

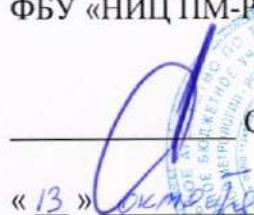


ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ РЕГУЛИРОВАНИЮ И МЕТРОЛОГИИ

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
«НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ЦЕНТР ПРИКЛАДНОЙ МЕТРОЛОГИИ – РОСТЕСТ»
(ФБУ «НИЦ ПМ – РОСТЕСТ»)**

СОГЛАСОВАНО

Заместитель генерального директора
ФБУ «НИЦ ПМ-РОСТЕСТ»


С.А. Денисенко
«13» Октября 2025 г.


Государственная система обеспечения единства измерений

Датчики температуры Т1

МЕТОДИКА ПОВЕРКИ

РТ-МП-1833-207-2025

г. Москва
2025 г.

Общие положения

Настоящая методика распространяется на Датчики температуры Т1 (далее по тексту – датчики, поверяемое СИ), изготавливаемые «FEEJOY TECHNOLOGY (SHANGHAI) CO., LTD.», Китай.

Настоящая методика устанавливает процедуру первичной и периодической поверки термопреобразователей.

Проверка датчиков проводится методом непосредственного сличения с эталонным термометром сопротивления или эталонным преобразователем термоэлектрическим (далее – эталон).

При определении метрологических характеристик в рамках проводимой поверки обеспечивается передача единицы температуры в соответствии с приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии (Росстандарт) от 19 ноября 2024 года № 2712 «Об утверждении Государственной поверочной схемы для средств измерений температуры», подтверждающим прослеживаемость к Государственному первичному эталону ГЭТ 34-2020 «Государственный первичный эталон единицы температуры в диапазоне от 0 °C до 3200 °C» и к ГЭТ 35-2021 «Государственный первичный эталон единицы температуры – кельвина в диапазоне от 0,3 до 273,16 K».

В результате поверки должны быть подтверждены метрологические требования, приведенные в Приложении 1 настоящей методики.

1 Перечень операций поверки средства измерений

1.1 При проведении поверки должны выполняться операции, указанные в таблице 1.1.

Таблица 1.1

Наименование операции поверки	Обязательность выполнения операций поверки при		Номер раздела (пункта) методики поверки, в соответствии с которым выполняется операция поверки
	первичной поверке	периодической поверке	
Внешний осмотр средства измерений	Да	Да	6
Подготовка к поверке и опробование средства измерений	Да	Да	7
Определение метрологических характеристик средства измерений	Да	Да	8
Подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям	Да	Да	9
Оформление результатов поверки	Да	Да	10
Примечание - При получении отрицательных результатов в процессе проведения той или иной операции поверка прекращается			

2 Требования к условиям проведения поверки

2.1 При проведении поверки соблюдаются следующие условия:

- температура окружающего воздуха, °C от +15 до +25;
- относительная влажность окружающего воздуха, %, не более 80;
- атмосферное давление, кПа от 86,0 до 106,7.

3 Требования к специалистам, осуществляющим поверку

3.1 Проверка 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.

4 Метрологические и технические требования к средствам поверки

4.1 При проведении поверки применяют эталоны, средства измерений, испытательное и вспомогательное оборудование, указанные в таблице 2.

Таблица 2

Операция поверки, требующие применение средств поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
п. 7.1 Контроль условий поверки (при подготовке к поверке и опробованию средства измерений)	Средства измерений температуры окружающей среды от +15 до +25 °C с абсолютной погрешностью не более ±0,5 °C; Средства измерений относительной влажности окружающего воздуха до 80 % с абсолютной погрешностью не более ±3 %; Средства измерений атмосферного давления в диапазоне от 86 до 106,7 кПа с абсолютной погрешностью не более ±5 гПа.	Прибор комбинированный Testo 608-H1, Testo 608-H2, Testo 610, Testo 622, Testo 623, рег.№ 53505-13; Измеритель влажности и температуры ИВТМ-7, рег. № 71394-18;
п. 7.3 Опробование средства измерений (при подготовке к поверке и опробованию средства измерений)	Измерители силы постоянного тока, соответствующие требованиям к рабочим эталонам 2 разряда по ГПС в соответствии с приказом Росстандарта от 01.10.2018 г. № 2091. Вспомогательные средства визуализации выходного сигнала (для средств измерений с цифровым выходным сигналом протоколов HART и Modbus RTU).	Калибратор многофункциональный и коммуникатор BEAMEX MC6 (-R), рег. № 52489-13.
п. 7.4 Проверка электрического сопротивления изоляции (при подготовке к поверке и опробованию средства измерений)	Измерители сопротивления изоляции с диапазоном измерений сопротивления изоляции от 2 МОм и номинальным рабочим напряжением 100 В.	Измеритель сопротивления изоляции APPA 607, рег. № 56407-14.
9 Определение метрологических характеристик средства измерений	Термометры сопротивления (платиновые) эталонные, соответствующие требованиям к рабочим эталонам 3-го разряда по ГПС в соответствии с приказом Росстандарта от 19.11.2024 г. № 2712.	Термометр сопротивления платиновый вибропрочный эталонный ПТСВ, рег. № 57690-14, № 32777-06; Термометр сопротивления эталонный ЭТС-100, рег. № 19916-10.

