

СОГЛАСОВАНО

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



В.В. Федулов
В.В. Федулов

20 » апреля 2021 г.

Государственная система обеспечения единства измерений

**Преобразователь напряжения измерительный
аналого-цифровой и цифро-аналоговый модульный
NI PXI-7841R**

**Методика поверки
7841R/МП-2021**

**Заместитель руководителя
метрологической лаборатории
АО «АКТИ-Мастер»**

А.П. Лисогор - **А.П. Лисогор**

**Москва
2021**

1 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

1.1 Настоящая методика поверки распространяется на преобразователь напряжения измерительный аналого-цифровой и цифро-аналоговый модульный NI PXI-7841R (далее – модуль) с заводским (серийным) номером 1F52A73, изготовленный компанией “NI Hungary Software and Hardware Manufacturing Limited Liability Company” (Венгрия), и устанавливает методы и средства его поверки.

Интервал между поверками – 1 год.

1.2 Поверка обеспечивает прослеживаемость приборов к государственным эталонам:

- ГЭТ 13-01 по государственной поверочной схеме для средств измерений постоянного электрического напряжения и электродвижущей силы;

- ГЭТ 1-2018 по государственной поверочной схеме для средств измерений времени и частоты.

1.3 Операции поверки по определению погрешностей модуля выполняются методом прямых измерений с использованием эталонного калибратора, эталонного вольтметра и частотомера.

2 ПЕРЕЧЕНЬ ОПЕРАЦИЙ ПОВЕРКИ

2.1 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	7	да	да
Подготовка к поверке, проверка программного обеспечения и опробование	8	да	да
Определение погрешности измерения постоянного напряжения	9.1	да	да
Определение погрешности воспроизведения постоянного напряжения	9.2	да	да
Определение погрешности частоты опорного генератора	9.3	да	да

2.2 По запросу пользователя периодическая поверка может быть проведена для отдельных измерительных каналов, при этом должна быть сделана соответствующая запись в документе о поверке.

3 ТРЕБОВАНИЯ К УСЛОВИЯМ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ

В соответствии с ГОСТ 8.395-80 и с учетом условий, при которых нормируются метрологические характеристики приборов, а также по условиям применения средств поверки, при проведении поверки должны соблюдаться следующие требования:

- температура воздуха в помещении $(23 \pm 3) ^\circ\text{C}$;
- относительная влажность воздуха от 30 до 70 %;
- атмосферное давление от 85 до 107 кПа.

4 ТРЕБОВАНИЯ К СПЕЦИАЛИСТАМ, ОСУЩЕСТВЛЯЮЩИМ ПОВЕРКУ

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

5 МЕТРОЛОГИЧЕСКИЕ И ТЕХНИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ К СРЕДСТВАМ ПОВЕРКИ

5.1 Рекомендуется применять средства поверки, указанные в таблице 2.

Таблица 2 – Средства поверки

Наименование средства поверки	Номер пункта методики	Требуемые метрологические и технические характеристики	Рекомендуемый тип средства поверки, регистрационный номер ФИФ ОЕИ
Эталоны и средства измерений			
Калибратор постоянного напряжения (эталон)	10.1	абсолютная погрешность воспроизведения постоянного напряжения 10 В в пределах ± 2 мВ	Калибратор универсальный 9100; рег. № 25985-09
Вольтметр постоянного напряжения (эталон)	10.2	абсолютная погрешность измерения постоянного напряжения 10 В в пределах $\pm 1,4$ мВ	Мультиметр 3458А; рег. № 25900-03
Частотомер	10.3	относительная погрешность измерения частоты 5 МГц в пределах $\pm 1 \cdot 10^{-5}$	Частотомер универсальный Tektronix FCA3000; рег. № 51532-12
Вспомогательные технические средства			
Шасси	8, 9	3 слота для контроллера, слот PXI	NI PXIe-1075
Модуль контроллера	8, 9	шина PXIe; HDD ≥ 40 GB, ОЗУ ≥ 512 MB; интерфейсы USB	NI PXIe-8840
Монитор, клавиатура, манипулятор «мышь»	8, 9	интерфейсы, совместимые с модулем контроллера	-
Плата терминальная	8, 9	D-SUB 68 pin	NI CB-68LP
Кабель терминальный	8, 9	D-SUB 68 pin	NI SHC68-68-EPM
Провод сигнальный	раздел 9	по пункту 5.4; 2 шт.	-
Адаптер	9.3	banana(f,f)-BNC(m)	-
Программное обеспечение			
Драйвер	8 – 10	управление режимами модуля	NI-RIO, номер версии 17.0.0 и выше
Операционная система	8 – 10	управление режимами модуля	NI LabVIEW, номер версии 2017 и выше

5.2 Эталоны и средства измерений должны быть исправны и поверены.

