



ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ РЕГУЛИРОВАНИЮ И МЕТРОЛОГИИ

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

СОГЛАСОВАНО

Заместитель генерального директора


С.А. Денисенко

« 30 » 14 2026 г.

Государственная система обеспечения единства измерений

Датчики температуры PANAM

МЕТОДИКА ПОВЕРКИ

РТ-МП-1114-207-2025

г. Москва
2026 г.

Общие положения

Настоящая методика распространяется на датчики температуры PANAM (далее по тексту – датчики, поверяемое СИ), изготавливаемые «PANAM ENGINEERS LTD.», Индия.

Настоящая методика устанавливает процедуру первичной и периодической поверки датчиков.

Поверка 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 от 29 января 2026 г. № 147 «Об утверждении Государственного первичного эталона единицы температуры – кельвина в диапазоне от 0,3 до 273,16 К и Государственной поверочной схемы для средств измерений температуры», подтверждающая прослеживаемость к государственному первичному эталону ГЭТ 34-2020 «Государственный первичный эталон единицы температуры в диапазоне от 0 до 3200 °С» и ГЭТ 35-2026 «Государственный первичный эталон единицы температуры - кельвина в диапазоне от 0,3 до 273,16 К».

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

1 Перечень операций поверки средства измерений

1.1 При проведении поверки должны выполняться операции, указанные в таблице 1.

Таблица 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
Контроль условий поверки (при подготовке к поверке и опробовании средства измерений)	Да	Да	7.1
Подготовка к поверке (при подготовке к поверке и опробовании средства измерений)	Да	Да	7.2
Опробование (при подготовке к поверке и опробовании средства измерений)	Да	Да	7.3
Проверка электрического сопротивления изоляции (при подготовке к поверке и опробованию средства измерений)	Да	Да	7.4
Определение метрологических характеристик средства измерений	Да	Да	8
Подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям	Да	Да	9
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 соблюдают следующие условия:

- температура окружающего воздуха, °С 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 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.

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 °С с абсолютной погрешностью не более $\pm 0,5$ °С; 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-N1, Testo 608-N2, Testo 610, Testo 622, Testo 623, рег. № 53505-13; Измеритель влажности и температуры ИВТМ-7, рег. № 71394-18 Измерители давления Testo 510, Testo 511, рег. № 53431-13
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	Калибратор многофункциональный и коммуникатор ВЕАМЕХ МС6 (-R), рег. № 52489-13
	Измерители напряжения постоянного тока, соответствующие требованиям к рабочим эталонам 3 разряда по ГПС в соответствии с приказом Росстандарта от 28.07.2023 г. № 1520	Измеритель температуры двухканальный прецизионный МИТ 2.05, рег. № 46432-11; Калибратор многофункциональный и коммуникатор ВЕАМЕХ МС6 (-R), рег. № 52489-13
	Источник питания постоянного тока, диапазон установки выходного напряжения 24 В	Источники питания постоянного тока импульсные АКПИ-1103, рег. № 37469-08

Операция поверки, требующие применение средств поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
	Вспомогательные средства визуализации выходного сигнала (для средств измерений с цифровым выходным сигналом протоколов HART	HART-коммуникатор
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 2-го, 3-го разряда по ГПС в соответствии с приказом Росстандарта от 29 января 2026 г. № 147	Термометр сопротивления платиновый вибропрочный эталонный ПТСВ, рег. № 57690-14, № 32777-06; Термометр сопротивления эталонный ЭТС-100, рег. № 19916-10.
	Преобразователи термоэлектрические эталонные, соответствующие требованиям к рабочим эталонам 1-го, 2-го, 3-го разрядов по ГПС в соответствии с приказом Росстандарта от 29 января 2026 г. № 147	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 3458А, рег. № 25900-03

Операция поверки, требующие применение средств поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
	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. № 22532-02; 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 °С до -60 °С)
	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.