Операция поверки, требующие применение средств проверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения проверки	Перечень рекомендуемых средств проверки
	Преобразователи термоэлектрические эталонные, соответствующие требованиям к рабочим эталонам 1-го, 2-го, 3-го разрядов по ГПС в соответствии с приказом Росстандарта от 19.11.2024 г. № 2712.	Преобразователь термоэлектрический платинородий-платиновый эталонный ППО, рег. № 1442-00; Преобразователь термоэлектрический платинородий-платинородиевый эталонный ПРО, рег. № 41201-09; Преобразователь термоэлектрический эталонный ТППО, рег. № 19254-10.
	Измерители электрического сопротивления, соответствующие требованиям к рабочим эталонам 4- го разряда (и выше) по ГПС в соответствии с приказом Росстандарта от 30.12.2019 г. № 3456.	Измеритель температуры многоканальный прецизионный МИТ 8.15, рег. № 19736-11; Измеритель температуры двухканальный прецизионный МИТ 2.05, рег. № 46432-11.
	Измерители силы постоянного тока, соответствующие требованиям к рабочим эталонам 2-го разряда по ГПС в соответствии с приказом Росстандарта от 01.10.2018 г. № 2091.	Калибратор многофункциональный и коммуникатор BEAMEX MC6 (-R) рег. № 52489-13; Мультиметр 3458A, рег. № 25900-03.
	Измерители напряжения постоянного тока, соответствующие требованиям к эталонам 3-го разряда по ГПС в соответствии с приказом Росстандарта от 28.07.2023 г. № 1520.	Прецизионный милливольтметр В2-99, рег. № 22535-02; Измеритель температуры двухканальный прецизионный МИТ 2.05, рег. № 46432-11; Калибратор многофункциональный и коммуникатор BEAMEX MC6 (-R), рег. № 52489-13.
	Термостаты и/или криостаты температуры (переливного типа), термостаты соляные или с флюидизированной средой, с нестабильностью поддержания заданного значения температуры в полезном объеме не более 1/5 от предельно допустимой погрешности поверяемого СИ.	Термостаты жидкостные серии «ТЕРМОТЕСТ», рег. № 39300-08; Термостаты переливные прецизионные серии ТПП, рег. № 33744-07; Термостат с флюидизированной средой FB-08; Криостат регулируемый КР-190-1 (диапазон воспроизводимых температур от -180 °C до -60 °C).

Операция поверки, требующие применение средств проверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения проверки	Перечень рекомендуемых средств проверки
	Калибраторы температуры сухоблочные (жидкостные) с нестабильностью поддержания заданного значения температуры в полезном объеме не более 1/5 от предельно допустимой погрешности поверяемого СИ.	Калибраторы температуры «ЭЛЕМЕР-КТ-150К», «ЭЛЕМЕР-КТ-200К», «ЭЛЕМЕР-КТ-500К», «ЭЛЕМЕР-КТ-650К», рег. № 80030-20; Калибраторы температуры «ЭЛЕМЕР-КТ-900К» «ЭЛЕМЕР-КТ-1100К», рег. № 75073-19; Калибраторы температуры жидкостные ЭЛЕМЕР-ТК-М, ЭЛЕМЕР-Т, рег. № 78676-20. Калибраторы температуры КТ-5, рег.№ 65779-16; Калибратор температуры СТС-1200А, рег.№ 18844-03 и др.
	Горизонтальные (вертикальные) печи с нестабильностью поддержания заданного значения температуры в полезном объеме не более 1/5 от предельно допустимой погрешности поверяемого СИ.	Печь малоинерционная горизонтальная трубчатая МТП-2МР (низковольтная МТП-1200) (диапазон воспроизводимых температур от +100 °C до +1200 °C); Печь высокотемпературная ВТП 1600-1 (диапазон воспроизводимых температур от +300 °C до +1600 °C); Печи горизонтальные высокотемпературные Fluke мод. 9118А, 9118А-ITB, рег. № 70023-17; Печи высокотемпературные PRESYS, рег. № 78948-20; Печь высокотемпературная TKL-300G (диапазон воспроизводимых температур от 300 °C до 1300 °C); Электрическая печь для градуировки термопар типа ППТ-1850 (диапазон воспроизведения температур от +600 °C до +1800 °C) и др.
	Устройство (емкость) для воспроизведения температуры минус 196 °C.	Сосуд Дьюара с жидким азотом.
	Нулевой термостат или герметичный сосуд, заполненный льдо-водяной смесью.	Термостаты нулевые ТН-1М, ТН-2М, ТН-3М.

