



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
ФГБУ «ВНИИМС»

Ф.В. Булыгин

«16» 06 2023 г.



Государственная система обеспечения единства измерений

**Преобразователи температуры программируемые ТСМУ 031,
ТСПУ 031, ТХАУ 031, ТХКУ 031, ТННУ 031**

МЕТОДИКА ПОВЕРКИ
МП 207-031-2023

г. Москва
2023 г.

Общие положения

Настоящая методика распространяется на преобразователи температуры программируемые ТСМУ 031, ТСПУ 031, ТХАУ 031, ТХКУ 031, ТННУ 031 (далее по тексту – ППТ), изготавливаемые Закрытым акционерным обществом Специализированное конструкторское бюро «Термоприбор» (ЗАО СКБ «Термоприбор»), Московская область, г. Королев, и устанавливает методику их первичной и периодической поверок.

При определении метрологических характеристик в рамках проводимой поверки обеспечивается передача единицы температуры в соответствии с Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 23 декабря 2022 г. № 3253 «Об утверждении 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 35-2021 «Государственный первичный эталон единицы температуры - кельвина в диапазоне от 0,3 до 273,16 К».

При определении метрологических характеристик поверяемого средства измерений используется метод непосредственного сличения с эталонным термометром в жидкостных термостатах, в термостатах с флюидизированной средой, а также в сухоблочных (жидкостных) калибраторах температуры.

В результате поверки должны быть подтверждены метрологические требования, приведенные в документе РГАЖ 0.282.007 РЭ «Преобразователи температуры программируемые ТСМУ 031, ТСПУ 031, ТХАУ 031, ТХКУ 031, ТННУ 031. Руководство по эксплуатации» (далее по тексту – РЭ) и в паспорте на ППТ.

1 Перечень операций поверки средства измерений

1.1 При проведении первичной и периодической поверок выполняют операции, приведенные в таблице 1.1.

Таблица 1.1

Наименование операции поверки	Обязательность проведения операции поверки при		Номер раздела (пункта) методики поверки, в соответствии с которым выполняется операция поверки
	первичной поверке	периодической поверке	
Внешний осмотр	Да	Да	6
Подготовка к поверке и опробование средства измерений	Да	Да	7
Контроль условий поверки (при подготовке к поверке и опробовании средства измерений)	Да	Да	7.1
Опробование (при подготовке к поверке и опробовании средства измерений)	Да	Да	7.4
Определение метрологических характеристик средства измерений	Да	Да	8
Проверка электрического сопротивления изоляции	Да	Да	8.1
Проверка допускаемой основной погрешности	Да	Да	8.2
Подтверждение соответствия метрологическим требованиям	Да	Да	9
Оформление результатов поверки	Да	Да	10

Примечания:

1. При получении отрицательных результатов в процессе проведения той или иной операции поверка прекращается.
2. Методикой поверки не допускается проводить поверку в сокращенном диапазоне измерений.

2 Требования к условиям проведения поверки

2.1 Поверку ППТ, если это не оговорено отдельно, проводить в нормальных климатических условиях:

- температура окружающего воздуха – от 15 до 25 °С;
- относительная влажность – от 30 до 80 %;
- атмосферное давление – от 84 до 106,7 кПа;

2.2 Средства поверки и поверяемые СИ подготовить к работе в соответствии с эксплуатационной документацией.

2.3 Средства поверки и поверяемые СИ должны быть защищены от вибраций, тряски, ударов и других внешних воздействий, влияющих на их работу.

2.4 Операции, проводимые со средствами поверки и поверяемыми СИ, должны соответствовать указаниям, приведенным в эксплуатационной документации.

3 Требования к специалистам, осуществляющим поверку

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

4 Метрологические и технические требования к средствам поверки

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

Таблица 4.1

Операция поверки, требующая применение средств поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
п. 7.1 Контроль условий поверки	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 от 30 до 80 % с абсолютной погрешностью не более ± 3 %	Приборы комбинированные Testo 608-N1, Testo 608-N2, Testo 610, Testo 622, Testo 623 (Регистрационный № 53505-13) и др.
	Средства измерений атмосферного давления в диапазоне от 86 до 106,7 кПа с абсолютной погрешностью не более ± 5 гПа	Измерители давления Testo 510, Testo 511 (Регистрационный № 53431-13) Прибор комбинированный Testo 622 (Регистрационный № 53505-13) и др.

