




**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
АО «АКТИ-Мастер»**



 **В.В. Федулов**
« 30 » сентября 2019 г.

Государственная система обеспечения единства измерений

**Источники питания программируемые модульные
NI PXIe-4112, NI PXIe-4113**

**Методика поверки
NI4112/МП-2019**

**Заместитель генерального директора
по метрологии АО «АКТИ-Мастер»**



Д.Р. Васильев

**г. Москва
2019**

Настоящая методика поверки распространяется на источники питания программируемые модульные NI PXIe-4112, NI PXIe-4113 (далее – модули), изготавливаемые компанией “National Instruments Corporation” (Венгрия), и устанавливает методы и средства их поверки.

Интервал между поверками – 2 года.

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 погрешности воспроизведения и измерения напряжения	7.3	да	да
Определение погрешности воспроизведения и измерения силы тока	7.4	да	да

1.2 Если у поверяемого модуля используется один из двух каналов, то по запросу пользователя периодическая поверка может быть проведена для указанного в запросе канала, 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	Рекомендуемый тип средства поверки, регистрационный номер реестра
Средства измерений			
1	Измеритель постоянного напряжения и силы постоянного тока	7.3 7.4	Мультиметр цифровой модульный NI PXIe-4081; регистрационный номер 68422-17
2	Мера электрического сопротивления (для модуля NI PXIe-4113)	7.4	Мера электрического сопротивления универсальная однозначная МС 3080М 0,01 Ω класса точности 0,01; регистрационный номер 61295-15
Вспомогательные средства и принадлежности			
1	Шасси PXI Express	Разделы 6, 7	National Instruments PXIe-1071
2	Модуль контроллера	Разделы 6, 7	National Instruments PXIe-8105
3	Монитор, клавиатура, манипулятор «мышь»	Разделы 6, 7	-
4	Кабель соединительный № 1 (4 шт.)	Раздел 7	пункт 2.4
5	Кабель соединительный № 2 1 шт. (для модуля NI PXIe-4113)	Раздел 7	пункт 2.5
6	Кабель соединительный № 3 3 шт. (для модуля NI PXIe-4113)	Раздел 7	пункт 2.6
Программное обеспечение			
1	Операционная система	Разделы 6, 7	Windows 7 (XP)
2	Драйвер	Разделы 6, 7	National Instruments NI-DCPower версии не ниже 1.8.5

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 модулей с требуемой точностью.

2.4 Соединительный кабель № 1 должен быть сделан, как показано на рисунке 1, из отрезка изолированного многожильного медного провода диаметром (0.8 ... 1.0) mm и длиной (300 ... 500) mm. Один из концов провода следует освободить от изоляции и облудить, чтобы получился штырек длиной (8 ... 10) mm. Второй конец провода освободить от изоляции, и припаять вилку "banana"(m).



Рисунок 1. Конструкция соединительного кабеля № 1

2.5 Соединительный кабель № 2 должен быть сделан, как показано на рисунке 2, из отрезка изолированного многожильного медного провода диаметром (0.8 ... 1.0) mm и длиной (300 ... 500) mm. Один из концов провода следует освободить от изоляции и облудить, и припаять вилку "banana"(m). Второй конец провода освободить от изоляции, и припаять клемму тип U-M5.



Рисунок 2. Конструкция соединительного кабеля № 2

2.6 Соединительный кабель № 3 должен быть сделан, как показано на рисунке 3, из отрезка изолированного многожильного медного провода диаметром (0.8 ... 1.0) mm и длиной (300 ... 500) mm. Один из концов провода следует освободить от изоляции и облудить, чтобы получился штырек длиной (8 ... 10) mm. Второй конец провода освободить от изоляции, и припаять клемму тип U-M5.