Операция поверки, требующие применение средств поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения проверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
	Программно-аппаратный комплекс для визуализации измеряемой величины (для поверки датчиков с цифровым выходом протоколов HART и Modbus RTU)	-

Примечания:

1. Эталоны и средства измерений, применяемые в качестве эталонов, используемые при поверке, должны быть аттестованы или поверены в установленном порядке; применяемые средства измерений должны быть поверены; испытательное оборудование - аттестовано.
2. Допускается применение других средств поверки, обеспечивающих определение метрологических характеристик поверяемых СИ с требуемой точностью.

5 Требования (условия) по обеспечению безопасности проведения поверки

При проведении поверки необходимо соблюдать требования безопасности, установленные в следующих документах:

- «Правила технической эксплуатации электроустановок потребителей», утвержденные приказом Минэнерго РФ от 12.08.2022 г. № 811;
- требования безопасности, которые предусматривают «Правила по охране труда при эксплуатации электроустановок (ПОТЭУ), утвержденные приказом Министерства труда России от 15.12.2020 г. № 903н;
- требования разделов «Указания мер безопасности» эксплуатационной документации на применяемые средства поверки.

6 Внешний осмотр средства измерений

6.1 При внешнем осмотре устанавливают:

- соответствие внешнего вида датчика описанию типа;
- соответствие маркировки, датчиков описанию типа и эксплуатационной документации;
- отсутствие внешних повреждений поверяемого датчика, которые могут повлиять на его метрологические характеристики.

6.2 Результат проверки положительный, если выполняются все вышеперечисленные требования.

6.3 СИ, не отвечающие перечисленным выше требованиям, дальнейшей поверке не подлежат.

Примечание – при оперативном устраниении недостатков датчиков, замеченных при внешнем осмотре, поверка продолжается по следующим операциям.

7 Подготовка к поверке и опробование средства измерений

7.1 Контроль условий поверки

7.1.1 В помещении, где будет проходить поверка средств измерений необходимо провести контроль условий окружающей среды – определить температуру и влажность окружающей среды, а также атмосферное давление. Климатические условия проведения поверки должны соответствовать значениям, указанным в п. 2.1 настоящей методики поверки.

7.2 Подготовка к поверке средства измерений

7.2.1 Изучить руководство по эксплуатации на поверяемый датчик и эксплуатационные документы на применяемые средства поверки;

7.2.2 Выдержать датчик не менее 2 ч в условиях, указанных в п. 2.1 настоящей методики, если иное не указано в технической документации на поверяемый датчик;

7.2.3 Подготовить к работе поверяемый датчик и применяемые средства поверки в соответствии с эксплуатационной документацией.

7.3 Проверка электрического сопротивления изоляции

7.3.1 Подготавливают и включают измеритель сопротивления изоляции в соответствии с его руководством по эксплуатации.

7.3.2 Подают испытательное напряжение 100 В между цепями выходного сигнала датчика и его корпусом.

7.3.3 Результат проверки считают положительным, если электрическое сопротивление изоляции составляет не менее 100 МОм.

7.4 Опробование средства измерений

7.4.1 При проведении опробования датчиков без ИП необходимо проверить наличие выходного сигнала, при этом, для датчиков с ТП необходимо обеспечить условие, при котором рабочий спай и свободные концы датчика находились бы при разной температуре.

7.4.2 Для опробования датчика с ИП убедиться, что температура окружающего воздуха попадает в сконфигурированный на термопреобразователе диапазон измерений.

Примечание: если температура окружающего воздуха не попадает в сконфигурированный на термопреобразователе диапазон измерений, то опробование проводят при любой температуре одновременно с определением метрологических характеристик, при этом, перед определением метрологических характеристик необходимо убедиться в работоспособности прибора.

7.4.2 Датчик с аналоговым выходным сигналом подключить к измерителю силы тока и источнику питания в соответствии с эксплуатационной документацией. С помощью измерителя силы тока определить значение выходного сигнала датчика, которое должно находиться в диапазоне от 4 до 20 мА.