Операция поверки, требующие применение средств поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
	Горизонтальные (вертикальные) печи с нестабильностью поддержания заданного значения температуры в полезном объеме не более 1/5 от предельно допустимой погрешности поверяемого СИ	<p>Печь малоинерционная горизонтальная трубчатая МТП-2МР (низковольтная МТП-1200) (диапазон воспроизводимых температур от +100 °С до +1200 °С);</p> <p>Печь высокотемпературная ВТП 1600-1 (диапазон воспроизводимых температур от +300 °С до +1600 °С);</p> <p>Печи горизонтальные высокотемпературные Fluke мод. 9118А, 9118А-ITB, рег. № 70023-17;</p> <p>Печи высокотемпературные PRESYS, рег. № 78948-20;</p> <p>Печь высокотемпературная TKL-300G (диапазон воспроизводимых температур от 300 °С до 1300 °С);</p> <p>Электрическая печь для градуировки термопар типа ППТ-1850 (диапазон воспроизведения температур от +600 °С до +1800 °С) и др.</p>
	Термометр с допускаемой погрешностью измерений температуры $\pm 0,05$ °С	Термометр ЛТ-300, рег. № 61806-15
	Устройство (емкость) для воспроизведения температуры минус 196 °С	Сосуд Дьюара с жидким азотом
	Нулевой термостат или герметичный сосуд, заполненный льдо-водяной смесью	Термостаты нулевые ТН-1М, ТН-2М, ТН-3М
	Источник питания постоянного тока, диапазон установки выходного напряжения 24 В	Источники питания постоянного тока импульсивные АКПП-1103, рег. № 37469-08
	Программно-аппаратный комплекс для визуализации измеряемой величины (для поверки датчиков с цифровым выходом протоколов HART)	HART-коммуникатор
<p>Примечания:</p> <p>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.</p> <p>2. Допускается применение других средств поверки, обеспечивающих определение метрологических характеристик поверяемых СИ с требуемой точностью.</p>		

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;
- наличие и четкость заводского номера и маркировки;
- 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 устранении 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 Опробование средства измерений

7.3.1 При проведении опробования датчиков без измерительного преобразователя (ИП) необходимо проверить наличие выходного сигнала, при этом, для датчиков с чувствительным элементом (ЧЭ) в виде ТП необходимо обеспечить условие, при котором рабочий спай и свободные концы датчика находились бы при разной температуре.

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

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

7.3.3 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.

7.3.4 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, значение которого должно быть соизмеримо со значением температуры окружающего воздуха в лаборатории.

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

7.4 Проверка электрического сопротивления изоляции

7.4.1 Для проверки электрического сопротивления изоляции датчиков используют измеритель сопротивления изоляции (далее - измеритель) с номинальным рабочим напряжением 100 В.

7.4.2 Подключают один из зажимов измерителя к закороченным между собой выходным контактам измерительной вставки датчика, а другой – к краю измерительной вставки или металлической защитной арматуре.

7.4.3 Запускают процесс измерения электрического сопротивления изоляции.

7.4.4. Результат проверки считается положительным, если полученное значение электрического сопротивления изоляции не менее 100 МОм (для датчиков с ЧЭ в виде ТС) и не менее 500 МОм (для датчиков с ЧЭ в виде ТП).

Примечание – для датчиков с ЧЭ в виде ТП с керамической защитной арматурой, проверяется только целостность измерительной цепи.

8 Определение метрологических характеристик средства измерений

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

8.1.1 Проверку отклонения сопротивления 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 95 °С в большую сторону (предпочтительная температура плюс 100 °С), либо при температуре, соответствующей верхнему пределу диапазона измерений (если этот предел ниже плюс 100 °С), методом непосредственного сличения с эталонным термометром в жидкостных термостатах (криостатах).

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

8.1.2 При поверке датчика в жидкостных термостатах (криостатах) погружают на одну глубину (по конструктивной возможности) в криостат (термостат) поверяемый датчик 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 датчиком и термостатирующей средой (стабилизация показаний эталонного термометра и датчика) снимают измеренное значение температуры (по эталонному термометру) и электрического сопротивления поверяемого датчика в температурном эквиваленте в соответствии с НСХ поверяемого ТС 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) (датчиков с ЧЭ в виде ТП без ИП)

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

При поверке датчиков с ЧЭ в виде 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 датчика с ЧЭ в виде ТП при значениях температуры, указанных в скобках.