Рисунок 3. Конструкция соединительного кабеля № 3

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 к сети должно производиться с помощью сетевого кабеля из комплекта шасси;

- заземление шасси и мультиметра должно производиться посредством заземляющих контактов сетевых кабелей;
- присоединения модуля и мультиметра 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 $(23 \pm 3) ^\circ\text{C}$;
- 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 и 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) присоединить к разъему "AUX POWER INPUT" выходной разъем внешнего источника питания из комплекта модуля;
- 7) включить шасси и контроллер, дождаться загрузки Windows;

6.2.3 Если на контроллере не установлен драйвер NI-DCPower, то следует установить драйвер из комплекта модуля в соответствии с указаниями руководства по эксплуатации.

6.2.4 Снять крышку с терминального блока модуля, ослабив винт.

Убедиться в том, что между контактами "CH0+" и "CH0 Sense+", "CH0-" и "CH0 Sense-", "CH1+" и "CH1 Sense+", "CH1-" и "CH1 Sense-" установлены перемычки.

Установить концы 4-х соединительных кабелей (пункт 2.4) в гнезда контактов "CH0+", "CH0-", "CH1+", "CH1-" и зафиксировать их.

Промаркировать концы соединительных кабелей с вилками "banana" в соответствии с наименованиями контактов терминального блока.

Закрыть крышку терминального блока и зафиксировать ее винтом.

6.2.5 Подготовить к работе мультиметр, выполнить его автокалибровку.

6.2.6 Выдержать модуль и мультиметр 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 Внешний источник питания должен быть всегда подключен к модулю.

7.1.2 В процессе выполнения операций результаты должны укладываться в пределы допускаемых значений, которые указаны в таблицах 7.3, 7.4.

При получении отрицательных результатов необходимо повторить операцию. При повторном отрицательном результате модуль следует направить в сервисный центр для проведения регулировки или ремонта.

7.2 Опробование и функциональное тестирование

7.2.1 Запустить программу “Measurement & Automation Explorer”.

7.2.2 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”.

7.2.2 Выполнить процедуру автоподстройки “Self-Calibrate”. После завершения процедуры должно появиться сообщение “The device was calibrated successfully”.

7.2.3 В меню “Software” найти программу “NI-DCPower”. Проверить идентификацию версии программного продукта. Она должна быть не ниже 1.8.5.

7.2.4 В меню “Devices & Interfaces” кликнуть на наименовании поверяемого модуля в списке устройств, и выбрать “Test Panels”. При этом должна появиться виртуальная панель модуля “NI-DCPower Soft Front Panel”.

Записать результаты в таблицу 7.2.

Таблица 7.2 – Опробование и функциональное тестирование

Содержание проверки	Результат проверки	Критерий проверки
тестирование “Self-Test”		сообщение “The self-test completed successfully”
автоподстройка “Self-Calibrate”		сообщение “The device was calibrated successfully”
проверка идентификации версии программы		“NI-DCPower” не ниже 1.8.5
запуск виртуальной панели		“NI-DCPower Soft Front Panel”

7.3 Определение погрешности воспроизведения и измерения напряжения

7.3.1 Установить мультиметр в режим DCV с автоматическим пределом измерения.

7.3.2 Убедиться в том, что выход обоих каналов модуля отключен (отсутствует флажок “Output Enabled”).

7.3.3 Установить терминальный блок на выходной разъем модуля.

7.3.4 Используя соединительные кабели № 1 (п.2.4), выполнить соединения контактов канала “CH0” терминального блока с клеммами мультиметра таким образом, чтобы контакт “CH0+” канала модуля был соединен с гнездом “HI” мультиметра, а контакт “CH0-” канала модуля был подключен к гнезду “LO” мультиметра.

7.3.5 Сделать следующие установки на канале модуля:

Output Function: DC Voltage

Для модуля NI PXIe-4112:

Voltage Range 60 V, Voltage Level 0 V

Current Range 1 A, Current Limit 1 A

Для модуля NI PXIe-4113:

Voltage Range 10 V, Voltage Level 0 V

Current Range 6 A, Current Limit 6 A

7.3.6 Активировать выход канала модуля флажком “Output Enabled”.