Операция поверки, требующая применение средств поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
п. 8 Определение метрологических характеристик средства измерений	Термометры сопротивления (платиновые), электронные (цифровые) термометры эталонные, соответствующие требованиям к рабочим эталонам 2, 3-го разрядов по ГПС в соответствии с приказом Росстандарта от 23 декабря 2022 г. № 3253	Термометр сопротивления платиновый вибропрочный эталонный ПТСВ (Регистрационный № 57690-14) и др.
	Преобразователи термоэлектрические эталонные, соответствующие рабочим эталонам 3 разряда (или выше) по ГПС в соответствии с приказом Росстандарта от 23 декабря 2022 г. № 3253	Преобразователь термоэлектрический эталонный ТППО (Регистрационный № 19254-10) и др.
	Термостаты и/или криостаты температуры с нестабильностью поддержания заданного значения температуры в полезном объеме не более 1/5 от предельно допускаемой погрешности поверяемого СИ	Термостаты жидкостные Термотест (Регистрационный № 39300-08) Термостат нулевой типа ТН-3М Криостат КТ-4 и др.
	Калибраторы температуры сухоблочные (жидкостные) с нестабильностью поддержания заданного значения температуры в полезном объеме не более 1/5 от предельно допустимой погрешности поверяемого СИ	Калибратор температуры типа КТ-1М (Регистрационный № 29228-11) Калибратор температуры типа КТ-2М (Регистрационный № 28811-12) Калибратор температуры типа КТ-2 (Регистрационный № 28811-05) Калибратор температуры типа КТ-3 (Регистрационный № 30917-05) Калибратор температуры типа КТ-5.3 (Регистрационный № 65779-16) и др.
	Термостаты с флюидизированной средой с нестабильностью поддержания заданного значения температуры в полезном объеме не более 1/5 от предельно допустимой погрешности поверяемого СИ	Термостат с флюидизированной средой FB-08 и др.

Операция поверки, требующая применение средств поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
	Горизонтальные (вертикальные) трубчатые печи с нестабильностью поддержания заданного значения температуры в полезном объеме не более 1/5 от предельно допустимой погрешности поверяемого СИ	Печь малоинерционная горизонтальная трубчатая типа МТП-2МР и др.
	Сосуд Дьюара с жидким азотом	-
	Измерители сопротивления изоляции с диапазоном измерений сопротивления изоляции от 0 до 20 ГОм. Номинальное рабочее напряжение 100 В, 500 В	Мегаомметр типа Ф 4101 (Регистрационный № 4542-74) и др.
	Измерители сопротивления прецизионные, соответствующие требованиям к эталонам 3 разряда (или выше) по ГПС в соответствии с приказом Росстандарта от 30.12.2019 г. № 3456	Измеритель температуры многоканальный прецизионный МИТ 8 (Регистрационный № 19736-11) Катушки электрического сопротивления измерительные Р321, Р331 (Регистрационный № 1162-58) Калибратор токовой петли Fluke 709Н (Регистрационный № 60323-15) и др.
	Измерители напряжения постоянного тока с эталонами 3 разряда (или выше) по ГПС в соответствии с приказом Росстандарта от 30.12.2019 г. № 3457	Вольтметр универсальный В7-78/1 (регистрационный № 52147-12) и др.
	Измерители силы постоянного тока, соответствующие требованиям к эталонам 2 разряда (или выше) по ГПС в соответствии с приказом Росстандарта от 01.10.2018 г. № 2091	Калибратор многофункциональный и коммуникатор BEAMEX MC6 (-R) (регистрационный № 52489-13) и др.
	Источники питания постоянного тока с диапазоном выходного напряжения от 0 до 50 В; диапазоном выходного постоянного тока от 0 до 500 мА	-

Операция поверки, требующая применение средств поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
	Персональный компьютер с минимальным аппаратным обеспечением: процессор 486, видеоадаптер VGA 800x640, 256 цветов, наличие сводного COM-порта, 10 Мбайт свободного пространства на жестком диске; операционная система Microsoft Windows XP/2003/2010, Vista7/8/10	-
	Программно-аппаратный комплекс с поддержкой протоколов HART, USB-UART, USB-RS485, IrDA InfraRed USB Adaptor, FOUNDATION Fieldbus, позволяющих осуществлять настройку ППТ и визуализировать измеренные значения Тизм.	-

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 аналогичных средств поверки, разрешенных к применению в Российской Федерации (внесенных в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений) и обеспечивающих определение метрологических характеристик поверяемых СИ с требуемой точностью.

