

СОГЛАСОВАНО

Главный метролог

ООО «ПРОММАШ ТЕСТ Метрология»



В.А. Лапшинов

«11» марта 2025 г.

Государственная система обеспечения единства измерений

Датчики температуры LG200

МЕТОДИКА ПОВЕРКИ

МП-748-2025

1 Общие положения

Настоящая методика поверки распространяется на датчики температуры LG200 (далее – датчики) и устанавливает методику их первичной и периодической поверки (далее – поверка).

В результате поверки должны быть подтверждены следующие метрологические требования, приведенные в таблицах 1 и 2.

Таблица 1 - Метрологические характеристики (требования) для датчиков, состоящих из ТС с ИП

Наименование характеристики	Значение
Условное обозначение НСХ ЧЭ ТС по ГОСТ 6651-2009/МЭК 60751	Pt100
Температурный коэффициент ТС α , $^{\circ}\text{C}^{-1}$	0,00385
Диапазон измерений температуры, $^{\circ}\text{C}$	от -50 до +400
Пределы допускаемой приведенной погрешности измерений к верхнему пределу измерений, %	$\pm 0,5$
Примечание – Рабочий диапазон измерений температуры конкретного датчика находится внутри диапазона измерений температуры, приведенного в таблице, и указан на маркировочной таблице и в паспорте на изделие. Разница между верхней и нижней границами рабочего диапазона измерений температуры не менее 100 $^{\circ}\text{C}$.	

Таблица 2 – Метрологические характеристики (требования) для датчиков, состоящих из ТС без ИП

Наименование характеристики	Значение
Условное обозначение НСХ ЧЭ ТС по ГОСТ 6651-2009/МЭК 60751	Pt100
Температурный коэффициент ТС α , $^{\circ}\text{C}^{-1}$	0,00385
Диапазон измерений температуры, $^{\circ}\text{C}$	от -50 до +400
Класс допуска по ГОСТ 6651-2009/МЭК 60751	A, B
Пределы допускаемого отклонения сопротивления ТС от НСХ в температурном эквиваленте (допуск) по ГОСТ 6651-2009/МЭК 60751, $^{\circ}\text{C}$ - Класс А - Класс В	$\pm(0,15+0,002 \cdot t)$ $\pm(0,3+0,005 \cdot t)$
Примечание – $ t $ – абсолютное измеренное значение температуры, $^{\circ}\text{C}$.	

При подтверждении метрологических требований датчиков в рамках проводимой поверки обеспечивается передача единицы температуры в соответствии с государственной поверочной схемой, утвержденной приказом Росстандарта от 19.11.2024 № 2712, подтверждающая прослеживаемость к государственным первичным эталонам ГЭТ 35-2021 и ГЭТ 34-2020.

В настоящей методике поверки используется метод непосредственного сличения.

2 Перечень операций поверки средства измерений

При проведении поверки должны быть выполнены операции, указанные в таблице 3.

Таблица 3 – Операции поверки

Наименование операции поверки	Обязательное выполнение операций поверки при		Номер раздела (пункта) методики поверки, в соответствии с которым выполняется операция поверки
	первичной поверке	периодической поверке	
Внешний осмотр	Да	Да	7
Контроль условий поверки (при подготовке к поверке и опробовании средства измерений)	Да	Да	8.1
Опробование (при подготовке к поверке и опробовании средства измерений)	Да	Да	8.2
Проверка программного обеспечения	Да	Да	9
Определение метрологических характеристик средства измерений и подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям	Да	Да	10

3 Требования к условиям проведения поверки

При проведении поверки должны быть соблюдены следующие условия:

- | | |
|--------------------------------------|---------------|
| - температура окружающей среды, °С | от +15 до +25 |
| - относительная влажность воздуха, % | от 30 до 80 |

4 Требования к специалистам, осуществляющим поверку

Поверка СИ должна выполняться специалистами организации, аккредитованной в соответствии с законодательством Российской Федерации об аккредитации в национальной системе аккредитации на проведение поверки средств измерений данного вида, имеющими необходимую квалификацию, ознакомленными с эксплуатационной документацией и освоившими работу с техническими средствами, используемыми при поверке.