Таблица 3

Условное обозначение НСХ	Диапазон измерений температуры, °С	Температура при измерениях ТЭДС, °С
В	от +600 до +1800	+600, +900, +1200, +1500 (+1700)
S	от 0 до +1600	+300, +600, +900, +1200
К	от -40 до +1200	(-40), 0; +200, +600, +900, (+1000)
J	от -40 до +750	(-40), 0, +200, +500, +700

Для датчиков с ЧЭ в виде 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 с льдо-водяной смесью 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 каналов 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.

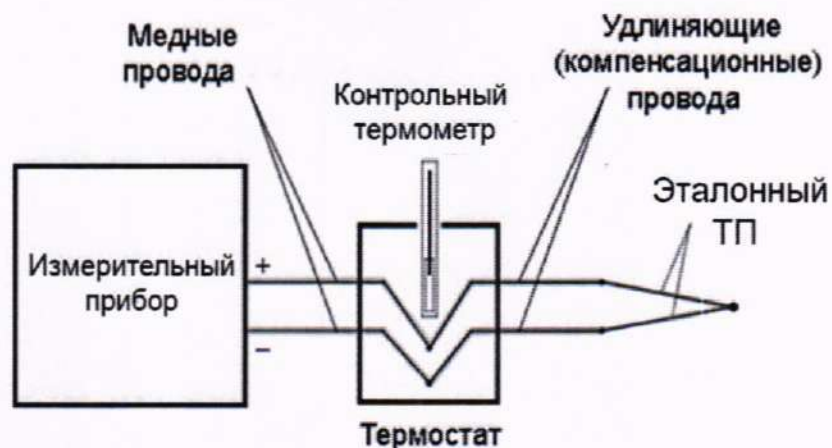


Рисунок 1 - Схема подключения эталонного ТП к измерительному прибору

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 подключенных 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 льдодводяной смесью). Температуру в сосуде Дьюара контролируют термометром с пределом допускаемой абсолютной погрешности не более $\pm 0,05$ °С.

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

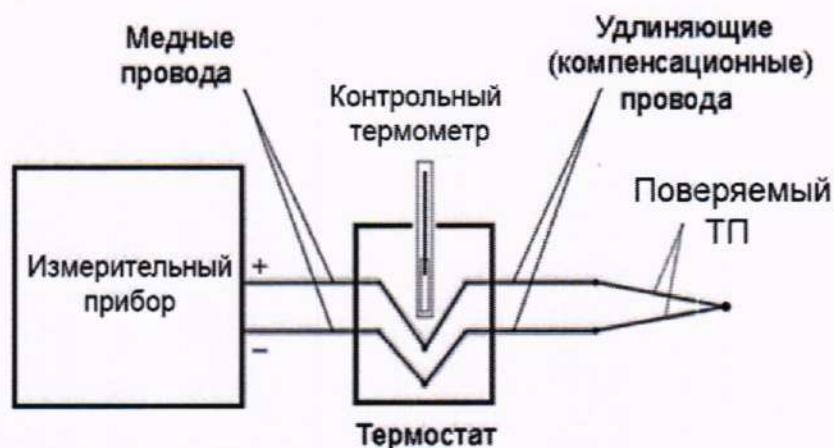


Рисунок 2 – Схема подключения, поверяемого датчика с ТП к измерительному прибору

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 подключенных 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 $\pm 0,05$ °С.

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 термостатирующей 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 ЧЭ в виде ТП метрологическим требованиям в соответствии с п. 9.1.

8.3 Определение основной погрешности (для датчиков с ЧЭ в виде ТС с ИП)

8.3.1 Определение 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 проверке датчиков в жидкостных термостатах (криостатах) проводят операции в соответствии с п. 8.1.2.

8.3.3 При проверке 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 термостатирующей средой (стабилизация показаний эталона и датчика) снимают показания температуры по эталонному термометру, а также значения выходного сигнала поверяемого датчика:

- при помощи прецизионного измерителя постоянного тока (для 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 ИП и 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 ЧЭ в виде ТП с ИП)

8.4.1 Основную погрешность датчиков (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 термостатирующей 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 , °С для датчиков с ТС (или ТП) без ИП вычисляют по формуле:

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

где: $t_{ТС(ТП)}$ – результат измерений температуры поверяемым датчиком, °С;
 $t_{ЭТ}$ – результат измерений температуры эталонным термометром, °С.