7.4.3 Датчик с аналоговым сигналом, совмещенным с HART-протоколом, подключают к ПК через HART-модем или HART-коммуникатор. Убедиться в наличии выходного сигнала на экране ПК или HART-коммуникатора.

7.4.4 Датчик с интерфейсом RS-485 подключают через адаптер RS-485/USB к USB-порту ПК или иному программно-аппаратному комплексу в соответствии с эксплуатационной документацией. Убедиться в наличии выходного сигнала датчика на экране ПК.

7.4.5 Результат проверки считают положительным, если выполняются все вышеперечисленные требования.

8 Определение метрологических характеристик средства измерений

8.1 Проверка отклонения сопротивления от НСХ (для датчиков с ТС без измерительного преобразователя (ИП))

8.1.1 Проверку отклонения сопротивления от НСХ выполняют для одной температурной точки, расположенной в диапазоне от минус 5 °C до плюс 30 °C (предпочтительная температура 0 °C) и для одной дополнительной температурной точки, отстоящей от первой не менее чем на 95 °C в большую сторону (предпочтительная температура плюс 100 °C), либо при температуре, соответствующей верхнему пределу диапазона измерений (если этот предел ниже плюс 100 °C), методом непосредственного сличения с эталонным термометром в жидкостных термостатах (криостатах).

Для поверки ТС при температуре 0 °C допускается применять нулевые термостаты или сосуды Дьюара, заполненные смесью льда и дистиллированной воды.

8.1.2 При поверке ТС в жидкостных термостатах (криостатах) погружают на одну глубину (по конструктивной возможности) в криостат (термостат) поверяемый ТС вместе с эталонным термометром, используя при этом металлические выравнивающие блоки (при необходимости). При этом эталонный термометр должен быть погружен на глубину, не менее нормируемой глубины погружения.

8.1.3 В соответствии с эксплуатационной документацией устанавливают на криостате (термостате) требуемую температурную точку.

8.1.4 После установления заданной температуры и установления теплового равновесия между эталонным термометром, поверяемым ТС и термостатирующей средой (стабилизация показаний эталонного термометра и ТС) снимают измеренное значение температуры (по эталонному термометру) и электрического сопротивления поверяемого ТС в температурном эквиваленте в соответствии с НСХ поверяемого термопреобразователя по ГОСТ 6651-2009.

8.1.5 Проводят подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям в соответствии с п. 9.1.

8.2 Определение термоэлектродвижущей силы (ТЭДС) чувствительного элемента (ЧЭ) ТП (для датчиков с ТП без ИП)

8.2.1 Градуировочные характеристики поверяемых датчиков с ТП должны соответствовать НСХ конкретного типа и класса допуска по ГОСТ Р 8.585-2001.

При поверке датчиков с ТП их ТЭДС должна быть определена не менее чем при четырех значениях температуры в пределах рабочего диапазона датчика и указанных в таблице 3. В обоснованных Заказчиком случаях дополнительно определяют ТЭДС ТП при значениях температуры, указанных в скобках.

Таблица 3

Условное обозначение НСХ	Диапазон измерений температуры, °C	Температура при измерениях ТЭДС, °C
B	от +600 до +1700	+600, +900, +1200, +1500 (+1700)
S	от 0 до +1600	+300, +600, +900, +1200
K, N	от -196 до +1200	(-196, -40), 0; +200, +600, +900, (+1000)
J	от -40 до +750	(-40), 0, +200, +500, +700
E	от -196 до +900	(-196, -40), 0; +200, +600, +800
T	от -196 до +350	(-196, -40), 0, +200, +300

Для ТП, имеющих более узкий рабочий диапазон измерений температуры, допускается определять ТЭДС в границах этого диапазона, но не менее чем при трех значениях температуры, равноотстоящих друг от друга.

8.2.2 При поверке датчиков в криостате (термостате) погружают на одну глубину (по конструктивной возможности) в криостат (термостат) поверяемый датчик вместе с эталонным термометром, используя при этом металлические выравнивающие блоки (при необходимости).

8.2.3 При поверке датчиков в сосуде Дьюара с жидким азотом устанавливают эталонный термометр и поверяемый датчик на одну глубину.

8.2.4 При поверке датчика в калибраторе температуры опускают эталонный термометр (или эталонный преобразователь термоэлектрический) и поверяемый датчик до упора в дно блока.). При поверке в сухоблочных калибраторах используют металлические блоки с количеством каналом не менее двух.

8.2.5 При поверке датчика в горизонтальной (вертикальной) печи размещают и центрируют рабочие концы эталонного преобразователя термоэлектрического (или эталонного термометра) и датчика в рабочем пространстве (зоне равномерного распределения температуры) печи.