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

5.4 Сигнальный провод должен быть сделан, как показано на рисунке 1, из отрезка изолированного многожильного медного провода диаметром (0,8 ... 1,0) мм и длиной (300 ... 500) мм. Один из концов провода освободить от изоляции и облудить, чтобы получился штырек длиной (8 ... 10) мм. Второй конец провода освободить от изоляции на длине (10 ... 15) мм, облудить, и припаять вилку "banana"(m).



Рисунок 1 – Конструкция сигнального провода

6 ТРЕБОВАНИЯ (УСЛОВИЯ) ПО ОБЕСПЕЧЕНИЮ БЕЗОПАСНОСТИ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ

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

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

6.3 Не допускается:

- производить установку и изъятие модуля из слота при включенном шасси;
- производить подсоединение кабелей к контактам модуля или отсоединение от них, когда имеется напряжение на входе модуля;
- работать с модулем при обнаружении его явного повреждения.

7 ВНЕШНИЙ ОСМОТР

7.1 При проведении внешнего осмотра проверяются:

- комплектность модуля;
- чистота и исправность разъемов модуля;
- отсутствие механических повреждений модуля.

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

8 ПОДГОТОВКА К ПОВЕРКЕ, ПРОВЕРКА ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ И ОПРОБОВАНИЕ

8.1 Перед началом работы следует изучить руководства по эксплуатации модуля и применяемых средств поверки.

8.2 Установить в шасси контроллер.

8.3 Выполнить инсталляцию программного обеспечения на контроллер (если это не было сделано ранее).

8.4 Установить в шасси поверяемый модуль.

8.5 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.

Зафиксировать отображаемое имя модуля “Resource Name”, например “RIO0”.

8.6 В меню “Software” выбрать “NI-RIO”.

Убедиться в том, что в правом поле окна в столбце “Version” отображается номер версии программного обеспечения (драйвера), он должен быть не ниже 17.0.0.

Свернуть окно программы “Measurement & Automation Explorer”.

8.7 До начала следующих операций поверки выдержать модуль и поверочное оборудование во включенном состоянии в соответствии с указаниями руководств по эксплуатации.

Минимальное время прогрева 60 минут.

8.8 Выполнить автоподстройку модуля, для чего выполнить следующие действия.

Запустить программу “LabVIEW”, войти в меню автоподстройки (Self-Calibration) по следующему пути:

C:\Program Files\National Instruments\LabVIEW\vi.lib\LabVIEW Targets\FPGA\Rio\
R Series\78xxr\783xr\Calibration\Public

В секторе выбрать имя “RIO Device”, зафиксированное в пункте 8.5.

Кликнуть на “nirio78xxCalibrationSelfCal.vi”.

Запустить процедуру клавишей “Run”.

Выждать до завершения процедуры (примерно 1 минута), после чего кликнуть на “Save Cal Results”.

Закрывать текущее окно.

8.9 Присоединить разъем терминального кабеля к разъему “CONNECTOR 0 (RMIO)” модуля.

Присоединить другой разъем терминального кабеля к разъему терминальной платы.

9 ОПРЕДЕЛЕНИЕ МЕТРОЛОГИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК И ПОДТВЕРЖДЕНИЕ СООТВЕТСТВИЯ МЕТРОЛОГИЧЕСКИМ ТРЕБОВАНИЯМ

9.1 Определение погрешности измерения постоянного напряжения

9.1.1 Используя два сигнальных провода (пункт 5.4), выполнить соединения контактов канала “AI0” терминальной платы с клеммами калибратора таким образом, чтобы контакт “AI0+” был соединен с гнездом “HI” калибратора, а контакт “AI0-” был подключен к гнезду “LO” калибратора.

9.1.2 Установить на калибраторе режим DCV.

9.1.3 Запустить процесс измерения напряжения на модуле по следующему пути:
nirio78xxCalibrationReadAIVoltage.vi.

Использовать имя “Resource Name”, например “RIO0”, определенное в пункте 8.5.

Выбрать режим “Run Continuously”.

9.1.4 Устанавливать на калибраторе значения напряжения, указанные в столбце 1 таблицы 9.1. Записывать отсчеты напряжения на модуле в столбец 3 таблицы 9.1.

9.1.5 Выполнить измерения для остальных каналов модуля по пунктам 9.1.1, 9.1.3, 9.1.4.

Таблица 9.1 – Погрешность измерения постоянного напряжения

Установленное значение на калибраторе Ucal	Нижний предел допускаемых значений Umin	Измеренное модулем значение	Верхний предел допускаемых значений Umax
1	2	3	4
0 мВ (ZERO)	-2,71 мВ		+2,71 мВ
+9,9 В	+9,89224 В		+9,90776 В
-9,9 В	-9,90776 В		-9,89224 В

КРИТЕРИЙ ПОДТВЕРЖДЕНИЯ СООТВЕТСТВИЯ МЕТРОЛОГИЧЕСКИМ ТРЕБОВАНИЯМ: измеренные модулем значения напряжения должны находиться в пределах допускаемых значений, указанных в столбцах 2 и 4 таблицы 9.1. Пределы допускаемых значений Umin, Umax рассчитаны на основании формулы для пределов $\pm\Delta U$ допускаемой абсолютной погрешности измерения напряжения U, приведенной в описании типа модуля:

$$\Delta U = (5,1 \cdot 10^{-4} \cdot U + 2,71 \text{ мВ})$$

$$U_{\min} = U_{\text{cal}} - \Delta U$$

$$U_{\max} = U_{\text{cal}} + \Delta U$$

9.2 Определение погрешности воспроизведения постоянного напряжения

9.2.1 Используя два сигнальных провода (пункт 5.4), выполнить соединения контактов канала “AO0” терминальной платы с клеммами мультиметра таким образом, чтобы контакт “AO0” был соединен с гнездом “HI” мультиметра, а контакт “AOGND” был подключен к гнезду “LO” мультиметра.