5 Требования (условия) по обеспечению безопасности проведения поверки

При проведении поверки необходимо соблюдать:

- требования безопасности, которые предусматривают «Правила технической эксплуатации электроустановок потребителей» (ПТЭЭП);
- требования безопасности, которые предусматривают «Правила по охране труда при эксплуатации электроустановок» (ПОТЭУ);
- указания по технике безопасности, приведенные в руководстве по эксплуатации средства измерений;
- указания по технике безопасности, приведенные в эксплуатационной документации на средства поверки.

6 Внешний осмотр средства измерений

6.1 Внешний осмотр ППТ проводить по методике п. 2.3.2.4 РЭ.

6.2 ППТ с загрязнённой поверхностью защитного корпуса к поверке не допускать.

7 Подготовка к поверке и опробование средства измерений

7.1 Контроль условий поверки

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

7.1.2 Результаты контроля окружающей среды занести в журнал наблюдений.

7.2 Эталоны и вспомогательное оборудование подготовить к работе в соответствии с требованиями эксплуатационной документации.

7.3 Подготовка к поверке средства измерений.

7.3.1 Места заделки соединительного кабеля в защитный корпус погружаемых ППТ и поверхностных ППТ с соединительными кабелями (далее по тексту – ППТСК и ППТП соответственно) с внешней оболочкой из металлорукава, фторопластовой трубки, металлорукава и фторопластовой трубки или металлической оплетки не допускается погружать в термостатирующую среду жидкостных термостатов для предотвращения выхода таких ППТСК и ППТП из строя.

7.3.2 Перед помещением указанных выше ППТСК с длиной монтажной части менее 60 мм или ППТП в жидкостной термостат защитные корпуса таких ППТСК и ППТП необходимо установить в пробирку из кварцевого стекла или в тонкостенную металлическую трубку с запаянным или заваренным дном.

7.4 Опробование

7.4.1 Опробование ППТ проводить по методикам, приведённым в п.п. 2.3.2.7-2.3.2.15, 2.3.2.15.а, 2.3.2.15.б РЭ.

8 Определение метрологических характеристик средства измерений

8.1 Проверку электрического сопротивления изоляции измерительной цепи ППТ относительно корпуса проводить по методике, приведённой в п. 2.3.2.6 РЭ.

8.2 Проверка допускаемой основной погрешности

8.2.1 Проверку допускаемой основной погрешности проводить в диапазоне измерений температуры, установленном в представленном на поверку ППТ.

8.2.2 Подготовка к проверке

Проверку допускаемой основной погрешности проводить:

- для ППТ, кроме ППТСП, с интервалом измерений не более 300 °С в 3-х температурных точках T1, T2, T3:

- T1 = Tнач.⁺¹⁰, °С (в начале установленного в ППТ диапазона измерений температуры);

- T2 = ((Tнач. + (Tкон.-Tнач.)/2) ± 10), °С (в середине установленного в ППТ диапазона измерений температуры);

- T3 = Tкон.⁻¹⁰, °С (в конце установленного в ППТ диапазона измерений температуры);

- для ППТ с интервалом измерений свыше 300 °С в 4-х температурных точках T1, T2, T3, T4:

- T1 = Tнач.⁺¹⁰, °С (в начале установленного в ППТ диапазона измерений температуры);

- T2 = ((Tнач. + (Tкон.-Tнач.)/3) ± 10), °С (в температурной точке, отстоящей на 1/3 интервала измерений от Tнач.);

- T3 = ((Tкон. - (Tкон.-Tнач.)/3) ± 10), °С (в температурной точке, отстоящей на 1/3 интервала измерений от Tкон.);

- T4 = Tкон.⁻¹⁰, °С (в конце установленного в ППТ диапазона измерений температуры),

- для ППТСП – в одной температурной точке (20 ± 5) °С,

в следующей последовательности.

Собрать схемы подключения, приведенные в п.п. 2.3.2.7, 2.3.2.8, 2.3.2.12, 2.3.2.15 РЭ:

- для ППТ/МП – в соответствии с рисунками 2.12, 2.13 РЭ;

- для ППТ/ХТ – в соответствии с рисунками 2.14, 2.15 РЭ.

Примечания:

1 При определении выходного токового сигнала методом измерения падения напряжения $U_{Rн}$ на сопротивлении нагрузки $Rн$ с помощью вольтметра V в качестве сопротивления нагрузки $Rн$ использовать катушку сопротивления типа P331 с номинальным сопротивлением 100 Ом.

При использовании в качестве вольтметра V многоканального прецизионного измерителя/регулятора температуры МИТ 8.10 в качестве сопротивления нагрузки R_n использовать катушку сопротивления типа P321 с номинальным сопротивлением 10 Ом.