8.2.6 При использовании эталонного термометра сопротивления подключают его к измерителю электрического сопротивления.

8.2.7 При использовании эталонного преобразователя термоэлектрического подключают его к измерительному прибору (измерителю напряжения постоянного тока) в соответствии со схемой согласно рисунку 1.

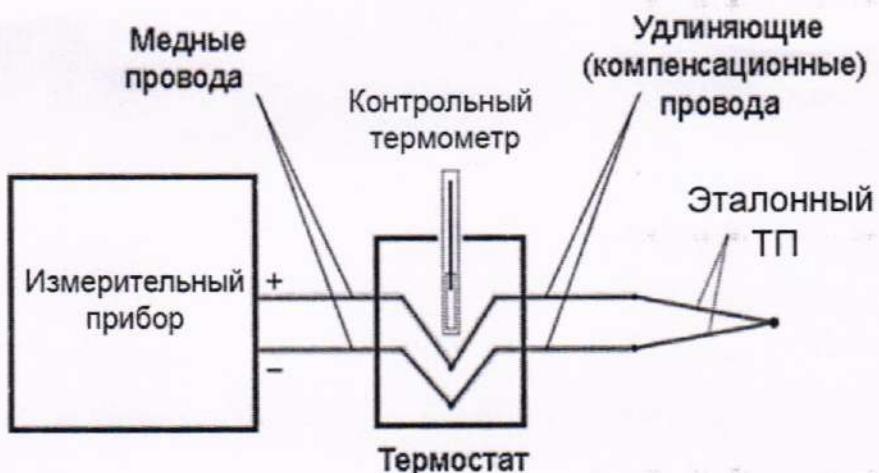


Рисунок 1 - Схема подключения эталонного ТП к измерительному прибору

К термоэлектродам эталонного ТП подключают удлиняющие (компенсационные) провода по ГОСТ 1790-2016, ГОСТ 1791-2014 (в соответствии с требованиями по ГОСТ 8.338-2002, п.5.2). Тип компенсационных проводов должен соответствовать установленному типу НСХ эталонного ТП по ГОСТ Р 8.585-2001. Концы удлиняющих проводов соединяют с медными проводами подключенными к измерительному прибору, скрутки проводов помещают в пробирки, заполненные теплопроводящим изоляционным материалом или жидкостью, а затем помещают пробирки в нулевой термостат (или сосуд Дьюара, заполненный льдоводяной смесью). Температуру в сосуде Дьюара контролируют термометром с пределом допускаемой абсолютной погрешности не более $\pm 0,05$ °C.

8.2.8 Поверяемый ТП подключают к измерительному прибору (измерителю напряжения постоянного тока) в соответствии со схемой согласно рисунку 2.

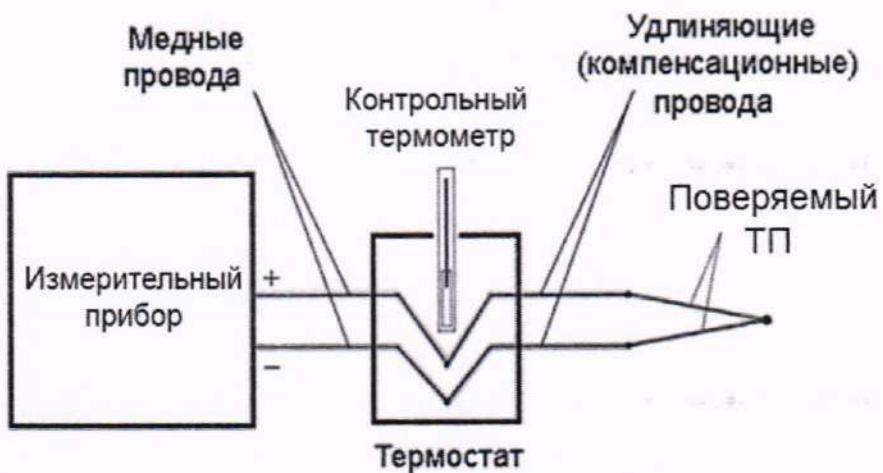


Рисунок 2 – Схема подключения, поверяемого датчика с ТП к измерительному прибору

К термоэлектродам поверяемого датчика подключают удлиняющие (компенсационные) провода по ГОСТ 1790-2016, ГОСТ 1791-2014 (в соответствии с требованиями по ГОСТ 8.338-2002, п.5.2). Тип компенсационных проводов должен соответствовать установленному типу НСХ поверяемой ТП по ГОСТ Р 8.585-2001. Концы удлиняющих проводов соединяют с медными проводами подключенными к измерительному прибору, скрутки проводов помещают в пробирки, заполненные теплопроводящим изоляционным материалом или жидкостью, а затем помещают пробирки в нулевой термостат (или сосуд Дьюара, заполненный льдо-водяной смесью). Температуру в сосуде Дьюара контролируют термометром с пределом допускаемой абсолютной погрешности не более $\pm 0,05$ °C.

