



Федеральное государственное
бюджетное учреждение
«Всероссийский научно-исследовательский
институт метрологической службы»

119361, г. Москва, вн. тер. г. муниципальный
округ Очаково-Матвеевское, ул. Озерная, д. 46

Тел.: (495) 437 55 77
E-mail: Office@vniims.ru

Факс: (495) 437 56 66
www.vniims.ru

СОГЛАСОВАНО
Заместитель директора
по производственной метрологии
ФГБУ «ВНИИМС»


М.П. А.Е. Коломин

«27» 02 2024 г.

Государственная система обеспечения единства измерений

Модули измерительные контроллеров NL-9150PRO

Методика поверки

МП 207-016-2024

г. Москва
2024 г.

СОДЕРЖАНИЕ

1 Общие положения	3
2 Перечень операций поверки	3
3 Требования к условиям проведения поверки	3
4 Метрологические и технические требования к средствам поверки	4
5 Требования (условия) по обеспечению безопасности проведения поверки	5
6 Внешний осмотр	5
7 Подготовка к поверке и опробование	5
8 Проверка программного обеспечения	6
9 Определение метрологических характеристик и подтверждение соответствия модулей метрологическим требованиям	6
10 Оформление результатов поверки	9

1 Общие положения

1.1 Настоящая методика предназначена для проведения первичной и периодической поверок модулей измерительных контроллеров NL-9150PRO (далее по тексту – модули).

Настоящая методика устанавливает объем, условия поверки, методы и средства поверки и порядок оформления результатов поверки.

Методика распространяется на вновь изготавливаемые, выпускаемые из ремонта и находящиеся в эксплуатации модули.

1.2 В результате поверки должны быть подтверждены метрологические требования, приведённые в приложении 1 настоящей методики.

1.3 При определении метрологических характеристик поверяемого средства измерений используется метод косвенных измерений для определения погрешности измерений сигналов от термопреобразователей сопротивления и термоэлектрических преобразователей и метод прямых измерений при определении погрешности измерений силы и напряжения постоянного тока.

1.4 Поверяемые приборы должны иметь прослеживаемость к следующим Государственным первичным эталонам:

- Государственному первичному эталону единицы электрического сопротивления (ГЭТ 14-2014) в соответствии с Государственной поверочной схемой, утвержденной приказом Росстандарта от 30 декабря 2019 №3456 «Об утверждении государственной поверочной схемы для средств измерений электрического сопротивления постоянного и переменного тока»;

- Государственному первичному эталону единицы электрического напряжения (ГЭТ 13-23) в соответствии с Государственной поверочной схемой, утвержденной приказом Росстандарта от 28.07.2023 г. № 1520 «Об утверждении государственной поверочной схемы для средств измерений постоянного электрического напряжения и электродвижущей силы»;

- Государственному первичному эталону единицы силы постоянного электрического тока (ГЭТ 4-91) в соответствии с приказом Росстандарта от 01.10.2018 г. № 2091.

2. Перечень операций поверки

При проведении поверки модулей должны выполняться операции, указанные в таблице 1.
Таблица 1 – Операции поверки

Наименование операции	Обязательность выполнения операции поверки при		Номер раздела (пункта) методики поверки, в соответствии с которым выполняется операция поверки
	первичной поверке	периодической поверке	
1. Внешний осмотр	Да	Да	6
2. Подготовка к поверке и опробование	Да	Да	7
3. Определение метрологических характеристик и подтверждение соответствия преобразователей метрологическим требованиям	Да	Да	8
4. Оформление результатов поверки	Да	Да	9
П р и м е ч а н и я: 1) при получении отрицательных результатов в процессе проведения той или иной операции, поверка прекращается; 2) допускается возможность проведения поверки отдельных измерительных каналов и для меньшего числа диапазонов измерений й.			

3. Требования к условиям проведения поверки

При проведении поверки модулей должны соблюдаться условия, указанные в таблице 2.