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

9.2.1 Значение температуры t_{ia} , °С, соответствующее измеренному аналоговому выходному сигналу $I_{вых\ i}$ рассчитывают по формуле:

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

где $I_{вых.i}$ – 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, °С.

9.2.2 Основную абсолютную погрешность Δ , °С вычисляют по формуле:

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

где $t_{iц}$ – значение цифрового выходного сигнала, °С;
 t_{ia} – значение температуры, соответствующее измеренному аналоговому выходному сигналу $I_{вых.i}$, °С;
 $t_{ЭТ}$ – значение температуры по показаниям эталона, °С;

9.2.3 Основную приведенную погрешность γ , % вычисляют по формуле:

$$\gamma = \frac{(t_i - t_э)}{(t_в - t_н)} \cdot 100\% \quad (4),$$

где: t_i – значение температуры, рассчитанное по формуле (2), °С;
 $t_э$ – значение температуры, измеренное эталонным термометром, °С;
 $t_в$, $t_н$ – верхний и нижний пределы диапазона измерений температуры (настроенный диапазон измерений), °С.

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 А.1-А.6 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 проведенной 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. Дополнительные требования к ведению протокола не предъявляются.

Разработчики настоящей методики:

Заместитель начальника отдела 207

метрологического обеспечения термометрии

ФБУ «НИЦ ПМ-Ростест»



Е.В. Родионова

Начальник отдела 207

метрологического обеспечения термометрии

ФБУ «НИЦ ПМ-Ростест»



А.А. Игнатов

ПРИЛОЖЕНИЕ А

Таблица А.1 – Метрологические характеристики датчиков модели РГТ 301

Условное обозначение НСХ ЧЭ датчика ⁽¹⁾	Диапазон измерений температуры ⁽²⁾ , °С	Минимальный интервал измерений ⁽³⁾ , °С	Пределы допускаемой основной погрешности измерений температуры (в зависимости от типа выходного сигнала) ⁽⁵⁾	
			HART, абсолютная, °С	4-20 мА, приведенная (к интервалу измерений) ⁽⁴⁾ , %
Pt100 ($\alpha=0,00385 \text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$)	от -196 до +600	10	$\pm(0,2+0,002 \cdot t)$	$\pm 0,04$
Pt200 ($\alpha =0,00385 \text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$)				
Pt500 ($\alpha =0,00385 \text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$)				
Pt1000 ($\alpha =0,00385 \text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$)	от -196 до +260			
100H($\alpha=0,00617^{\circ}\text{C}^{-1}$)	от -60 до +180			
100M($\alpha =0,00428 \text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$)	от -50 до +180			
Е	от -40 до +900	50	$\pm 1,5$ (в диапазоне от -40 °С до +375 °С включ.); $\pm 0,004 \cdot t$ (в диапазоне св. +375 °С)	$\pm 0,04$
К, N	от -40 до +1300			
Ј	от -40 до +900			
Т	от -40 до +400			
С, R	от 0 до +1600			
В	от +600 до +1800		$\pm 1,0$ (в диапазоне от 0 °С до +1100 °С включ.); $\pm 1+0,003 \cdot (t - 1100)$ (в диапазоне св. +1100 °С)	
			$\pm 0,0025 \cdot t$	

⁽¹⁾ Типы НСХ ЧЭ соответствуют по ГОСТ 6651-2009 (МЭК 60751) и ГОСТ Р 8.585-2001 (МЭК 60584-1);

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

⁽³⁾ Интервал измерений равен алгебраической разности верхнего и нижнего пределов настроенного диапазона измерений температуры, °С.

⁽⁴⁾ Пределы допускаемой погрешности компенсации холодного спая для типов НСХ «К», «N», «E», «J», «T», «R», «S» равны $\pm 0,5 \text{ }^{\circ}\text{C}$ и не входят в указанные значения погрешности.

⁽⁵⁾ Погрешность датчиков при снятии показаний с выхода 4-20 мА равна сумме абсолютной погрешности и приведенной (к интервалу измерений).

Примечание – t – значение измеряемой температуры, °С.

