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» 06 2026 г.

# Государственная система обеспечения единства измерений

# Термопреобразователи сопротивления RTD

МЕТОДИКА ПОВЕРКИ

РТ-МП-853-207-2026

г. Москва
2026 г.

## Общие положения

Настоящая методика поверки распространяется на термопреобразователи сопротивления RTD, изготавливаемые «General Instruments Consortium», Индия (производственная площадка: Gauges Bourdon India PVT LTD., Индия), далее – термопреобразователи, ТС, поверяемое СИ.

Настоящая методика устанавливает процедуру первичной и периодической поверки термопреобразователей.

Поверка ТС проводится методом непосредственного сличения с эталонным термометром сопротивления (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 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», подтверждающим прослеживаемость к Государственному первичному эталону ГЭТ 34-2020 «Государственный первичный эталон единицы температуры в диапазоне от 0 °С до 3200 °С» и к 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 быть выполнены операции, указанные в таблице 1.1.

Таблица 1.1

| Наименование операции поверки[1] | 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 средства измерений (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 опробования средства измерений) | Да | Да | 7.4 |
| Определение метрологических характеристик средства измерений | Да | Да | 8 |
| Подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям | Да | Да | 9 |

[1] 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

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 эталоны, средства измерений, испытательное и вспомогательное оборудование, указанные в таблице 4.1.

Таблица 4.1

| Операции 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 ±0,5 °С;<br>Средства измерений относительной влажности окружающего воздуха до 80 % с абсолютной погрешностью не более ±3 %.<br>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;<br>Измеритель влажности и температуры ИВТМ-7, рег. № 71394-18.<br>Измерители давления Testo 510, Testo 511, рег. № 53431-13. |
| п.7.3 Опробование (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 BEAMEX MC6 (-R), рег. № 52489-13. |
| | Измерители электрического сопротивления, соответствующие требованиям к рабочим эталонам 4-го разряда (и выше) по ГПС в соответствии | Измеритель температуры многоканальный прецизионный МИТ 8.15, рег. № 19736-11; Калибратор многофункциональный и |

| Операции поверки, требующие применение средств поверки | Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки | Перечень рекомендуемых средств поверки |
|---|---|---|
| | с приказом Росстандарта от 30.12.2019 г. № 3456 | коммуникатор BEAMEX MC6 (-R), рег. № 52489-13. |
| | Источник питания постоянного тока, диапазон установки с диапазоном выходного напряжения от 12 до 42 В | Источники питания постоянного тока импульсные АКИП-1103, рег. № 37469-08. |
| | Программно-аппаратный комплекс с поддержкой протокола HART, Profibus, Foundation Fieldbus, MODBUS RTU (в зависимости от типа цифрового интерфейса поверяемого преобразователя) | - |
| п. 7.4 Проверка электрического сопротивления изоляции | Измерители 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. 8 Определение метрологических характеристик средства измерений | Рабочие эталоны, соответствующие требованиям к 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; Измеритель температуры многоканальный прецизионный МИТ 8.15, рег. № 19736-11. |
| | 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 | Калибратор многофункциональный и коммуникатор BEAMEX MC6 (-R), рег. № 52489-13. |
| | 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. |

| Операции поверки, требующие применение средств поверки | Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки | Перечень рекомендуемых средств поверки |
|---|---|---|
| | Термостаты и/или криостаты температуры (переливного типа) 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-1, рег. № 33744-07. |
| | Калибраторы температуры сухоблочные (жидкостные), термостаты с флюидизированной средой, термостаты солевые с нестабильностью поддержания заданного значения температуры в полезном объеме не более 1/5 от предельно допустимой погрешности поверяемого СИ | Калибраторы температуры ЭЛЕМЕР-КТ, рег. № 98380-26; Калибраторы температуры жидкостные ЭЛЕМЕР-ТК-М, ЭЛЕМЕР-Т, рег. № 78676-20. Криостат регулируемый КР-190 (диапазон воспроизводимых температур от -190 °С до -60 °С) Термостат с флюидизированной средой FB-08 (диапазон воспроизводимых температур от +50 °С до +700 °С) и т.д. |
| | Средства воспроизведения температуры 0 °С. | Термостаты нулевые ТН-1М, ТН-2М, ТН-3М. Сосуд Дьюара с льдо-водяной смесью. |
| | Устройство (емкость) для воспроизведения температуры минус 196 °С | Сосуд Дьюара с жидким азотом |
| | Источник питания постоянного тока, диапазон установки напряжения от 12 до 42 В | Источники питания постоянного тока импульсивные АКИП-1103, рег. № 37469-08 |
| | Программно-аппаратный комплекс с поддержкой протокола HART, Profibus, Foundation Fieldbus, MODBUS RTU (в зависимости от типа цифрового интерфейса поверяемого преобразователя) | - |
| Примечания:<br>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.<br>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 ТС описанию типа;
- наличие и четкость заводского номера и маркировки;
- отсутствие внешних повреждений поверяемого ТС, 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 ТС, 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 Подготовить к работе поверяемый ТС и применяемые средства поверки в соответствии с эксплуатационной документацией.