Таблица 2 – Условия проведения поверки

Температура окружающего воздуха, °С	от +15 до +25
Относительная влажность воздуха, %	не более 80
Атмосферное давление, кПа (мм рт. ст.)	от 84 до 106,7 (от 630 до 800)

4. Метрологические и технические требования к средствам поверки

При проведении поверки применяют средства измерений и вспомогательное оборудование, указанное в таблице 3.

Таблица 3 – Метрологические и технические требования к средствам поверки

Номер пункта методики поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Рекомендуемые типы средств поверки
Основные средства поверки		
7, 9	Эталон единицы постоянного электрического напряжения 3-го разряда в соответствии с приказом Росстандарта от 28.07.2023 г. № 1520; При поверке модулей AI608G: диапазон воспроизведения сигналов электрического напряжения постоянного тока: от -10 до 100 мВ (в зависимости от установленного на модуле типа НСХ); При поверке модулей AI408G, AO108G: диапазон воспроизведения (измерений) напряжения постоянного тока от 0 до 10 В; Пределы допускаемой абсолютной погрешности в температурном эквиваленте выбираются из соотношения: $\Delta_M/\Delta_{ЭТ} = 3$, где: Δ_M и $\Delta_{ЭТ}$ – см. примечания.	Калибратор многофункциональный и коммуникатор BEAMEX MC6 (-R) (регистрационный № 52489-13) и др.
7,9	Эталон единицы электрического сопротивления 4-го разряда (и выше) в соответствии с приказом Росстандарта от 30.12.2019 № 3456, При поверке модулей AI508G: воспроизведение электрического сопротивления постоянного тока в диапазоне значений от 1 до 4000 Ом (в зависимости от установленного на модуле типа НСХ); Пределы допускаемой абсолютной погрешности в температурном эквиваленте выбираются из соотношения: $\Delta_M/\Delta_{ЭТ} = 3$, где: Δ_M и $\Delta_{ЭТ}$ – см. примечания	Мера электрического сопротивления многозначная MC3071 (Рег. № 66932-17) и др.
	Эталон единицы силы постоянного электрического тока 2-го разряда в соответствии с приказом Росстандарта от 01.10.2018 г. № 2091 При поверке модулей AI208G, AI708G, AO108G: диапазон измерений (воспроизведения) силы постоянного тока от 4 до 20 мА	Калибратор многофункциональный и коммуникатор BEAMEX MC6 (-R) (регистрационный № 52489-13) и др.
Вспомогательные средства поверки (оборудование)		
3, 7	Измеритель комбинированный температуры и влажности окружающего воздуха. Диапазон измерения температуры окружающей среды: от +15 °С до +25 °С, ($\Delta = \pm 1,0$ °С (не более));	Приборы комбинированные Testo 608-H1, Testo 608-H2, Testo 610,

Номер пункта методики поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Рекомендуемые типы средств поверки
	Диапазон измерений относительной влажности воздуха: от 30 % до 80 %, $\Delta = \pm 3$ % (не более).	Testo 622, Testo 623 (Регистрационный № 53505-13) и др.
3, 7	Измеритель атмосферного давления. Диапазон измерений атмосферного давления: от 86 кПа до 106,7 кПа, $\Delta = \pm 5$ гПа (не более).	Измерители давления Testo 511 (Регистрационный № 53431-13) и др.
9	Средство измерений температуры Диапазон измерения температуры: от -10 °С до +35 °С $\Delta = \pm 0,05$ °С	Термометр лабораторный электронный ЛТ-300 (Рег. № 61806-15)
	Удлиняющие провода (при необходимости) ГОСТ 1790-77, ГОСТ 1791-67 (в соответствии с требованиями по ГОСТ 8.338-2002)	-
	Сосуд Дьюара с льдо-водной смесью или нулевой термостат (при необходимости)	-
7, 8, 9	Контроллер NL-9150PRO и панель управления или ПК с автономным программным обеспечением	-
П р и м е ч а н и я: 1. Эталоны единиц величин, используемые при поверке, должны быть аттестованы в установленном порядке; применяемые средства измерений должны быть поверены; 2. Допускается применение аналогичных средств поверки, разрешенных к применению в Российской Федерации, и обеспечивающих определение метрологических характеристик, поверяемых СИ с требуемой точностью; 3. Δ_m и $\Delta_{\text{эт}}$ – пределы допускаемой абсолютной погрешности поверяемого модуля и эталона соответственно (для выбранного типа НСХ и диапазона измерений).		