8.2.9 В соответствии с эксплуатационной документацией устанавливают на криостате, термостате, калибраторе или печи требуемую температурную точку.

8.2.10 После установления заданной температуры и установления теплового равновесия (стабилизации показаний) между эталонным термометром (эталонным преобразователем термоэлектрическим), поверяемым датчиком и терmostатирующей средой, снимают значения показаний эталона и поверяемого датчика, индицируемые на дисплее измерительного прибора.

8.2.11 Операции по п.п. 8.2.9, 8.2.10 повторить для остальных температурных точек, находящихся в диапазоне измерений температуры или рабочего диапазона измерений температуры поверяемого датчика.

8.2.12 Проводят подтверждение соответствия датчика с ТП метрологическим требованиям в соответствии с п. 9.1.

8.3 Определение основной погрешности (для датчиков с ТС и с ИП)

8.3.1 Определение основной абсолютной погрешности проводят в 5-ти температурных точках диапазона измерений температуры, включая нижний и верхний пределы, методом непосредственного сличения с эталонным термометром в жидкостных термостатах (криостатах), в сухоблочных калибраторах температуры.

8.3.2 При поверке датчиков в жидкостных термостатах (криостатах) проводят операции в соответствии с п. 8.1.2.

8.3.3 При поверке датчиков в сухоблочных калибраторах температуры опускают эталонный термометр и датчик до упора дна блока сравнения. При этом не допускают перегрева соединительной головки датчика (при наличии).

8.3.4 В соответствии с эксплуатационной документацией устанавливают на криостате, термостате или в сухоблочном калибраторе требуемую температурную точку.

8.3.5 После установления заданной температуры и установления теплового равновесия между эталонным термометром, датчиком и терmostатирующей средой (стабилизация показаний эталона и датчика) снимают показания температуры по эталонному термометру, а также значения выходного сигнала поверяемого датчика с ТС:

- при помощи прецизионного измерителя постоянного тока (для датчика с ТС с ИП с аналоговым сигналом).

- с дисплея HART-коммуникатора, со встроенного индикатора или с другого программно-аппаратного комплекса, позволяющего визуализировать измеренные величины (для датчиков с ТС и с ИП с цифровым выходным сигналом).

8.3.6 Проводят подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям в соответствии с п.9.2.

8.4 Определение основной погрешности (для датчиков с ТП и с ИП)

8.4.1 Основную погрешность ТП (с включенной схемой компенсации) находят в пяти температурных точках диапазона измерений температуры, включая нижний и верхний пределы.

8.4.2 Проводят операции по п.п. 8.2.2-8.2.7.

8.4.3 В соответствии с эксплуатационной документацией устанавливают на термостате, в калибраторе или в печи требуемую температурную точку.

8.4.4 После установления заданной температуры и установления теплового равновесия между эталонным термометром или ТП, поверяемым датчиком и терmostатирующей средой (стабилизация показаний эталона и поверяемого датчика) снимают показания температуры по эталону, а также значения выходного сигнала поверяемого датчика в соответствии с п.8.3.5.

8.4.5 Проводят подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям в соответствии с п. 9.2.

9 Подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям

9.1 Отклонение сопротивления (или ТЭДС) от НСХ в температурном эквиваленте Δ , $^{\circ}\text{C}$ для датчиков с ТС (или ТП) без ИП вычисляют по формуле:

$$\Delta = t_{\text{TC(ТП)}} - t_{\text{ЭТ}} \quad (1)$$

где: $t_{\text{TC(ТП)}}$ – результат измерений температуры поверяемым датчиком, $^{\circ}\text{C}$;

$t_{\text{ЭТ}}$ – результат измерений температуры эталонным термометром, $^{\circ}\text{C}$.

9.2 Расчет основной абсолютной погрешности (для датчиков с ТС (или с ТП) и с ИП)

9.2.1 Значение температуры t_{ia} , $^{\circ}\text{C}$, соответствующее измеренному аналоговому выходному сигналу $I_{\text{вых.}i}$ рассчитывают по формуле:

$$t_{ia} = \frac{I_{\text{вых.}i} - I_{min}}{I_{max} - I_{min}} \times (t_{max} - t_{min}) + t_{min} \quad (2)$$

где $I_{\text{вых.}i}$ – значение выходного сигнала, соответствующее измеряемой температуре, мА;

I_{min} , I_{max} – нижний и верхний пределы диапазона измерений выходного сигнала ИП, мА;

t_{min} , t_{max} – соответственно верхний и нижний пределы настроенного диапазона измерений ИП, $^{\circ}\text{C}$.