7.3.7 Устанавливать на канале модуля значения напряжения (Voltage Level) U_s , указанные в столбце 1 таблицы 7.3.1 для модуля NI PXIe-4112, таблицы 7.3.2 для модуля NI PXIe-4113

Записывать измеренные мультиметром значения напряжения U_o в столбец 3 таблицы, измеренные модулем значения напряжения U_m в столбец 5 таблицы.

7.3.8 Вычислить и записать в столбец 6 таблицы 7.3 значения абсолютной погрешности ΔU_m измерения напряжения по формуле

$$\Delta U_m = (U_m - U_o).$$

Таблица 7.3.1 – Погрешность воспроизведения и измерения напряжения NI PXIe-4112

Установленное на модуле значение U_s	Нижний предел допускаемых значений установки напряжения	Измеренное мультиметром значение напряжения U_o	Верхний предел допускаемых значений установки напряжения	Измеренное модулем значение напряжения U_m	Абсолютная погрешность измерения напряжения ($U_m - U_o$)	Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерения напряжения
1	2	3	4	5	6	7
0.1 V	0.0449 V		0.1551 V			± 0.0501 V
15 V	14.927 V		15.073 V			± 0.065 V
30 V	29.909 V		30.091 V			± 0.080 V
45 V	44.891 V		45.109 V			± 0.095 V
60 V	59.873 V		60.127 V			± 0.110 V

Таблица 7.3.2 – Погрешность воспроизведения и измерения напряжения NI PXIe-4113

Установленное на модуле значение U_s	Нижний предел допускаемых значений установки напряжения	Измеренное мультиметром значение напряжения U_o	Верхний предел допускаемых значений установки напряжения	Измеренное модулем значение напряжения U_m	Абсолютная погрешность измерения напряжения ($U_m - U_o$)	Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерения напряжения
1	2	3	4	5	6	7
0.03 V	0.0150 V		0.045 V			± 0.015 V
2.5 V	2.4825 V		2.5175 V			± 0.0175 V
5 V	4.9800 V		5.0200 V			± 0.0200 V
7.5 V	7.4775 V		7.5225 V			± 0.0225 V
10 V	9.975 V		10.025 V			± 0.0250 V

7.3.9 Отключить выход канала модуля сбросом флажка “Output Enabled”.

7.3.10 Отсоединить кабели от гнезд мультиметра.

7.3.11 Выполнить действия по пунктам 7.3.4 – 7.3.10 для канала “CH1” модуля.

7.4 Определение погрешности воспроизведения и измерения силы тока

Выполнение операции для модуля NI PXIe-4112

7.4.1 Установить мультиметр в режим DCI с автоматическим пределом измерения.

7.4.2 Убедиться в том, что выход обоих каналов модуля отключен (отсутствует флажок “Output Enabled”).

7.4.3 Используя соединительные кабели № 1 (п.2.4), выполнить соединения контактов канала “CH0” терминального блока с клеммами мультиметра таким образом, чтобы контакт “CH0+” канала модуля был соединен с гнездом “AMPS” мультиметра, а контакт “CH0-” канала модуля был подключен к гнезду “LO” мультиметра.

7.4.4 Сделать следующие установки на канале модуля:

Output Function: DC Current

Current Range 1 A, Current Level 0 A

Voltage Range 60 V, Voltage Limit 60 V

7.4.5 Активировать выход канала модуля флажком “Output Enabled”.

7.4.6 Устанавливать на канале модуля значения силы тока (Level) I_S , указанные в столбце 1 таблицы 7.4.1.

Записывать измеренные мультиметром значения силы тока I_O в столбец 3 таблицы, измеренные модулем значения напряжения I_M в столбец 5 таблицы.

7.4.7 Вычислить и записать в столбец 6 таблицы 7.4.1 значения абсолютной погрешности ΔI_M измерения силы тока по формуле

$$\Delta I_M = (I_M - I_O).$$

7.4.8 Отключить выход канала модуля сбросом флажка “Output Enabled”.

7.4.9 Отсоединить кабели от гнезд мультиметра.

7.4.10 Выполнить действия по пунктам 7.4.2 – 7.4.9 для канала “CH1” модуля.