5. Требования (условия) по обеспечению безопасности проведения поверки

5.1 При поверке модулей должны быть соблюдены требования безопасности ГОСТ 12.3.019, ГОСТ 22261, «Правил технической эксплуатации электроустановок потребителей» и «Правила по охране труда при эксплуатации электроустановок (ПОТЭУ)» (Приказ Минтруда РФ от 15.12.2020 г. № 903Н).

6. Внешний осмотр

Результаты внешнего осмотра считаются положительными, если выполняются следующие требования:

- комплектность соответствует эксплуатационной документации;
- соответствие внешнего вида модулей приведенному в описании типа;
- отсутствие механических повреждений и дефектов покрытия, ухудшающих внешний вид и препятствующих проведению поверки;
- наличие и четкость заводского номера и маркировки модулей.

7. Подготовка к поверке и опробование

7.1 Выдерживают модули в условиях окружающей среды, указанных в таблице 2, не менее 2-х ч, в случае, если они находились в климатических условиях, отличающихся от указанных в таблице 2.

7.2 Подготовить к работе средства поверки в соответствии с эксплуатационной документацией.

7.3 Поверяемый модуль в зависимости от предустановленного типа НСХ подключить к калибратору многофункциональному (далее – калибратор) или мере сопротивления многозначной (далее – магазин сопротивления) и подключить к контроллеру NL-9150PRO. Контроллер подключить к панели управления или ПК с автономным программным обеспечением.

7.4 При опробовании модулей AI208G, AI708G, AI408G задают с калибратора значение напряжения/силы тока (в зависимости от поверяемого модуля), соответствующее середине рабочего диапазона измерений поверяемого модуля. При помощи панели управления или ПК с автономным обеспечением снимают показание измерений, оно в зависимости от модуля должно быть в диапазонах $(12,0 \pm 1,0)$ мА, $(10,0 \pm 1,0)$ мА, $(5,0 \pm 1,0)$ В, $(2,5 \pm 1,0)$ В.

7.5 При опробовании модулей AO108G калибратор переключают в режим измерений напряжения или силы постоянного тока. При помощи панели управления или ПК с автономным обеспечением имитируют с модуля значение, соответствующее середине установленного диапазона воспроизведения поверяемого модуля. При помощи калибратора измеряют значение воспроизведенного сигнала, оно в зависимости от установленного диапазона воспроизведений должно быть в пределах $(12,0 \pm 1,0)$ мА, $(10,0 \pm 1,0)$ мА, $(5,0 \pm 1,0)$ В, $(2,5 \pm 1,0)$ В.

7.6 Опробование модулей AI508G и AI608G проводят совместно с определением погрешности измерений данных модулей.

8. Проверка программного обеспечения

8.1 Информация о версии ПО модулей отображается в меню автономного программного обеспечения при подключении к данному модулю.

8.2 Результаты поверки по данному пункту считаются положительными, если номер версии ПО соответствуют сведениям, приведенным в таблице 4.

Таблица 4 – Идентификационные данные модулей

Идентификационные данные (признаки)	Значение
Идентификационное наименование ПО	по наименованию модификации модуля
Номер версии (идентификационный номер) ПО, не ниже	R1.10
Цифровой идентификатор ПО	-

9. Определение метрологических характеристик и подтверждение соответствия модулей метрологическим требованиям

9.1 Определение допускаемой основной приведенной погрешности модулей проводится на пяти значениях диапазона входного/выходного сигналов (контрольных точках): на краях рабочего диапазона, а также в точках 25 %, 50 %, 75 % рабочего диапазона измерений (воспроизведения). В случае необходимости допускается выбирать иные точки диапазона, но не отличающиеся от рекомендуемых, более чем на 5 %.