2 При измерении цифрового сигнала ППТ/ХТ суммарное сопротивление $R_n + R_b$ на рисунке 2.14 РЭ должно быть 250^{+5} Ом.

3 При измерении цифрового сигнала ППТ/ХТ-PR, ППТ/ХТ-У, ППТ/ХТ-Э1, ППТ/ХТ-М сопротивления R_n , R_b подключить к минусовому выходу источника питания G1;

- для ППТ/МБ – в соответствии с рисунком 2.20 РЭ;

- для ППТ/ФБ, ППТ/ПБ-PR – в соответствии с рисунками 2.23, 2.24 РЭ.

Подготовить программно-аппаратный комплекс, позволяющий визуализировать измеренную ППТ/БП температуру, к работе.

Вывести ППТ/БП из режима «Глубокий сон», если ППТ/БП был переведен в указанный режим ранее. Для этого необходимо извлечь блок батарей из его отсека, подождать не менее 30 с и вновь установить блок батарей в отсек.

Убедиться, что ППТ/БП находится в состоянии соединения с аппаратно-программным комплексом.

Перед подключением ППТ/ИНД, за исключением ППТ/БП/ИНД, провести демонтаж ЦД из головки, после подключения ППТ/ИНД перед проведением проверки ЦД установить в головку.

Включить кабель питания источника питания G1 в сеть напряжением 220 В частотой 50 Гц и установить на выходе источника питания напряжение $(24 \pm 0,5)$ В.

Включить источник питания G1.

Примечание – Для схем подключения в соответствии с рисунками 2.13 (для ППТ/МП), 2.15 (для ППТ/ХТ), 2.24 (для ППТ/ФБ, ППТ/ПБ-PR) РЭ источник питания не использовать.

При определении выходного токового сигнала ППТ либо измерить падение напряжения U_{R_n} на сопротивлении нагрузки R_n с помощью вольтметра V и рассчитать выходной токовый сигнал $I_{вых}$ по формуле (1.1)

$$I_{вых} = U_{R_n} / R_n \quad (1.1),$$

либо считать показания с экрана калибратора токовой петли.

У ППТ/ИНД значение температуры $T_{инд}$ считать с экрана ЦД.

У ППТ/ХТ значение температуры $T_{изм}$ считать с экрана монитора ПК в текстовых строках:

- «Measured value» окна «Display measured value» в соответствии с рисунком 2.16 РЭ для ППТ/ХТ-W;

- «PV» окна «Device setup» в соответствии с рисунком 2.17 РЭ для ППТ/ХТ-У;

- «Input» или «Sensor1» поля «Device values» окна «Monitoring» в соответствии с рисунком 2.18 РЭ для ППТ/ХТ-PR и ППТ/ХТ-PR1 соответственно;

- «Основная переменная» окна «Монитор» главного окна программы «HARTConfig» в соответствии с рисунком 2.19 РЭ для ППТ/ХТ-Э1;

- «PV» окна онлайн-параметрирования в соответствии с рисунком 2.22 РЭ для ППТ/ХТ-Е;

- «PV» панели «Monitor» окна «Device Scan» в соответствии с рисунком 2.27 РЭ для ППТ/ХТ-М;

- «PV» панели «Первичная переменная» окна «Процесс» программы «HARTmanager» в соответствии с рисунком 2.28 настоящего РЭ для ППТ/ХТ-Э2.

У ППТ/МБ значение температуры $T_{изм}$ считать с экрана монитора ПК в поле «Вход» закладки «Измерения» окна программы «Термоприбор-2М» в соответствии с рисунком 2.21 РЭ.

У ППТ/ФБ значение температуры $T_{изм}$ считать с экрана монитора ПК в окне «Параметрирование Online»:

- в строке «Primary value 1» в соответствии с рисунком 2.25 РЭ для ППТ/ФБ-Е,

- в строке «Value» в соответствии с рисунком 2.26 РЭ для ППТ/ФБ-PR, ППТ/ПБ-PR.

Переход к упомянутым выше окнам программ для ППТ осуществить в соответствии с последовательностью операций, указанных в приложениях Д – Н, Ф, Х РЭ.

У ППТ/БП значение температуры Тизм. считать с экрана устройства визуализации выходного сигнала аппаратно-программного комплекса.

8.2.3 Проведение проверки

ППТ поместить в термостат, калибратор температуры или нагревательную печь (далее по тексту – средства задания температуры), в которых установить температуру Т1.

Примечание – Для погружаемых ППТ с длинами монтажной части менее 370 мм проверку основной допускаемой погрешности в температурных точках, расположенных в области измерений температуры в диапазоне температур свыше -196 до -70 °С, допускается проводить при температуре от -80 до -70 °С.

