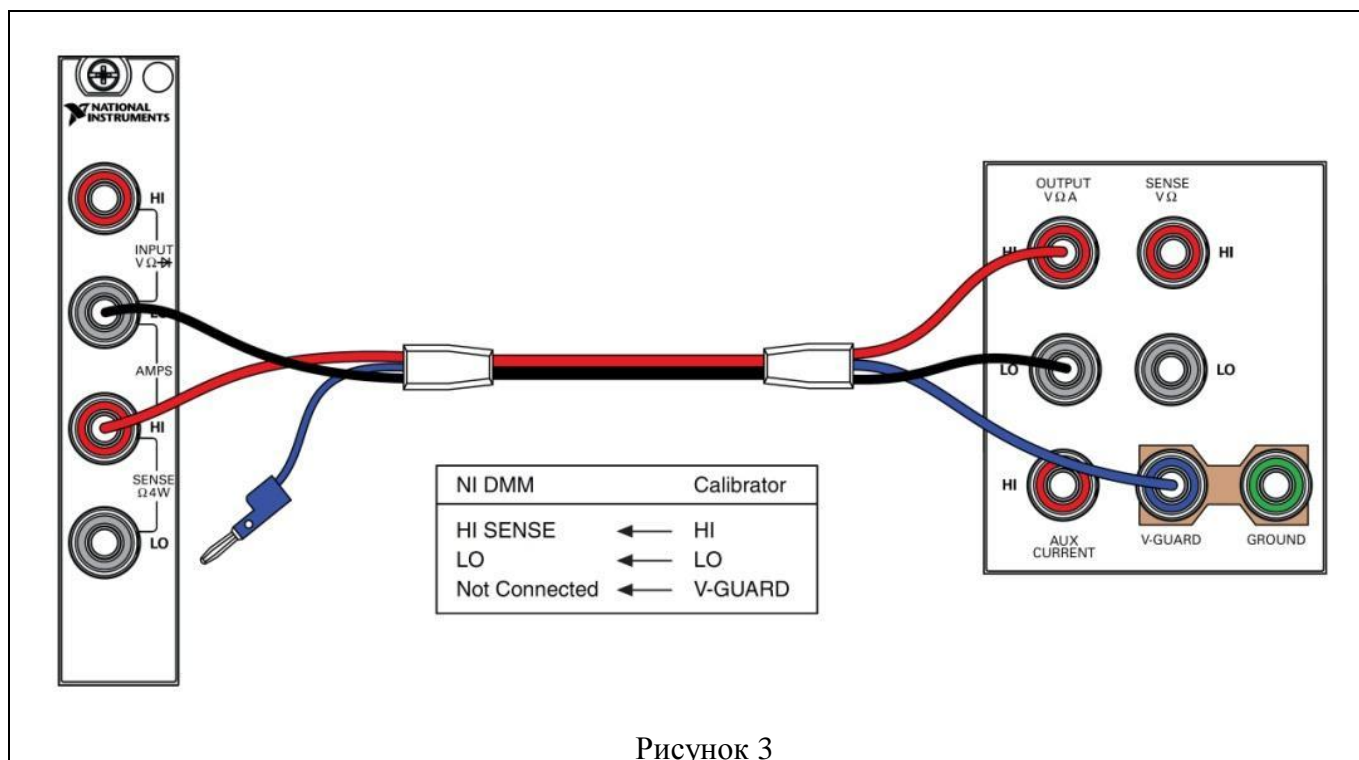


Рисунок 3

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 | | | |
| <i>1</i> | <i>2</i> | <i>3</i> | <i>4</i> | <i>5</i> | <i>6</i> |
| 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 | | | |
| <i>1</i> | <i>2</i> | <i>3</i> | <i>4</i> | <i>5</i> | <i>6</i> |
| 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.

