ВНИИМС

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»

_____ А.Е. Коломин

« 30 » октября 2024 г.

Государственная система обеспечения единства измерений

Термопреобразователи универсальные ТПУ-9201-АС

МП 207-082-2024

МЕТОДИКА ПОВЕРКИ

г. Москва
2024 г.

Общие положения

Настоящая методика распространяется на Термопреобразователи универсальные ТПУ-9201-АС (далее по тексту – термопреобразователи, ТПУ), изготавливаемые Обществом с ограниченной ответственностью Научно-производственная фирма «Сенсорика» (ООО НПФ «Сенсорика»), и устанавливает методы и средства их первичной и периодической поверок.

Метод, обеспечивающий реализацию методики поверки – метод непосредственного сличения.

Прослеживаемость поверяемых преобразователей к государственным первичным эталонам ГЭТ 34-2020 «Государственный первичный эталон единицы температуры в диапазоне от 0 до 3200 °С», ГЭТ 35-2021 «Государственный первичный эталон единицы температуры - кельвина в диапазоне от 0,3 до 273,16 К» обеспечена применением эталонов, соответствующих требованиям государственной поверочной схемы для средств измерений температуры, утверждённой приказом Федерального агентства по техническому регулирования и метрологии № 3253 от 23 декабря 2022 года.

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

1 Перечень операций поверки

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

Таблица 1.1 – Операции поверки

Наименование операции	Номер пункта методики поверки	Проведение операции при	
		первичной поверке	периодической поверке
1. Контроль условий поверки	6.1	Да	Да
2. Подготовка к поверке	6.2	Да	Да
3. Внешний осмотр средства измерений	7.1	Да	Да
4. Проверка электрического сопротивления изоляции	7.2	Да	Нет
5. Опробование средства измерений	7.3	Да	Да
6. Проверка программного обеспечения	7.4	Да	Да
7. Определение метрологических характеристик средства измерений	7.5	Да	Да
8. Подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям	10	Да	Да
9. Оформление результатов поверки	11	Да	Да
Примечания: 1. При получении отрицательных результатов в процессе проведения той или иной операции поверка прекращается. 2. Не допускается проводить поверку в сокращенном диапазоне измерений.			

2 Требования к условиям проведения поверки

2.1 При проведении поверки должны соблюдаться следующие условия:

- температура окружающего воздуха: от плюс 15 °С до плюс 25 °С;
- относительная влажность окружающего воздуха не более 80 %;
- атмосферное давление: от 86,0 до 106,7 кПа (от 630 до 800 мм рт. ст).

3 Требования к специалистам, осуществляющим поверку

3.1 Поверка средств измерений 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 4.1.

Таблица 4.1 – Средства поверки

Операция поверки, требующие применение средств поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
1	2	3
п. 7.1 Контроль условий поверки	Средства измерений температуры окружающей среды от 15 до 25 °С с абсолютной погрешностью не более ±0,5 °С; Средства измерений относительной влажности окружающего воздуха от 30 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; Измерители давления Testo 510, Testo 511, рег. № 53431-13
п. 7.2 Проверка электрического сопротивления изоляции	Средства измерений сопротивления изоляции с диапазоном измерений сопротивления изоляции от 2 МОм и номинальным рабочим напряжением 100 В.	Измеритель сопротивления изоляции АРРА 607, рег. № 56407-14
п. 7.3 Опробование средства измерений	Измерители силы постоянного тока. Вспомогательные средства визуализации выходного сигнала (для средств измерений с цифровым выходным сигналом).	Калибратор многофункциональный и коммуникатор BEAMEX MC6 (-R), рег. № 52489-13.
п. 7.5 Определение метрологических характеристик	Термометры сопротивления (платиновые) эталонные, соответствующие требованиям к рабочим эталонам 2-го, 3-го разрядов по ГПС в соответствии с приказом Росстандарта от 19.11.2024 № 2712.	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 23.12.2022 № 3253.	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 разряда (и выше) по ГПС в соответствии с приказом Росстандарта от 30 декабря 2019 г. № 3456.	Измеритель температуры многоканальный прецизионный МИТ 8.15(М), рег. № 19736-11; Измеритель температуры двухканальный прецизионный МИТ 2.05 (рег. № 46432-11)
	Измерители силы постоянного тока, соответствующие требованиям к рабочим эталонам 2 разряда (и выше) по ГПС в соответствии с приказом Росстандарта от 01 октября 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 разряда (и выше) по ГПС в соответствии с приказом Росстандарта от 28 июля 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) с нестабильностью поддержания заданного значения температуры и неоднородностью 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 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 «ЭЛЕМЕР-КТ-900К» «ЭЛЕМЕР-КТ-1100К», рег. № 75073-19; Калибраторы температуры жидкостные ЭЛЕМЕР-ТК-М, ЭЛЕМЕР-Т, рег. № 78676-20.
	Горизонтальные (вертикальные) печи с нестабильностью поддержания заданного значения температуры в рабочем 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 °С до +1200 °С); Печь высокотемпературная ВТП 1600-1 (диапазон воспроизводимых температур от +300 °С до +1600 °С); Печи горизонтальные высокотемпературные Fluke мод. 9118A, 9118A-ITB, рег. № 70023-17; Печи высокотемпературные PRESYS, рег. № 78948-20; Электрическая печь для градуировки термопар типа ППТ-1850 (диапазон воспроизведения температур от +600 °С до +1800 °С) и др.
	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
	Программно-аппаратный комплекс для визуализации измеряемой величины (для поверки преобразователей с цифровым выходом)	-
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