Таблица 7.4.1 – Погрешность воспроизведения и измерения силы тока NI PXIe-4112

Установленное на модуле значение I_S	Нижний предел допускаемых значений установки силы тока	Измеренное мультиметром значение силы тока I_O	Верхний предел допускаемых значений установки силы тока	Измеренное модулем значение силы тока I_M	Абсолютная погрешность измерения силы тока ($I_M - I_O$)	Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерения силы тока
1	2	3	4	5	6	7
0.1 A	0.08985 A		0.11015 A			± 0.00415 A
0.25 A	0.23962 A		0.26038 A			± 0.00438 A
0.5 A	0.48925 A		0.51075 A			± 0.00475 A
0.75 A	0.73887 A		0.76113 A			± 0.00513 A
1 A	0.98850 A		1.01150 A			± 0.00550 A

Выполнение операции для модуля NI PXIe-4113

7.4.1 Установить мультиметр в режим DCV с автоматическим пределом измерения.

7.4.2 Убедиться в том, что выход обоих каналов модуля отключен (отсутствует флажок “Output Enabled”).

7.4.3 Выполнить соединения контактов канала “CH0” терминального блока с клеммами мультиметра и меры электрического сопротивления:

- используя соединительные кабели № 2 (п. 2.5), подключить контакт “CH0+” канала модуля к зажиму “I₁” меры сопротивления, контакт “CH0-” канала модуля к зажиму “I₂” меры сопротивления;

- используя соединительные кабели № 3 (п. 2.6), подключить зажим “U₁” меры сопротивления к гнезду “HI” мультиметра, зажим “LO”₂ меры сопротивления к гнезду “LO” мультиметра

7.4.4 Сделать следующие установки на канале модуля:

Output Function: DC Current

Current Range 6 A, Current Level 0 A

Voltage Range 10 V, Voltage Limit 10 V

7.4.5 Активировать выход канала модуля флажком “Output Enabled”.

7.4.6 Устанавливать на канале модуля значения силы тока (Level) I_S, указанные в столбце 1 таблицы 7.4.2.

Фиксировать отсчеты напряжения U_O на мультиметре и вычислять измеренные значения силы тока I_O по формуле

$$I_O = U_O/R$$

U_O – измеренное мультиметром падение напряжения на мере сопротивления;

R = 0.01 Ω – номинал меры сопротивления.

Записывать измеренные по отсчетам мультиметра значения силы тока I_O в столбец 3 таблицы, измеренные модулем значения напряжения I_M в столбец 5 таблицы.

7.4.7 Вычислить и записать в столбец 6 таблицы 7.4.2 значения абсолютной погрешности ΔI_M измерения силы тока по формуле

$$\Delta I_M = (I_M - I_O).$$

7.4.8 Отключить выход канала модуля сбросом флажка “Output Enabled”.

7.4.9 Отсоединить кабели от гнезд мультиметра.

7.4.10 Выполнить действия по пунктам 7.4.2 – 7.4.9 для канала “CH1” модуля.

Таблица 7.4.2 – Погрешность воспроизведения и измерения силы тока NI PXIe-4113

Установленное на модуле значение I _S	Нижний предел допускаемых значений установки силы тока	Измеренное мультиметром значение силы тока I _O	Верхний предел допускаемых значений установки силы тока	Измеренное модулем значение силы тока I _M	Абсолютная погрешность измерения силы тока (I _M – I _O)	Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерения силы тока
1	2	3	4	5	6	7
0.1 A	0.0798 A		0.1202 A			±0.0202 A
1.5 A	1.4777 A		1.5223 A			±0.0223 A
3.0 A	2.9755 A		3.0245 A			±0.0245 A
4.5 A	4.4732 A		4.5268 A			±0.0268 A
6 A	5.9710 A		6.0290 A			±0.0290 A

8 ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ

8.1 Протокол поверки

По завершении поверки оформляется протокол поверки в произвольной форме. В протоколе разрешается привести качественные результаты измерений о соответствии допускаемым значениям без указания измеренных числовых значений величин.

Допускается привести результаты поверки на обратной 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.