5 Метрологические и технические требования к средствам поверки

При проведении поверки применяют средства поверки, указанные в таблице 4.

Таблица 4 – Сведения о средствах поверки

Операции поверки, требующие применение средств поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
1	2	3
п. 8.1 Контроль условий поверки (при подготовке к поверке и опробовании средства измерений)	Средства измерений температуры окружающей среды в диапазоне измерений от +15 °С до +25 °С с абсолютной погрешностью не более ± 1 °С Средства измерений относительной влажности воздуха в диапазоне от 30 % до 80 % с абсолютной погрешностью не более ± 3 %	Измеритель влажности и температуры ИВТМ-7 М 5-Д, рег. № 71394-18
п. 8.2 Опробование (при подготовке к поверке и опробовании средства измерений)	Средства измерений сопротивления изоляции в диапазоне измерений сопротивления от 4 МОм и номинальным рабочим напряжением 100 В	Тераомметр МІ 3210, рег. № 57165-14
п. 10 Определение метрологических характеристик средства измерений и подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям	Эталоны единицы температуры, соответствующие требованиям к эталонам не ниже 2 разряда в соответствии с приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 19 ноября 2024 г. № 2712	Термометр сопротивления платиновый вибропрочный эталонный ПТСВ-9-2, рег. №65421-16
	Эталоны единицы электрического сопротивления, соответствующие требованиям к эталонам не ниже 3 разряда в соответствии с приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 30 декабря 2019 г. № 3456	Измеритель температуры многоканальный прецизионный МИТ 8.15, рег. №19736-11; Измеритель температуры двухканальный прецизионный МИТ 2.05М, рег. № 46432-11
	Эталоны единицы постоянного тока, соответствующие требованиям к эталонам не ниже 2 разряда в соответствии с приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 18 декабря 2018 г. № 2091	Калибратор-измеритель унифицированных сигналов эталонный ЭЛЕМЕР-ИКСУ-3000, рег. № 85582-22; Калибратор многофункциональный и коммуникатор BEAMEX MC6 (-R), рег. № 52489-13

	Средства воспроизведения и поддержания температуры с нестабильностью поддержания заданного значения температуры не более 1/5 от предельно допустимой погрешности поверяемого СИ	Термостат переливной прецизионный ТПП-1.3, рег. № 33744-07; Термостат переливной прецизионный ТПП-1.0, рег. № 33744-07; Высокотемпературный соляной термостат TKW-560G
	Источники напряжения постоянного тока для воспроизведения напряжения постоянного тока в соответствии с напряжением питания датчика	Источник питания постоянного тока GPR-76030D, рег. № 55898-13
Примечание – Допускается использовать при поверке другие утвержденные и аттестованные эталоны единиц величин, средства измерений утвержденного типа и поверенные, удовлетворяющие метрологическим требованиям, указанным в таблице.		

6 Требования по обеспечению безопасности проведения поверки

При проведении поверки должны быть выполнены все требования безопасности, указанные в эксплуатационной документации на поверяемый датчик и средства поверки.

7 Внешний осмотр средства измерений

При внешнем осмотре устанавливают наличие серийного номера, соответствие внешнего вида, комплектности датчика описанию типа, а также отсутствие механических повреждений, коррозии, нарушений покрытий, надписей и других дефектов, которые могут повлиять на работу датчиков и на качество поверки.

Результат проверки считается положительным, если выполняются все вышеперечисленные требования. При возможности оперативного устранения недостатков, замеченных при внешнем осмотре, поверка продолжается по следующим операциям.

8 Подготовка к поверке и опробование средства измерений

8.1 Контроль условий поверки

Условия поверки должны соответствовать указанным в п. 3 настоящей методики поверки.

Поверяемый датчик и средства поверки выдерживают в лаборатории, где проводится поверка, не менее 2 часов.

8.2 Опробование

Опробование проводят, путем проверки электрического сопротивления изоляции датчиков.