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

– ГОСТ 12.2.003 ССБТ. Оборудование производственное. Общие требования безопасности;

– требования безопасности, которые предусматривают «Правила по охране труда при эксплуатации электроустановок (ПОТЭУ)»;

– указания по технике безопасности, приведенные в руководстве по эксплуатации преобразователей;

– указания по технике безопасности, приведенные в эксплуатационной документации на средства поверки.

6 Подготовка к поверке средства измерений

6.1 Контроль условий поверки

В помещении, где будет проходить поверка средств измерений необходимо провести контроль условий окружающей среды – определить температуру и влажность окружающей среды, а также атмосферное давление.

6.2 Подготовка термопреобразователя к поверке

– изучить руководство по эксплуатации на поверяемый термопреобразователь и эксплуатационные документы на применяемые средства поверки;

– выдержать термопреобразователь не менее 2 ч в условиях, указанных в п. 2.1 настоящей методики, если иное не указано в технической документации на преобразователь;

– подготовить к работе поверяемый термопреобразователь и применяемые средства поверки в соответствии с эксплуатационной документацией.

7 Проведение поверки средства измерений

7.1 Внешний осмотр

7.1.1 При внешнем осмотре устанавливают:

- соответствие внешнего вида, комплектности преобразователя описанию типа, технической и эксплуатационной документации;

- наличие заводского номера;

- наличие и четкость маркировки;

- отсутствие механических повреждений и дефектов покрытия, влияющих на работоспособность термопреобразователя.

7.1.2 У каждого термопреобразователя проверяют наличие заполненного паспорта с отметкой ОТК.

Результат проверки считают положительным, если выполняются все вышеперечисленные требования. При оперативном устранении недостатков, замеченных при внешнем осмотре, поверка продолжается по следующим операциям.

7.2 Проверка электрического сопротивления изоляции

На время проверки электрического сопротивления изоляции отключают встроенное устройство защиты от импульсного перенапряжения. Для этого отключают связь преобразователя измерительного ИП с корпусом ТПУ.

Щупы измерителя сопротивления изоляции подключают к термопреобразователю к цепи питания и корпусу (для модификаций М2, М3 и М4) или к выходам ТПУ и корпусом (для модификаций RS, RS-L). Подают испытательное напряжение 100 В и считывают измеренное значение сопротивления изоляции.

Результат проверки считают положительным, если электрическое сопротивление изоляции составляет не менее 20 МОм.

7.3 Опробование средства измерений

7.3.1 Для опробования термопреобразователя убедиться, что температура окружающего воздуха попадает в сконфигурированный на термопреобразователе диапазон измерений. При необходимости сконфигурировать на термопреобразователе диапазон измерений, при котором можно определить температуру окружающего воздуха.

Примечание: если у термопреобразователя отсутствует возможность изменения (конфигурации) диапазона измерений, а температура окружающего воздуха не попадает в сконфигурированный на термопреобразователе диапазон измерений, то опробование не проводят.

7.3.2 ТПУ 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 термопреобразователя, которое должно находиться в диапазоне от 4 до 20 мА.