9.2.2 Основную абсолютную погрешность Δ , $^{\circ}\text{C}$ вычисляют по формуле:

$$\Delta = t_{iц}(t_{ia}) - t_{\text{ЭТ}} \quad (3)$$

где $t_{iц}$ – значение цифрового выходного сигнала, $^{\circ}\text{C}$;

t_{ia} – значение температуры, соответствующее измеренному аналоговому выходному сигналу $I_{\text{вых.}i}$, $^{\circ}\text{C}$;

$t_{\text{ЭТ}}$ – значение температуры по показаниям эталона, $^{\circ}\text{C}$;

9.3 Результат поверки по п.п. 8.1-8.4 считается положительным, а датчики соответствующим метрологическим требованиям, если полученные значения метрологических характеристик датчиков не превышают нормированных значений, указанных в Таблицах 1-2 Приложения А настоящей методики.

10 Оформление результатов поверки

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

10.2 Датчики, прошедшие поверку с положительным результатом, признаются годными и допускаются к применению. По заявлению владельца средства измерений или лица, представившего его на поверку, выдается свидетельство о поверке и (или) вносится запись о проведённой поверке в паспорт датчика.

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.

10.4 Оформление протокола поверки осуществлять в соответствии с системой менеджмента качества организации-поверителя. Дополнительных требований к ведению протокола не предъявляются.

Разработчик настоящей методики:
Инженер 1-й категории отдела 207
ФБУ «НИЦ ПМ - РОСТЕСТ»

Начальник отдела 207
ФБУ «НИЦ ПМ - РОСТЕСТ»

О.Н. Каравасева

А.А. Игнатов

ПРИЛОЖЕНИЕ А

Таблица 1 – Метрологические характеристики датчиков температуры Т1 без ИП

Условное обозначение НСХ ЧЭ датчика ⁽¹⁾	Диапазон измерений температуры ⁽²⁾ , °C	Класс допуска ⁽¹⁾	Пределы допускаемых отклонений выходного сигнала от НСХ (в температурном эквиваленте), °C
Pt100 ($\alpha=0,00385 \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$), Pt1000 ($\alpha=0,00385 \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$)	от -100 до +450	A ⁽⁴⁾	$\pm(0,15+0,002 \cdot t)$ ⁽³⁾
	от -196 до +600	B	$\pm(0,3+0,005 \cdot t)$
	от -196 до +600	C	$\pm(0,6+0,01 \cdot t)$
	от -40 до +375 включ.	1	$\pm 1,5$
	св. +375 до +800		$\pm 0,004 \cdot t $
	от -40 до +333 включ.	2	$\pm 2,5$
	св. +333 до +900		$\pm 0,0075 \cdot t $
E	от -196 до -167 включ.	3	$\pm 0,015 \cdot t $
	св. -167 до +40		$\pm 2,5$
	от -40 до +375 включ.	1	$\pm 1,5$
	св. +375 до +1000		$\pm 0,004 \cdot t $
	от -40 до +333 включ.	2	$\pm 2,5$
	св. +333 до +1200		$\pm 0,0075 \cdot t $
K, N	от -196 до -167 включ.	3	$\pm 0,015 \cdot t $
	св. -167 до +40		$\pm 2,5$
	от 0 до +1100 включ.	1	$\pm 1,0$
	св. +1100 до +1600		$\pm(1,0+0,003 \cdot (t-1100))$
	от 0 до +600 включ.	2	$\pm 1,5$
	св. +600 до +1600		$\pm 0,0025 \cdot t$
S	от +600 до +1700 включ.	2	$\pm 0,0025 \cdot t$
	от +600 до +800 включ.		$\pm 4,0$
	св. +800 до +1700	3	$\pm 0,005 \cdot t$
	от -40 до +125 включ.	1	$\pm 0,5$
	св. +125 до +350		$\pm 0,004 \cdot t $
	от -40 до +133 включ.	2	± 1
	св. +133 до +350		$\pm 0,0075 \cdot t $
B	св. -66 до +40	3	± 1
	от -196 до -66 включ.		$\pm 0,015 \cdot t $
	от -40 до +375 включ.	1	$\pm 1,5$
	св. +375 до +750		$\pm 0,004 \cdot t $
	от -40 до +333 включ.	2	$\pm 2,5$
	св. +333 до +750		$\pm 0,0075 \cdot t $
T	от -40 до +375 включ.	1	$\pm 1,5$
	св. +375 до +750		$\pm 0,004 \cdot t $
	от -40 до +333 включ.	2	$\pm 2,5$
	св. +333 до +750		$\pm 0,0075 \cdot t $
	от -40 до +375 включ.	1	$\pm 1,5$
	св. +375 до +750		$\pm 0,004 \cdot t $
J	от -40 до +333 включ.	2	$\pm 2,5$
	св. +333 до +750		$\pm 0,0075 \cdot t $