9.2.2 Установить мультиметр в режим DCV с автоматическим пределом измерения. Выбрать режим усреднения клавишами [NPLC], 50, [ENTER].

9.2.3 Запустить процесс воспроизведения напряжения на модуле по следующему пути: nirio78xxCalibrationSetAOVoltage.vi.

Использовать имя “Resource Name”, например “RIO0”, определенное в пункте 8.5.

Выбрать режим “Run Continuously”.

9.2.4 Устанавливать на канале значения напряжения “AO Voltage”, указанные в столбце 1 таблицы 9.2.

Записывать измеренные мультиметром значения напряжения в столбец 3 таблицы 9.2.

9.2.5 Выполнить измерения по пунктам 9.2.1, 9.2.3, 9.2.4 для остальных каналов модуля.

Таблица 9.2 – Погрешность воспроизведения постоянного напряжения

Установленное на модуле значение Umod	Нижний предел допускаемых значений Umin	Измеренное мультиметром значение	Верхний предел допускаемых значений Umax
1	2	3	4
0 мВ	-2,37 мВ		+2,37 мВ
+9,9 В	+9,89415 В		+9,90585 В
-9,9 В	-9,90585 В		-9,89415 В

КРИТЕРИЙ ПОДТВЕРЖДЕНИЯ СООТВЕТСТВИЯ МЕТРОЛОГИЧЕСКИМ ТРЕБОВАНИЯМ: измеренные мультиметром значения напряжения должны находиться в пределах допускаемых значений, указанных в столбцах 2 и 4 таблицы 9.2. Пределы допускаемых значений U_{min} , U_{max} рассчитаны на основании формулы для пределов $\pm\Delta U$ допускаемой абсолютной погрешности воспроизведения напряжения U , приведенной в описании типа модуля:

$$\Delta U = (3,51 \cdot 10^{-4} \cdot U + 2,37 \text{ мВ})$$

$$U_{min} = U_{cal} - \Delta U$$

$$U_{max} = U_{cal} + \Delta U$$

9.3 Определение погрешности частоты опорного генератора

9.3.1 Используя два соединительных кабеля (поз. 2.6 таблицы 2) и адаптер banana(f,f)-BNC(m), соединить контакты терминальной платы с входом частотомера таким образом, чтобы контакт "DIO0" был соединен с центральным проводником разъема "CHA" частотомера, а контакт "DGND" был подключен к экрану разъема "CHA" частотомера.

9.3.2 Запустить процесс воспроизведения сигнала на модуле по следующему пути:
 nirio78xxCalibrationStartCounter.vi.
 Использовать имя "Resource Name", например "RIO0", определенное в пункте 7.2.1.
 Выбрать режим "Run Continuously".

9.3.3 Установить на частотомере режим автоматического выбора.
 Записать отсчет частотомера в столбец 3 таблицы 9.3.

Таблица 9.3 – Погрешность частоты опорного генератора

Значение частоты на модуле F, МГц	Нижний предел допускаемых значений Fmin, МГц	Измеренное частотомером значение, МГц	Верхний предел допускаемых значений Fmax, МГц
1	2	3	4
5	4,9995		5,0005

КРИТЕРИЙ ПОДТВЕРЖДЕНИЯ СООТВЕТСТВИЯ МЕТРОЛОГИЧЕСКИМ ТРЕБОВАНИЯМ: измеренное частотомером значение должно находиться в пределах допускаемых значений, указанных в столбцах 2 и 4 таблицы 9.3. Пределы допускаемых значений F_{min} , F_{max} рассчитаны на основании пределов допускаемой относительной погрешности частоты $\pm\delta F$:

$$\delta F = 1 \cdot 10^{-4}$$

$$F = 5 \text{ МГц}$$

$$F_{min} = F - \delta F \cdot F$$

$$F_{max} = F + \delta F \cdot F$$

10 ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ

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

При положительных результатах по запросу оформляется свидетельство о поверке и наносится знак поверки в соответствии с описанием типа средства измерений.

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

Протокол поверки оформляется в произвольной форме (отдельным документом либо на обратной стороне свидетельства о поверке). В протоколе поверки допускается привести качественные результаты измерений с выводами о соответствии поверенного прибора метрологическим требованиям без указания измеренных числовых значений величин.