7.3.3 ТПУ 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 термопреобразователя на экране ПК. *При этом, если у термопреобразователя с интерфейсом RS-485 имеется дополнительный аналоговый выходной сигнал, то для него дополнительно проводят проверку по п. 7.3.2.*

7.3.4 ТПУ 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.

Результат проверки считают положительным, если выполняются все вышеперечисленные требования.

7.4 Проверка программного обеспечения средства измерений

7.4.1 Проверку ПО осуществляют только для термопреобразователей модификаций М3, М4, RS, RS-L.

7.4.2 Для проверки ПО термопреобразователи подключают к ПК или иному программно-аппаратному комплексу. При этом:

- ТПУ модификации М3 подключают через HART-модем;
- ТПУ модификации М4 подключают через адаптер ИП233-М4;
- ТПУ модификаций RS, RS-L подключают через адаптер USB/RS485.

После установления соединения находят в коммуникаторе или в соответствующем комплексе раздел меню с информацией о ПО, в котором должна быть информация об идентификационном номере встроенного программного обеспечения.

7.4.3 Результаты поверки считаются положительными, если идентификационное наименование и номер версии программного обеспечения соответствуют сведениям, приведенным в таблице 7.4.

Таблица 7.4

Идентификационные данные (признаки)	Значение (в зависимости от модификации)		
	Модификация М3	Модификация М4	Модификации RS и RS-L
Идентификационное наименование ПО	HART7	IP233M4	IP233RS
Номер версии (идентификационный номер) ПО	не ниже 1.00	не ниже 1.00	не ниже 1.00
Цифровой индикатор ПО	-	-	-

7.5 Определение метрологических характеристик средства измерений

7.5.1 Определение метрологических характеристик заключается в определении основной погрешности, приведённой к диапазону измерения (далее – основная погрешность).

7.5.2 Определение основной погрешности термопреобразователя проводится при пяти значениях измеряемой температуры (контрольных точках): на краях рабочего

диапазона измерений, а также в точках 25 %, 50 %, 75 % диапазона измерений. Допускается выбирать иные точки диапазона, но не отличающиеся от рекомендуемых, более чем на 5 %. По требованию заказчика допускается также определять погрешность в дополнительных контрольных точках отличных от рекомендуемых, но находящихся внутри диапазона измерений.

При первичной поверке для модификации М2 проводят определение основной погрешности термопреобразователя на заданном диапазоне измерений (выбранном заказчиком при заказе), для других модификаций определение основной погрешности термопреобразователя проводят на всех диапазонах для соответствующего типа НСХ первичного преобразователя в соответствии с таблицей А.1. При периодической поверке допускается проводить определение основной погрешности термопреобразователя на меньшем числе диапазонов измерений в соответствии с порядком, действующим на момент проведения поверки. Для термопреобразователей модификаций RS, RS-L (только с интерфейсом RS-485, без дополнительного аналогового сигнала) проверка проводится только на максимальном диапазоне измерений для соответствующего типа НСХ первичного преобразователя.

7.5.3 Определение основной погрешности термопреобразователя проводят методом сравнения (непосредственного сличения) с эталонным термометром или термоэлектрическим преобразователем (далее - эталоном) в жидкостных или в твердотельных термостатах (криостатах, калибраторах), в сосуде Дьюара с жидким азотом, в печах.

7.5.4 При проведении поверки глубина погружения и способ размещения поверяемого термопреобразователя и эталона в термостате (криостате) переливном прецизионном (далее – термостат), калибраторе температуры (далее – калибратор), термостате с флюидизированной средой, сосуде Дьюара, печах должны соответствовать требованиями эксплуатационной документации на поверяемый термопреобразователь и применяемые эталоны и испытательное оборудование.

При поверке термопреобразователя в жидкостных термостатах (криостатах) погружают на одну глубину (по конструктивной возможности) в криостат (термостат) поверяемый преобразователь (при необходимости изолировав погружаемую часть преобразователя от попадания влаги) вместе с эталоном. При этом, эталон должен быть погружен на глубину, не менее нормируемой глубины погружения.

При поверке в твердотельных термостатах (калибраторах температуры) погружают эталон и поверяемый термопреобразователь до упора в каналы блока сравнения, при этом не допускают перегрева соединительной головки термопреобразователя (при ее наличии).