(1) Типы НСХ ЧЭ и класс допуска соответствуют: ГОСТ 6651-2009 (для типов «Pt100», «Pt1000») и ГОСТ Р 8.585-2001 (для типов «K», «N», «E», «J», «T», «S», «B»).

(2) Указаны предельные значения. Конкретный диапазон измерений в зависимости от конструктивной модификации указан в паспорте и в маркировке датчика температуры.

(3) t – значение измеряемой температуры, °C.

(4) Для датчиков с классом допуска «A» не допускается использование 2-х проводной схемы соединения внутренних проводников с ЧЭ.

Таблица 2 - Метрологические характеристики датчиков температуры Т1 с ИП⁽¹⁾⁽²⁾

Условное обозначение НСХ ЧЭ датчика ⁽³⁾	Выходной сигнал	Пределы допускаемой основной погрешности ИП, Δип ⁽⁴⁾		Пределы допускаемой абсолютной погрешности автоматической компенсации температуры свободных (холодных) концов, Δх, °C (только для датчиков с НСХ типов «K», «N», «E», «J», «T», «S»)
		приведенной (к настроенному диапазону измерений ⁽⁵⁾), %	абсолютной, °C	
«Pt100», «Pt1000», «K», «N», «E», «J», «T», «S», «B»	от 4 до 20 мА (без ЖК-индикатора)	±0,1	±0,2	±0,5
«Pt100», «Pt1000»	от 4 до 20 мА (с типом коммутационной головки «Р-»)	±0,2	±0,2	-
«Pt100», «K», «N», «E», «J», «T», «S», «B»	от 4 до 20 мА (с ЖК-индикатором)	±0,2	±0,2	±0,5
«Pt100»	протокол Modbus RTU	-	±0,2	-
«Pt100», «Pt1000», «K», «N», «E», «J», «T», «S», «B»	от 4 до 20 мА (+протокол HART)	±0,1	±0,2	±0,5

⁽¹⁾ - Пределы допускаемой основной абсолютной погрешности датчиков температуры с НСХ типов «Pt100», «Pt1000» (Δдт, °C) вычисляются по формуле:

$$\Delta_{\text{дт}} = \pm \sqrt{\Delta_{\text{пп}}^2 + \Delta_{\text{ипп}}^2}$$

⁽²⁾ - Пределы допускаемой основной абсолютной погрешности датчиков температуры с НСХ типов «K», «N», «E», «J», «T», «S», «B» (Δдт, °C) вычисляются по формуле:

$$\Delta_{\text{дт}} = \pm \sqrt{\Delta_{\text{пп}}^2 + (\Delta_{\text{ипп}} + \Delta_x)^2}$$

где: Δпп - предел допускаемого отклонения от НСХ (в температурном эквиваленте) первичного преобразователя, °C в соответствии с таблицей 1;

Δип - предел допускаемой основной приведенной или абсолютной погрешности ИП, выраженный в °C;

Δх - предел допускаемой абсолютной погрешности автоматической компенсации температуры свободных (холодных) концов, °C;

Условное обозначение НСХ ЧЭ датчика (3)	Выходной сигнал	Пределы допускаемой основной погрешности ИП, Δип (4)		Пределы допускаемой абсолютной погрешности автоматической компенсации температуры свободных (холодных) концов, Δx , °C (только для датчиков с НСХ типов «K», «N», «E», «J», «T», «S»)
		приведенной (к настроенному диапазону измерений (5)), %	абсолютной, °C	

(3) - Типы НСХ термопреобразователей сопротивления и термоэлектрических преобразователей по ГОСТ 6651-2009 и ГОСТ Р 8.585-2001 соответственно.

(4) - Значение допускаемой основной погрешности выбирается из значений, установленных в процентах от настроенного диапазона измерений, или в °C, в зависимости от того, что больше.

(5) Разность верхнего и нижнего пределов диапазона измерений должна быть: не менее 10 °C для датчиков с НСХ типов «Pt100», «Pt1000»; не менее 100 °C для датчиков с НСХ типов «K», «N», «E», «J», «T» не менее 300 °C для датчиков с НСХ типов «S», «B».