Таблица А.2 – Метрологические характеристики датчиков модели РТТ 302

Наименование характеристики	Значение
Диапазон измерений температуры, °С ^{(1), (2)}	от 0 до +100 от -50 до +150
Условное обозначение номинальной статической характеристики преобразования (НСХ) ЧЭ по ГОСТ 6651-2009	Pt100 ($\alpha=0,00385 \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$)
Пределы допускаемой основной абсолютной погрешности, °С	$\pm (0,40+0,002 \cdot t)$
Пределы допускаемой дополнительной приведенной погрешности (к настроенному диапазону измерений), вызванной влиянием изменения температуры окружающей среды от нормальных условий измерений (от +15°С до +25 °С включ.) на каждые 10°С, %/10 °С	$\pm 0,1$
Пределы допускаемой дополнительной приведенной погрешности (к настроенному диапазону измерений), вызванной влиянием изменения напряжения питания (от 24 В) на каждый 1 В, %/1 В	$\pm 0,01$
<p>⁽¹⁾ - По специальному заказу допускается изготовление датчиков, имеющих другие диапазоны измерений, не указанные в таблице, но в пределах диапазона от минус 50 °С до плюс 150 °С, с минимальным интервалом измерений (разница верхнего и нижнего пределов измерений) не менее 30 °С.</p> <p>⁽²⁾ - Конкретный диапазон измерений температуры приведен в паспорте на датчик;</p> <p>Примечание – t - значение измеряемой температуры, °С.</p>	

Таблица А.3 – Метрологические характеристики датчиков модели РТТ 303

Наименование характеристики	Значение
Диапазон измерений температуры, °С ^{(1), (2)}	от 0 до +100 от -50 до +50 от +25 до +75 от +50 до +100 от 0 до +50 от -50 до +100
Условное обозначение номинальной статической характеристики преобразования (НСХ) по ГОСТ 6651-2009	Pt100 ($\alpha=0,00385 \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$)
Пределы допускаемой основной приведенной погрешности, % (к диапазону измерений)	$\pm 1,0$ ⁽³⁾
Пределы допускаемой дополнительной приведенной погрешности (к настроенному диапазону измерений), вызванной влиянием изменения температуры окружающей среды от нормальных условий измерений (от +15 °С до +25 °С включ.) на каждые 10°С, %/10 °С	$\pm 0,1$
Пределы допускаемой дополнительной приведенной погрешности (к настроенному диапазону измерений), вызванной влиянием изменения напряжения питания (от 24 В) на каждый 1 В, %/1 В	$\pm 0,01$
<p>⁽¹⁾ - Конкретный диапазон измерений температуры приведен в паспорте на датчик;</p> <p>⁽²⁾ – По специальному заказу допускается изготовление датчиков, имеющих другие промежуточные диапазоны измерений, не указанные в таблице, но в пределах значений, приведенных в таблице и с минимальным интервалом измерений (разница верхнего и нижнего пределов измерений) не менее 25 °С.</p> <p>⁽³⁾ – для диапазонов измерений с интервалом (разность верхнего и нижнего пределов диапазона) - не менее 25 °С</p>	

Таблица А.4 – Метрологические характеристики датчиков модели PTS 501

Наименование характеристики	Значение
Диапазон измерений температуры, °С	от -40 до +100
Условное обозначение номинальной статической характеристики преобразования ЧЭ (НСХ) по ГОСТ 6651-2009	Pt100 ($\alpha=0,00385 \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$)
Номинальное значение сопротивления датчика при 0 °С (R ₀), Ом	100
Класс допуска ЧЭ датчика по ГОСТ 6651-2009	В
Допуск ЧЭ по ГОСТ 6651-2009, °С	$\pm(0,30 + 0,005 \cdot t)^{(1)}$
<p>(1) - Пределы допускаемой основной погрешности датчиков с ИП (Δ, °С) вычисляются по формуле</p> $\Delta = \pm \sqrt{(\Delta_{ип})^2 + (\Delta_{тс})^2}$, где $\Delta_{тс}$ - допуск ЧЭ, °С, $\Delta_{ип}$ - предел допускаемой основной приведенной погрешности ИП, приведенный в ОТ на ИП. Примечание – t - значение измеряемой температуры, °С.	