Примечание: по требованию заказчика допускается также определять погрешность в дополнительных контрольных точках отличных от рекомендуемых, но лежащих внутри рабочего диапазона измерений (воспроизведения).

9.2 Определение метрологических характеристик и подтверждение соответствия модулей метрологическим требованиям при работе с термопреобразователями сопротивления.

9.2.1 Поверяемый модуль подключить к магазину сопротивления и контроллеру NL-9150PRO. Контроллер подключить к панели управления или ПК с автономным программным обеспечением.

9.2.2 На поверяемом модуле установить тип НСХ «Pt100» или оставить предустановленный тип НСХ в случае поверке в сокращенном объеме.

9.2.3 С магазина сопротивлений воспроизводят значение нормированного сигнала, соответствующее первой контрольной точке (в соответствии с типом НСХ по ГОСТ 6651-2009 (МЭК 60751)).

9.2.4 После стабилизации показаний поверяемого модуля снимают их с панели управления или при помощи ПК с автономным программным обеспечением.

9.2.5 Операции по п.п. 9.2.3-9.2.4 повторяют для остальных контрольных точек и остальных типов НСХ.

9.2.6 Рассчитывают значение основной абсолютной погрешности Δ_t для всех контрольных точек по формуле (1):

$$\Delta_t = t_i - t_э \quad (1),$$

где: t_i – значение температуры, измеренное поверяемым модулем, °С;

$t_э$ – значение температуры, заданное магазином сопротивлений, °С;

9.2.7 Результаты поверки по данному пункту считаются положительными, если значение Δ_t в каждой контрольной точке не превышает нормированного значения с учетом дополнительной абсолютной погрешности, указанного в приложении 1 к настоящей методике.

9.3 Определение метрологических характеристик и подтверждение соответствия модулей метрологическим требованиям при работе с термоэлектрическими преобразователями.

9.3.1 Поверяемый модуль подключить к калибратору и контроллеру NL-9150PRO. Контроллер подключить к панели управления или ПК с автономным программным обеспечением. Собрать схему в соответствии с Рисунком 1.

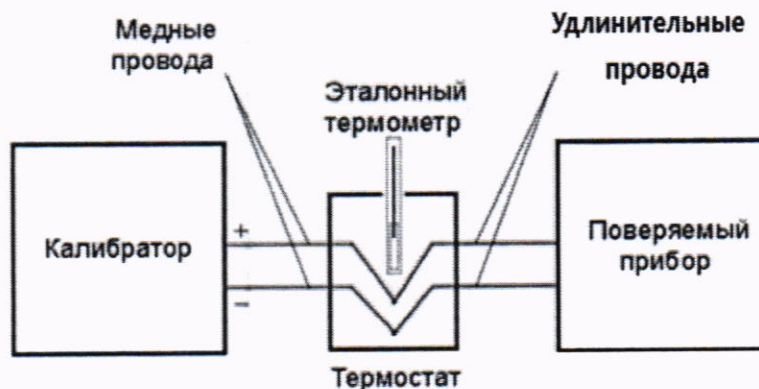


Рисунок 1 – Схема подключения

а) К поверяемому модулю подключают удлинительные (компенсационные) провода по ГОСТ 1790-2016 или ГОСТ 1791-2014 (в соответствии с требованиями по ГОСТ 8.338-2002). Тип удлинительных проводов должен соответствовать установленному типу НСХ преобразователя по ГОСТ Р 8.585-2001/МЭК 60584-1:2013. Концы удлинительных проводов соединяют с медными проводами, скрутки проводов помещают в пробирки, заполненные трансформаторным маслом или диоксидом алюминия, а затем пробирки помещают в нулевой термостат (или сосуд Дьюара, заполненный льдо-водяной смесью). Температуру в сосуде Дьюара контролируют термометром с пределом допускаемой абсолютной погрешности не более $\pm 0,05$ °С.

б) Подключают медные провода к калибратору.

9.3.2 На поверяемом модуле установить тип НСХ «К» в случае поверки модуля в полном объеме. При поверке в сокращенном объеме оставляют предустановленный или устанавливают необходимый тип НСХ.