Фактическую температуру Тф. в используемом средстве задания температуры измерить платиновым эталонным термометром или преобразователем термоэлектрическим эталонным.

После выхода средства задания температуры на заданный температурный режим и достижения стабильного состояния поверяемого ППТ и эталонного средства измерений температуры провести измерения фактической температуры Т1ф. в средстве задания температуры, напряжения URнТ1ф. на сопротивлении нагрузки Rн. или с помощью калибратора токовой петли выходного токового сигнала Iвых.изм.Т1ф., индицируемой температуры Т1инд., измеряемой температуры Т1изм.

По формуле (1.1) рассчитать выходной токовый сигнал Iвых.изм.Т1ф. по измеренному напряжению URнТ1ф. на сопротивлении нагрузки Rн.

По формуле (1.2) определить расчётное значение выходного токового сигнала Iвых.расч.Т1ф. при фактической температуре Т1ф.:

$$I_{\text{вых.расч.Т1ф.}} = 4 + 16 \cdot (T_{1\text{ф.}} - T_{\text{нач.}}) / (T_{\text{кон.}} - T_{\text{нач.}}), \text{ мА} \quad (1.2).$$

ППТ поместить в соответствующие средства задания температуры, в которых последовательно установить температуру Т2, Т3 и Т4. Тип средства задания температуры выбрать из таблицы 4.1.

Повторить операции измерения фактической температуры Т2ф., Т3ф., Т4ф., напряжения URнТ2, URнТ3, URнТ4 или выходного токового сигнала Iвых.Т2ф., Iвых.Т3ф., Iвых.Т4ф., индицируемой температуры Т2инд., Т3инд., Т4инд., измеряемой температуры Т2изм., Т3изм., Т4изм. в температурных точках Т2, Т3 и Т4.

Рассчитать значения выходного токового сигнала Iвых.расч.Т2ф., Iвых.расч.Т3ф., Iвых.расч.Т4ф. при фактической температуре Т2ф., Т3ф., Т4ф. по формуле (1.2).

9 Подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям

9.1 Определить в каждой задаваемой температурной точке Тi (i = 1, 2, 3, 4) основную приведенную погрешность:

- по выходному токовому сигналу σ_{0i} , %, по формуле (1.3):

$$\sigma_{0i} = (I_{\text{вых.изм.Тiф.}} - I_{\text{вых.расч.Тiф.}}) \cdot 100\% / 16 \quad (1.3),$$

- индикации $\sigma_{0\text{инд.}}$, %, по формуле (1.4):

$$\sigma_{0\text{инд.}} = (T_{i\text{инд.}} - T_{i\text{ф.}}) \cdot 100\% / (T_{\text{кон.}} - T_{\text{нач.}}) \quad (1.4),$$

- по выходному цифровому сигналу $\sigma_{0\text{ит}}$, %, по формуле (1.5):

$$\sigma_{0\text{ит}} = (T_{i\text{изм.}} - T_{i\text{ф.}}) \cdot 100\% / (T_{\text{кон.}} - T_{\text{нач.}}) \quad (1.5)$$

или основную абсолютную погрешность:

- по выходному цифровому сигналу $\Delta_{0\text{ит}}$, °С, по формуле (1.6):

$$\Delta_{0г} = (T_{изм.} - T_{ф.}) \quad (1.6),$$

- индикации $\Delta_{0инд.}$, °С, по формуле (1.7):

$$\Delta_{0инд.} = (T_{инд.} - T_{ф.}) \quad (1.7).$$

Примечание – При определении допускаемой основной погрешности ППТ выбрать максимальное значение между минимальным пределом основной абсолютной погрешности $\Delta_{0мин.}$, °С, и рассчитанными значениями (в °С) определенных по формулам (1.3) – (1.5) значений основной приведенной погрешности σ_0 от установленного в ППТ интервала диапазона измерений температуры (см. таблицы 1.5, 1.6, 1.7 – 1.7б РЭ).

9.2 Результаты поверки считаются положительными, если основная погрешность ППТ в каждой проверяемой температурной точке не превышает значений допускаемой основной погрешности, указанной в паспортах или на этикетках поверяемых ППТ.

10 Оформление результатов поверки

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

10.2 ППТ, прошедшие поверку с положительным результатом, признаются годными и допускаются к применению. По заявлению владельца средства измерений или лица, представившего его на поверку, на средство измерений выдается свидетельство о поверке.

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.

Начальник отдела 207
ФГБУ «ВНИИМС»



А.А. Игнатов