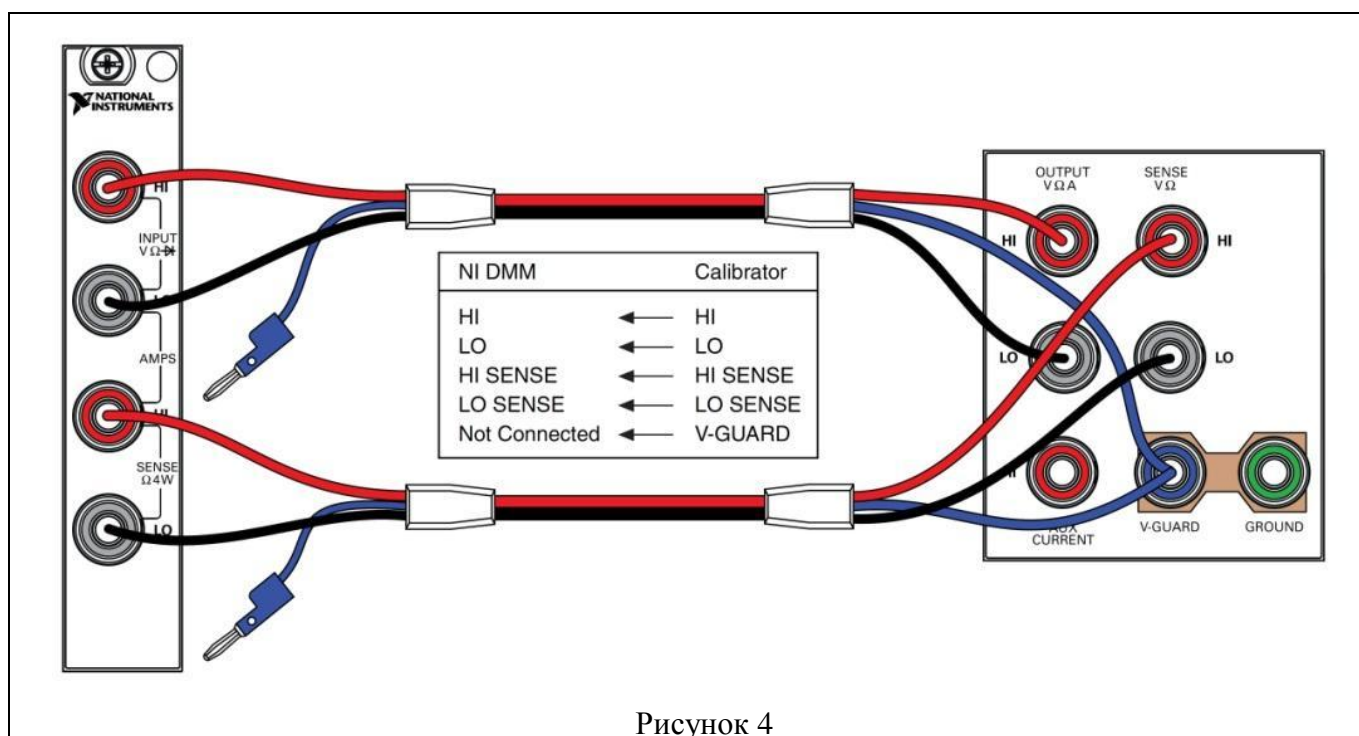


Рисунок 4

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 | | | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 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 | | | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 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 МΩ 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 МΩ до 100 кΩ 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 МΩ и 100 кΩ 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 кΩ 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.

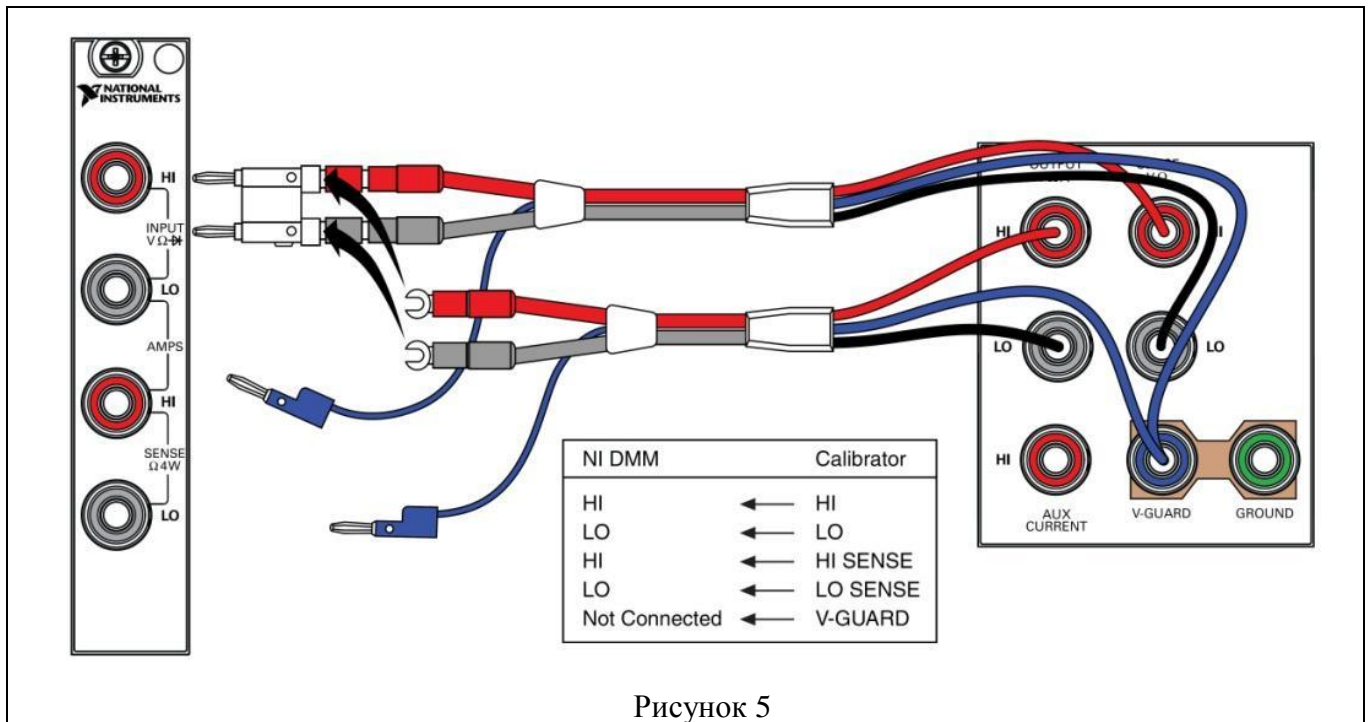


Таблица 7.8.1 – Погрешность измерения сопротивления по 2-х проводной схеме NI PXIe-4081

| 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 μF | 1 μF | | | | ±0.0040 μF |
| 10 μF | 10 μF | | | | 0.040 μF |
| 100 μF | 100 μF | | | | ±0.40 μF |
| 1000 μF | 100 μF | | | | ±1.40 μF |

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