9.3.3 С эталона воспроизводят значение нормируемого сигнала, соответствующее первой контрольной точке (в соответствии с типом НСХ по ГОСТ Р 8.585-2001/МЭК 60584-1:2013).

9.3.4 После стабилизации показаний поверяемого модуля снимают их с панели управления или при помощи ПК с автономным программным обеспечением.

9.3.5 Операции по п.п. 9.3.3-9.3.4 повторяют для остальных контрольных точек а также для типа НСХ «В» при поверке в полном объеме. При этом при определении погрешности для типа НСХ «В» схема Рисунка 1 не собирается, медные провода подключаются к калибратору и поверяемому модулю напрямую.

9.3.6 Рассчитывают значение приведенной погрешности измерений температуры γ_t по формуле (2):

$$\gamma_t = \frac{(t_i - t_э)}{(t_в - t_н)} \cdot 100\% \quad (2),$$

где: t_i – значение температуры, измеренное поверяемым модулем, °С;

$t_э$ – значение ТЭДС в температурном эквиваленте, заданное калибратором, °С;

$t_в, t_н$ – верхний и нижний пределы диапазона измерений температуры, °С

9.3.7 Результаты поверки по данному пункту считаются положительными, если значение γ_t в каждой контрольной точке не превышает нормированного значения с учетом дополнительной приведенной погрешности, указанного в приложении 1 к настоящей методики.

9.4 Определение метрологических характеристик и подтверждение соответствия метрологическим модулей измерений (воспроизведения) сигналов напряжения и силы постоянного тока.

9.4.1 Поверяемый модуль подключить к калибратору и контроллеру NL-9150PRO. Контроллер подключить к панели управления или ПК с автономным программным обеспечением.

9.4.2 При поверке модулей AI208G, AI708G, AI408G на поверяемом модуле установить диапазон измерений от 4 до 20 мА или от 0 до 10 В (в зависимости от типа модуля) в случае поверки модуля в полном объеме. При поверке в сокращенном объеме оставляют предустановленный или устанавливают необходимый диапазон измерений.

9.4.3 При поверке модуля AO108G калибратор переключают в режим измерений напряжения или силы постоянного тока или подключают измеритель силы (напряжения) постоянного тока, а на модуле устанавливают диапазон от 4 до 20 мА или от 0 до 10 В при поверке в полном объеме. При поверке в сокращенном объеме оставляют предустановленный или устанавливают необходимый диапазон воспроизведения.

9.4.4 При поверке модулей AI208G, AI708G, AI408G с калибратора воспроизводят значение нормированного сигнала, соответствующее первой контрольной точке. После стабилизации показаний поверяемого модуля снимают их с панели управления или при помощи ПК с автономным программным обеспечением.

9.4.5 При поверке модуля AO108G при помощи панели управления или ПК с автономным программным обеспечением задают значение сигнала, соответствующее первой контрольной точке. После стабилизации сигнала снимают показания с калибратора, переведенного в режим измерений, или измерителя силы (напряжения) постоянного тока.

9.4.6 Операции по п.п. 9.4.2-9.4.5 повторяют для остальных контрольных точек и диапазонов измерений (воспроизведения).

9.4.7 Рассчитывают значение приведенной погрешности γ_x для всех контрольных точек по формуле (3):

$$\gamma_X = \frac{(X_i - X_3)}{(X_B - X_H)} \cdot 100\% \quad (3),$$

где: X_i – значение сигнала, измеренное (воспроизводимое) поверяемым модулем, В, мА;
 X_3 – значение сигнала, заданное (измеренное) калибратором (измерителем напряжения и силы тока), В, мА;

9.4.8 Результаты поверки по данному пункту считаются положительными, если значение γ_X каждой контрольной точке не превышает нормированного значения с учетом дополнительной приведенной погрешности, указанного в приложении 1 к настоящей методики.

10. Оформление результатов поверки

10.1 Сведения о результатах поверки модулей в соответствии с действующим законодательством в области обеспечения единства измерений РФ передаются в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений.