Для проверки электрического сопротивления изоляции датчиков используют измеритель сопротивления изоляции с установленным рабочим напряжением 100 В.

Подключить один из зажимов измерителя сопротивления изоляции к закороченным между собой выходным контактам датчика температуры, а другой – к краю измерительной вставки или металлической защитной арматуре.

Запустить процесс измерения электрического сопротивления изоляции датчика температуры.

Результат опробования считается положительным, если полученное значение электрического сопротивления изоляции датчика температуры не менее 20 МОм.

9 Проверка программного обеспечения

Данный пункт поверки реализуется только у датчиков, имеющих встроенное программное обеспечение (далее – ПО) – датчиков модели LG200-WRT.

Идентификацию ПО SmartHartDeviceUtility_V3.8.4.en или Modbus-RTU_RS485_2020 проводят при подключении датчика к персональному компьютеру с помощью HART-коммуникатора или интерфейса RS485 соответственно. Результат проверки считается положительным, если версия ПО не ниже, указанной в описании типа на утвержденный тип средства измерений.

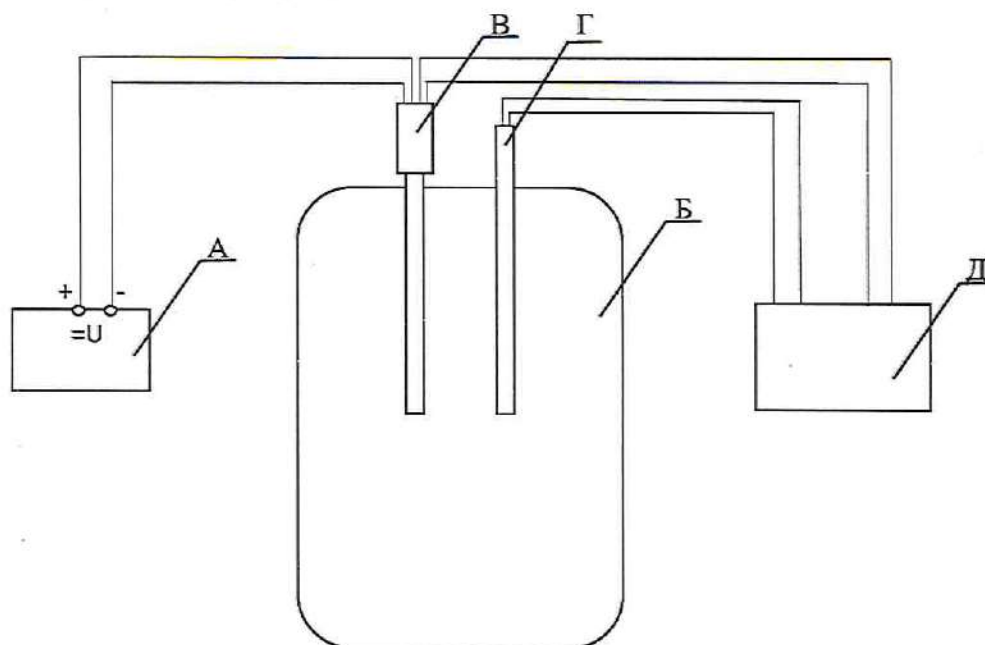
10 Определение метрологических характеристик средства измерений и подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям

10.1 Определение метрологических характеристик

10.1.1 Для датчиков, состоящих из ТС с ИП

Погрешность датчика определяют не менее, чем в пяти температурных точках, равномерно расположенных в диапазоне измерений, включая начальное и конечное значение диапазона измерений, методом сравнения с эталонным термометром в криостате, в термостате, в сухоблочном (или жидкостном) калибраторе температуры, при этом необходимо не допускать перегрева соединительной головки датчика.

Собрать схему согласно рисунку 1.



А – источник питания; Б – средство воспроизведения и поддержания температуры; В – поверяемый датчик; Г – эталонный термометр; Д – измерительный прибор.

Рисунок 1 – Схема поверки для датчиков, состоящих из ТС с ИП

Подключение контактов датчика выполнить в соответствии с разделом 9 «Подключение выходных контактов» руководства по эксплуатации 2017.08.V1.0 РЭ.