Таблица А.5 – Метрологические характеристики датчиков моделей PTS 502, PTS 503, PTS 504

Наименование характеристики	Значение
Диапазон измерений температуры для датчика с ЧЭ в виде ТС ⁽¹⁾ , °С	от -30 до +300 от -50 до +500
Условное обозначение номинальной статической характеристики преобразования датчика с ЧЭ в виде ТС с НСХ по ГОСТ 6651-2009 ⁽²⁾	Pt100 ($\alpha=0,00385 \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$)
Номинальное значение сопротивления датчика при 0 °С (R ₀), Ом	100
Класс допуска ЧЭ в виде ТС датчика по ГОСТ 6651-2009	А, В
Допуск датчика с ЧЭ в виде ТС по ГОСТ 6651-2009 ^{(1), (2), (3)} , °С: - для тонкопленочных ЧЭ - класс А - класс В - для проволочных ЧЭ - класс А - класс В	$\pm(0,15 + 0,002 \cdot t)$ (от -30 °С до +300 °С); $\pm(0,30 + 0,005 \cdot t)$ (от -50 °С до +500 °С) $\pm(0,15 + 0,002 \cdot t)$ (от -50 °С до +450 °С); $\pm(0,30 + 0,005 \cdot t)$ (от -50 °С до +500 °С)
Диапазон измерений температуры и пределы допускаемых отклонений ТЭДС от НСХ для датчика с ЧЭ в виде ТП ^{(1), (2), (4)} , °С - с НСХ типа «J» - 1 класс допуска - 2 класс допуска - с НСХ типа «K» - 1 класс допуска - 2 класс допуска	$\pm 1,5$ (от -40 °С до +375 °С включ.) $\pm 0,004 \cdot t $ (св. +375 °С до +700 °С) $\pm 2,5$ (от -40 °С до +333 °С включ.) $\pm 0,0075 \cdot t $ (св. +333 °С до +750 °С) $\pm 1,5$ (от -40 °С до +375 °С включ.) $\pm 0,004 \cdot t $ (св. +375 °С до +1000 °С) $\pm 2,5$ (от -40 °С до +333 °С включ.) $\pm 0,0075 \cdot t $ (св. +333 °С до +1200 °С)
(1) - конкретный диапазон измерений температуры и класс допуска приведены в паспорте на датчик;	

Наименование характеристики	Значение
(2) - типы НСХ ЧЭ соответствуют по ГОСТ 6651-2009 (МЭК 60751) и ГОСТ Р 8.585-2001 (МЭК 60584-1) соответственно.	
(3) - Пределы допускаемой основной погрешности датчиков с ЧЭ в виде ТС с ИП (Δ , °С) вычисляются по формуле $\Delta = \pm\sqrt{(\Delta_{ИП})^2 + (\Delta_{ТС})^2}$, где $\Delta_{ТС}$ - допуск ЧЭ, °С, $\Delta_{ИП}$ - предел допускаемой основной приведенной погрешности ИП, приведенный в ОТ на ИП.	
(4) - Пределы допускаемой основной погрешности датчиков с ЧЭ в виде ТП (Δ , °С) в комплекте с ИП вычисляются по формуле: $\Delta = \pm\sqrt{(\Delta_{ИП} + \Delta_{КОМП})^2 + (\Delta_{ТП})^2}$ где $\Delta_{ТП}$ - отклонение датчика с ЧЭ в виде ТП от НСХ (в температурном эквиваленте), °С; $\Delta_{ИП}$ - предел допускаемой основной погрешности ИП, приведенный в ОТ на ИП; $\Delta_{КОМП}$ - погрешность схемы компенсации ИП, °С. Примечание – t - значение измеряемой температуры, °С	