При использовании термостата с флюидизированной средой расстояние между стенкой флюидизированной ванны и поверяемым термопреобразователем должно быть не менее 20 мм.

При использовании сосуда Дьюара и/или криостата КР-190-1 опускают эталон и поверяемый термопреобразователь до упора в дно блока.

При поверке термопреобразователей в горизонтальной (вертикальной) печи размещают и центрируют рабочие концы эталона и поверяемого термопреобразователя в рабочем пространстве (зоне равномерного распределения температуры) печи.

7.5.5 ТПУ с аналоговым выходным сигналом подключают к измерителю силы тока и источнику питания в соответствии с эксплуатационной документацией. ТПУ с интерфейсом RS-485 подключают через адаптер RS-485/USB к USB-порту ПК или иному программно-аппаратному комплексу в соответствии с эксплуатационной документацией (При этом, если у термопреобразователя с интерфейсом RS-485 имеется дополнительный аналоговый выходной сигнал, то также проводят подключению к измерителю силы тока). ТПУ с аналоговым сигналом, совмещенным с HART-протоколом, подключают к ПК через HART-модем или HART-коммуникатор.

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

При использовании эталонного преобразователя термоэлектрического подключают его к измерительному прибору (измерителю напряжения постоянного тока) с автоматической компенсацией холодного спая.

7.5.7 В соответствии с эксплуатационной документацией устанавливают в термостате (криостате), калибраторе или печи требуемую температурную точку.

7.5.8 После установления заданной температуры и установления теплового равновесия между эталоном, поверяемым термопреобразователем и термостатирующей средой (стабилизация показаний эталона и поверяемого преобразователя) снимают не менее 10 показаний (в течение 10 мин) температуры эталона $t_э$, индицируемой на дисплее измерителя выходных сигналов эталона, и аналогового сигнала ($I_{вых\ i}$) поверяемого термопреобразователя при помощи измерителя силы тока, HART-коммуникатора или другого программно-аппаратного комплекса, позволяющего визуализировать измеренные величины.

7.5.9 Операции по п.п. 7.5.7-7.5.8 необходимо повторить для остальных температурных точек в соответствии с п. 7.5.2.

7.5.10 Проводят подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям в соответствии с п.п. 8.1-8.2.

8 Подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям

Подтверждение соответствия метрологическим требованиям термопреобразователя проводят следующим образом.

8.1 Для термопреобразователей с аналоговым выходным сигналом значение температуры рассчитывается по формуле (1).

$$t_{ia} = \frac{I_{вых.i} - I_{\min}}{I_{\max} - I_{\min}} \times \left(t_{\max} - t_{\min}\right) + t_{\min}, \qquad (1)$$

где $I_{вых.i}$ – измеренное значение унифицированного выходного сигнала, мА;

I_{min}, I_{max} – нижний и верхний пределы диапазона изменения унифицированного выходного сигнала (4 и 20 мА соответственно);

t_{min}, t_{max} – нижний и верхний пределы сконфигурированного диапазона измерений температуры, °С.

Примечание: Данный расчёт допускается не проводить, если измеритель силы тока оснащён функцией масштабирования, позволяющей получить искомую измеряемую величину напрямую.

Для термопреобразователей с аналоговым сигналом, совмещенным с HART-протоколом значение измеренной температуры считывают с HART-коммуникатораили экрана ПК.

Для термопреобразователей с интерфейсом RS-485 значение измеренной температуры считывают с экрана ПК. При этом, если у термопреобразователя с интерфейсом RS-485 имеется дополнительный аналоговый выходной сигнал, то расчеты для него также проводятся по формуле (1).

Для модификации RS-L значение температуры может также определяться по встроенному цифровому индикатору.

8.2 Рассчитывают значение основной приведенной погрешности (γ, %) для всех контрольных точек по формуле 2:

$$\gamma = \frac{(t_i - t_э)}{(t_{max} - t_{min})} \cdot 100\ \% \qquad (2)$$

где: t_i – значение температуры, рассчитанное по формуле (1) или снятое с дисплея HART-коммуникатора или к другого программно-аппаратного комплекса, позволяющего визуализировать измеренные величины, °С;

$t_э$ – значение температуры, измеренное эталоном, °С;

t_{min}, t_{max} – нижний и верхний пределы сконфигурированного диапазона измерений, °С.