10.2 Модули, прошедшие поверку с положительным результатом, признаются годными и допускаются к применению. По заявлению владельца средства измерений или лица, представившего его на поверку, на средство измерений выдается свидетельство о поверке или вносится запись о проведенной поверке в паспорт, заверяемая подписью поверителя и знаком поверки, с указанием даты поверки.

10.3 При отрицательных результатах поверки на средство измерений по заявлению владельца средства измерений или лица, представившего его на поверку, оформляется извещение о непригодности к применению.

Разработали:

Ведущий инженер отдела 207 ФГБУ «ВНИИМС»



П.В. Сухов

Начальник отдела 207 ФГБУ «ВНИИМС»

А.А. Игнатов



ПРИЛОЖЕНИЕ 1

Таблица 1 Метрологические требования, предъявляемые к модулям

Измерительный модуль	Диапазоны входных сигналов ¹⁾ (входное сопротивление)	Диапазоны выходных сигналов (выходное сопротивление)	Пределы допускаемой погрешности при температуре окружающей среды +25 °С; γ - приведенная, Δ - абсолютная	Пределы допускаемой дополнительной погрешности в рабочих условиях эксплуатации $\gamma_{доп}$ - приведенная,
AI208G 8 входных каналов	от 4 до 20 мА или от 0 до 20 мА (≥ 200 Ом)	-	$\gamma = \pm 0,1 \%$ от диапазона измерений	$\gamma_{доп} = \pm 0,0035 \%$ от диапазона измерений/°С
AI708G 8 входных каналов	от 4 до 20 мА или от 0 до 20 мА (250 Ом)	-	$\gamma = \pm 0,1 \%$ от диапазона измерений	$\gamma_{доп} = \pm 0,003 \%$ от диапазона измерений/°С
AI408G 8 входных каналов	от 0 до 10 В или от 0 до 5 В (≥ 1 МОм)	-	$\gamma = \pm 0,1 \%$ от диапазона измерений	$\gamma_{доп} = \pm 0,0035 \%$ от диапазона измерений/°С
AI508G 8 входных каналов	В соответствии с таблицей 3	-	$\Delta = \pm 0,5$ °С	$\gamma_{доп} = \pm 0,003 \%$ от диапазона измерений/°С
AI608G 8 входных каналов	В соответствии с таблицей 3	-	$\gamma = \pm 0,2 \%$ от диапазона измерений ⁴⁾	$\gamma_{доп} = \pm 0,005 \%$ от диапазона измерений/°С
AO108G 8 выходных каналов	-	от 4 до 20 мА от 0 до 20 мА (≤ 600 Ом) от 0 до 10 В от 0 до 5 В (≥ 800 кОм)	$\gamma = \pm 0,1 \%$ от диапазона измерений	$\gamma_{доп} = \pm 0,003 \%$ от диапазона измерений/°С

Примечания:

¹⁾ - Пределы допускаемой приведенной погрешности измерений температуры при работе с ТП указаны с учетом погрешности компенсации температуры холодного спая.

Таблица 2 – Метрологические требования в части типов НСХ и диапазонов измерений, предъявляемые к модулям измерительным AI508G и AI608G

Измерительный модуль	Тип НСХ ¹⁾	Диапазон измерений температуры, °С
AI508G 8 входных каналов	Pt100 ($\alpha = 0,00385$ °С ⁻¹)	от -200 до +850
	Pt1000 ($\alpha = 0,00385$ °С ⁻¹)	от -200 до +800
	50M ($\alpha = 0,00428$ °С ⁻¹)	от -50 до +150
AI608G 8 входных каналов	S	от -50 до +1760
	K	от -200 до +1370

Измерительный модуль	Тип НСХ ¹⁾	Диапазон измерений температуры, °С
	R	от -50 до +1600
	B	от +400 до +1820
	N	от -200 до +1300
	E	от -200 до +1000
	J	от -210 до +1200
	T	от -200 до +400
Примечание: ¹⁾ - Типы НСХ - по ГОСТ 6651-2009 (для ТС) и по ГОСТ Р 8.585-2001 (для ТП)		