Таблица А.6 – Метрологические характеристики датчиков моделей PTS 505

Наименование характеристики	Значение
Диапазон измерений температуры для датчика с ЧЭ в виде ТС ⁽¹⁾ в зависимости от типа ЧЭ, °С - тонкопленочный - проволочный	от -50 до +500 от -196 до +500
Условное обозначение номинальной статической характеристики преобразования датчика с ЧЭ в виде ТС с НСХ по ГОСТ 6651-2009 ⁽²⁾	Pt100 ($\alpha=0,00385$ °С ⁻¹)
Номинальное значение сопротивления датчика при 0 °С (R ₀), Ом	100
Класс допуска ЧЭ в виде ТС датчика по ГОСТ 6651-2009	АА, А, В
Допуск датчика с ЧЭ в виде ТС по ГОСТ 6651-2009 ^{(1), (3)} , °С: - для тонкопленочных ЧЭ - класс АА (1/3 В) - класс А - класс В - для проволочных ЧЭ - класс АА (1/3 В) - класс А - класс В	$\pm(0,1 + 0,0017 \cdot t)^{(2)}$ (от 0 °С до +150 °С); $\pm(0,15 + 0,002 \cdot t)$ (от -30 °С до +300 °С); $\pm(0,30 + 0,005 \cdot t)$ (от -50 °С до +500 °С) $\pm(0,1 + 0,0017 \cdot t)$ (от -50 °С до +250 °С); $\pm(0,15 + 0,002 \cdot t)$ (от -50 °С до +450 °С); $\pm(0,30 + 0,005 \cdot t)$ (от -50 °С до +500 °С)
Диапазон измерений температуры и пределы допускаемых отклонений ТЭДС от НСХ для датчика с ЧЭ в виде ТП ^{(1), (4)} , °С - с НСХ типа «J» - 1 класс допуска - 2 класс допуска - с НСХ типа «K» - 1 класс допуска	$\pm 1,5$ (от -40 °С до +375 °С включ.) $\pm 0,004 \cdot t $ (св. +375 °С до +550 °С) $\pm 2,5$ (от -40 °С до +333 °С включ.) $\pm 0,0075 \cdot t $ (св. +333 °С до +550 °С) $\pm 1,5$ (от -40 °С до +375 °С включ.) $\pm 0,004 \cdot t $ (св. +375 °С до +1000 °С)

Наименование характеристики	Значение
- 2 класс допуска	$\pm 2,5$ (от -40 °C до $+333$ °C включ.) $\pm 0,0075 \cdot t $ (св. $+333$ °C до $+1150$ °C)
- с НСХ типа «S» - 1 класс допуска	$\pm 1,0$ (от 0 °C до $+1100$ °C включ.) $\pm 1,0+0,003 \cdot (t-1100)$ (св. $+1100$ °C до $+1600$ °C)
- 2 класс допуска - с НСХ типа «B» - 2 класс допуска	$\pm 1,5$ (от 0 °C до $+600$ °C включ.) $\pm 0,0025 \cdot t $ (св. $+600$ °C до $+1600$ °C) $\pm 0,0025 \cdot t $ (от $+600$ °C до $+1800$ °C)
<p>(1) - конкретный диапазон измерений температуры и класс допуска приведены в паспорте на датчик;</p> <p>(2) - типы НСХ ЧЭ соответствуют по ГОСТ 6651-2009 (МЭК 60751) и ГОСТ Р 8.585-2001 (МЭК 60584-1) соответственно.</p> <p>(3) - Пределы допускаемой основной погрешности датчиков с ЧЭ в виде ТС с ИП. (Δ, °C) вычисляются по формуле $\Delta = \pm \sqrt{(\Delta_{ИП})^2 + (\Delta_{ТС})^2}$, где $\Delta_{ТС}$ - допуск ЧЭ, °C, $\Delta_{ИП}$ - предел допускаемой основной приведенной погрешности ИП, приведенный в ОТ на ИП.</p> <p>(4) - Пределы допускаемой основной погрешности датчиков с ЧЭ в виде ТП (Δ, °C) в комплекте с ИП вычисляются по формуле: $\Delta = \pm \sqrt{(\Delta_{ИП} + \Delta_{КОМП})^2 + (\Delta_{ТП})^2}$ где $\Delta_{ТП}$ - отклонение датчика с ЧЭ в виде ТП от НСХ (в температурном эквиваленте), °C; $\Delta_{ИП}$ - предел допускаемой основной погрешности ИП, приведенный в ОТ на ИП; $\Delta_{КОМП}$ - погрешность схемы компенсации ИП, °C.</p> <p>Примечание – t - значение измеряемой температуры, °C</p>	