8.3 Термопреобразователь считается выдержавшим поверку, если полученные значения основной приведенной погрешности (с учетом погрешности схемы компенсации) в каждой проверяемой точке не превышают допускаемых нормированных значений, приведенных в Приложении А настоящей методики.

9 Оформление результатов поверки

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

9.2 На термопреобразователь, прошедший поверку с положительным результатом, по заявлению владельца средства измерений или лица, представившего его на поверку, выдается свидетельство о поверке и (или) вносится запись о проведённой поверке в паспорт преобразователя. Ведение протокола осуществляется в соответствии с действующими нормативными документами и системой менеджмента качества организации поверителя. Дополнительные требования к оформлению протокола поверки не предъявляются.

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

Инженер 1-й категории отдела 207
ФГБУ «ВНИИМС» О.Н. Карасева

Начальник отдела 207
ФГБУ «ВНИИМС» А.А. Игнатов

Приложение А

Метрологические характеристики термопреобразователей универсальных ТПУ-9201-АС

Таблица А.1 – Метрологические характеристики

Тип НСХ [1] ПП	Диапазон измерений температуры [2], °С	Пределы допускаемой основной приведённой погрешности [3], %	
		Класс А [4]	Класс В [4]
100М	от -50 до +50	±0,15	±0,25
	от -50 до +100		±0,23
	от -50 до +150		±0,30
	от 0 до +100		±0,25
	от 0 до +150		±0,23
	от 0 до +200		±0,30
	от -50 до +200		±0,38
	от -20 до +130		±0,23
Pt100 100П	от -196 до +100	±0,15	±0,25
	от -50 до +50	±0,25	±0,50
	от -50 до +100	±0,15	±0,40
	от -50 до +150	±0,15	±0,25
	от 0 до +100	±0,20	±0,30
	от 0 до +150	±0,15	±0,40
	от 0 до +200	±0,15	±0,40
	от 0 до +300	±0,20	±0,40
	от 0 до +500	±0,20	±0,50
	от -196 до +500	±0,20	±0,50
	от -20 до +130	±0,15	±0,30
K	от -50 до +300	±0,15	±0,50
	от -50 до +600	±0,15	±0,25
	от -50 до +900	±0,15	±0,25
	от -50 до +1200	±0,15	±0,25
	от 0 до +300	±0,25	±0,50
	от 0 до +600	±0,15	±0,25
	от 0 до +900	±0,15	±0,25
	от 0 до +1200	±0,15	±0,25
L	от -50 до +300	±0,15	±0,25
	от -50 до +400	±0,15	±0,25
	от -50 до +500	±0,15	±0,25
	от -50 до +600	±0,15	±0,25
	от 0 до +300	±0,15	±0,40
	от 0 до +400	±0,15	±0,25
	от 0 до +500	±0,15	±0,25
	от 0 до +600	±0,15	±0,25

Тип НСХ [1] ПП	Диапазон измерений температуры [2], °С	Пределы допускаемой основной приведённой погрешности [3], %	
		Класс А [4]	Класс В [4]
S	от 0 до +500	±0,15	±0,25
	от 0 до +700		
	от 0 до +900		
	от 0 до +1100		
	от 0 до +1300		
	от 0 до +1500		
	от 0 до +1700		

Примечания:

[1] – Обозначения типов НСХ ПП – по ГОСТ 6651-2009 (для ТС) и по ГОСТ Р 8.585-2001 (для ТП);

[2] – Рабочий диапазон измерений температуры может быть установлен (сконфигурирован) пользователем (кроме модификаций М2) в пределах диапазонов измерений, приведённых в данной таблице с учётом минимального интервала измерений (для ТС минимальный интервал измерений равен 100 °С, для ТП – 300 °С (для типов НСХ «К» и «L») и 500 °С (для НСХ типа «S»)). При этом, для установленного (сконфигурированного) диапазона значение приведённой погрешности будет равно значению погрешности для точно такого же интервала в соответствии с таблицей 3, или же в соответствии с назначенным классом точности (для НСХ типа «S»);

[3] – Пределы допускаемой приведённой погрешности измерений температуры при работе с ТП приведены без учёта погрешности компенсации холодного спая, при этом предельно допускаемая абсолютная погрешность компенсации равна ± 1 °С;

[4] – Классы точности – в соответствии с КПЛШ.411611.001ТУ.