Подать питание на датчик.

При поверке датчика в соленых и жидкостных термостатах (криостатах) погрузить на одну глубину (по конструктивной возможности) поверяемый датчик вместе с эталонным термометром, используя при этом выравнивающие блоки (при необходимости). При этом, эталонный термометр должен быть погружен на глубину, не менее нормируемой глубины погружения.

При поверке в калибраторах температуры погрузить эталонный термометр и поверяемый датчик на одну глубину в изотермическую зону калибратора температуры.

В соответствии с эксплуатационной документацией установить на криостате, калибраторе температуры или термостате требуемую температурную точку.

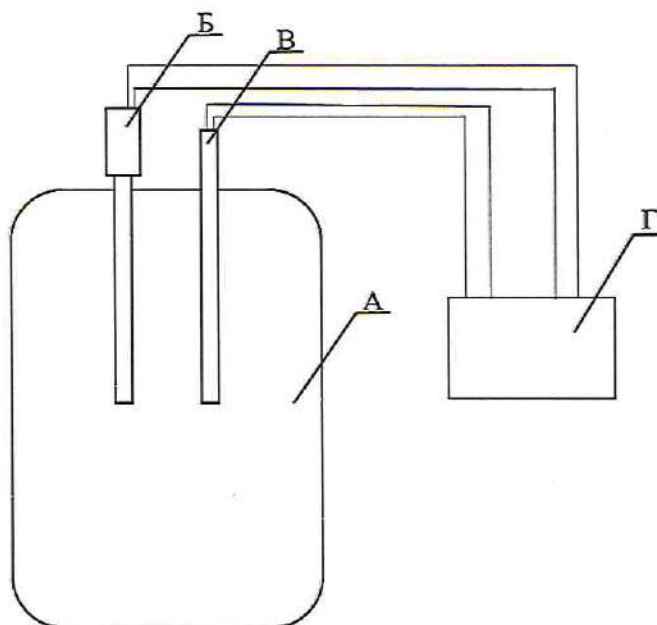
После установления заданной температуры и достижения теплового равновесия между эталонным термометром, датчиком и термостатирующей средой (стабилизация показаний эталонного термометра и датчика) снять измеренное значение температуры эталонного термометра, индицируемое на дисплее измерительного прибора, а также цифровой выходной сигнал датчика в температурном эквиваленте индицируемый на дисплее коммуникатора или персонального компьютера (или на встроенном дисплее датчика) и (или) аналоговый выходной сигнал поверяемого датчика при помощи прецизионного измерителя постоянного тока.

Повторить операции для остальных контрольных точек.

10.1.2 Для датчиков, состоящих из ТС без ИП

Проверку отклонения сопротивления датчика от НСХ выполняют для одной температурной точки, расположенной в диапазоне от минус 5 °С до плюс 30 °С (предпочтительная температура 0 °С) и для одной дополнительной температурной точки, отстоящей от первой не менее чем на 90 °С методом сравнения с эталонным термометром в криостате, в термостате, в сухоблочном (или жидкостном) калибраторе температуры.

Собрать схему согласно рисунку 2.



А – средство воспроизведения и поддержания температуры; Б – поверяемый датчик; В – эталонный термометр; Г – измерительный прибор.

Рисунок 2 – Схема поверки для датчиков, состоящих из ТС без ИП

Подключение контактов датчика выполнить в соответствии с разделом 9 «Подключение выходных контактов» руководства по эксплуатации 2017.08.V1.0 РЭ.

При поверке датчика в термостатах (криостатах) погрузить на одну глубину (по конструктивной возможности) поверяемый датчик вместе с эталонным термометром, используя при этом выравнивающие блоки (при необходимости). При этом, эталонный термометр должен быть погружен на глубину, не менее нормируемой глубины погружения.

При поверке в калибраторах температуры погрузить эталонный термометр и поверяемый датчик на одну глубину в изотермическую зону калибратора температуры.

В соответствии с эксплуатационной документацией установить на криостате, калибраторе температуры или термостате требуемую температурную точку.

После установления заданной температуры и достижения теплового равновесия между эталонным термометром, датчиком и термостатирующей средой (стабилизация показаний эталонного термометра и датчика) снять не менее пяти измеренных значений температуры эталонного термометра и значений сопротивления в температурном эквиваленте, измеренных поверяемым датчиком, индицируемых на дисплее измерительного прибора, и усреднить.

Повторить операции для второй контрольной точки.

10.2 Подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям

10.2.1 Для датчиков, состоящих из ТС с ИП

Определить значение температуры, соответствующее измеренному выходному сигналу датчика по формуле 1

$$t_{ai} = \frac{I_{\text{вых } i} - I_{\text{min}}}{I_{\text{max}} - I_{\text{min}}} \cdot (t_{\text{max}} - t_{\text{min}}) + t_{\text{min}}, \quad (1)$$

где $I_{\text{вых } i}$ – значение выходного тока, соответствующее измеряемой температуре, мА;
 $I_{\text{min}}, I_{\text{max}}$ – нижний и верхний пределы диапазона измерений выходного сигнала, мА;
 $t_{\text{min}}, t_{\text{max}}$ – нижний и верхний пределы диапазона измерений датчика, °С.

Примечание – Если для поверки применяется устройство, позволяющее получить результаты измерений в градусах Цельсия, то расчет по формуле (1) следует исключить.

Рассчитать основную приведенную погрешность к верхнему пределу измерений температуры датчика для каждого заданного значения температуры по формуле 2

$$\gamma = \frac{t_a - t_{\text{эт}}}{t_{\text{max}}} \cdot 100, \quad (2)$$

где $t_{\text{эт}}$ – значение температуры, измеренное эталонным термометром, °С;
 t_a – значение температуры, измеренное датчиком, °С;
 t_{max} – верхний предел измерений температуры датчика, °С.

Значения полученных приведенных погрешностей к верхнему пределу измерений температуры не должны превышать значений, указанных в таблице 1.

Если значения полученных приведенных погрешностей к верхнему пределу измерений температуры превышают предельно допустимые значения, указанные в таблице 1, поверяемый датчик бракуют.

10.2.2 Для датчиков, состоящих из ТС без ИП

Рассчитать отклонение сопротивления ТС от НСХ в температурном эквиваленте (допуск) для каждого заданного значения температуры по формуле 3

$$\Delta = t_{\text{ТСср}} - t_{\text{ЭТср}}, \quad (3)$$

где $t_{\text{ТСср}}$ – среднее значение сопротивления в температурном эквиваленте, измеренное поверяемым датчиком, °С;

$t_{\text{ЭТср}}$ – среднее значение температуры, измеренное эталонным термометром, °С.

Значения полученных отклонений сопротивления ТС от НСХ в температурном эквиваленте не должны превышать допуска соответствующего класса, указанного в таблице 2.

Если значения полученных отклонений сопротивления ТС от НСХ в температурном эквиваленте превышают допуск соответствующего класса, указанный в таблице 2, поверяемый датчик бракуют.

11 Оформление результатов поверки

При положительных результатах поверки датчик признается пригодным к применению. Сведения о положительных результатах поверки передаются в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений в объеме проведенной поверки и на датчик по заявлению владельца или лица, предоставившего на поверку, выдается свидетельство о поверке в соответствии с действующим порядком проведения поверки.

При отрицательных результатах поверки датчик признается непригодным к применению. Сведения об отрицательных результатах поверки передаются в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений, и на датчик по заявлению владельца или лица, предоставившего на поверку, выдается извещение о непригодности с указанием основных причин в соответствии с действующим законодательством.

Результаты поверки оформляют протоколами произвольной формы.

Ведущий инженер по метрологии ЛОЕИ
ООО «ПРОММАШ ТЕСТ Метрология»
Инженер по метрологии ЛОЕИ
ООО «ПРОММАШ ТЕСТ Метрология»



Г.С. Володарская

Ю.О. Соколова