7.3 Опробование

7.3.1 При проведении опробования ТС без измерительного преобразователя (ИП) необходимо подключить к поверяемому ТС измеритель электрического сопротивления и проверить наличие выходного сигнала.

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

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

ТС с аналоговым выходным сигналом подключить к измерителю силы постоянного тока и источнику питания в соответствии с эксплуатационной документацией. С помощью измерителя определить значение выходного сигнала ТС. При необходимости использовать коммуникатор или иной программно-аппаратный комплекс с поддержкой цифровых сигналов HART, Profibus, Foundation Fieldbus, MODBUS RTU (в зависимости от типа цифрового интерфейса поверяемого преобразователя).

7.3.3 Результат проверки считают положительным, если значение температуры воздуха, зафиксированные поверяемым ТС соизмеримо со значением температуры окружающего воздуха в лаборатории.

7.4 Проверка электрического сопротивления изоляции

7.4.1 Для проверки электрического сопротивления изоляции 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 ТС, 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.

## 8 Определение метрологических характеристик средства измерений

8.1 Проверка отклонения сопротивления от НСХ (для ТС без ИП)

8.1.1 Проверку отклонения сопротивления ТС 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 ТС при температуре 0 °С 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) или в калибраторе 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 основной погрешности (для ТС с ИП)

8.2.1 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 или жидкостных калибраторах температуры, в термостатах с флюидизированной средой или в солевых термостатах. При поверке в точке минус 196 °С применяют сосуд Дьюара с жидким азотом.

8.2.2 При поверке ТС в термостатах (криостатах) проводят операции в соответствии с п. 8.1.2.

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

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

8.2.5 После установления заданной температуры и установления теплового равновесия между эталонным термометром, ТС и термостатирующей средой (стабилизация

показаний эталона и ТС) снимают показания температуры по эталонному термометру ($t_d$), а также значения выходного сигнала поверяемого ТС:

- при помощи прецизионного измерителя постоянного тока (для ТС с ИП с аналоговым сигналом ($I_{вых\ i}$)).

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

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

## 9 Подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям

9.1 Отклонение сопротивления от НСХ в температурном эквиваленте (Δ, °С) вычисляют по формуле:

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

где: $t_{ТС}$ – результат измерений температуры поверяемым ТС, °С;

$t_{ЭТ}$ – результат измерений температуры эталонным термометром, °С.

9.2 Расчет основной приведенной погрешности (для ТС с ИП)

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

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

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

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

$t_{min}$, $t_{max}$ – соответственно верхний и нижний пределы настроенного диапазона измерений ИП ТС, °С.

9.2.2 Основную приведенную погрешность ТС ($\gamma_{0ц}$ или $\gamma_{0a}$, %) вычисляют по формулам:

- для цифрового выходного сигнала:

$$\gamma_{0ц} = \frac{t_{iц} - t_d}{t_{max} - t_{min}} \cdot 100 \quad (3)$$

- для аналогового выходного сигнала:

$$\gamma_{0a} = \frac{t_{ia} - t_d}{t_{max} - t_{min}} \cdot 100 \quad (4)$$

где $t$iц – значение цифрового выходного сигнала ($t_{iц}$) с дисплея коммуникатора (программно-аппаратного комплекса) или со встроенного дисплея ТС, °С;

$t$ia - значение температуры, соответствующее измеренному аналоговому выходному сигналу $I_{вых.i}$, °С;

$t$d - значение температуры по показаниям эталона, °С;

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

9.3 Результат поверки по п.п. 8.1, 8.2 считается положительным, а ТС соответствующим метрологическим требованиям, если полученные значения метрологических характеристик ТС не превышают нормированных значений, указанных в Таблице А1 Приложения А настоящей методики.

## 10 Оформление результатов поверки

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

10.2 ТС, 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.

10.4 Ведение протокола осуществляется в соответствии с действующими нормативными документами и системой менеджмента качества организации поверителя. Дополнительные требования к оформлению протокола поверки не предъявляются.

Разработчик настоящей методики:
Заместитель начальника отдела 207
метрологического обеспечения термометрии
ФБУ «НИЦ ПМ – Ростест» А.С. Черноусова

Начальник отдела 207
метрологического обеспечения термометрии
ФБУ «НИЦ ПМ – Ростест» А.А. Игнатов

## ПРИЛОЖЕНИЕ А

Таблица А1 - Метрологические характеристики

| Наименование характеристики | Значение |
|---|---|
| Условное обозначение номинальной статической характеристики (НСХ) преобразования по ГОСТ 6651-2009[1] | Pt100, Pt500, Pt1000 |
| Класс допуска ТС без ИП по ГОСТ 6651-2009[1] [2] | АА, А, В |
| Максимальный диапазон измерений температуры в зависимости от класса допуска, °С[1]:<br>- для класса АА<br>- для класса А<br>- для класса В | <br><br>от -50 до +250<br>от -100 до +450<br>от -196 до +600 |
| Пределы допускаемого отклонения сопротивления ТС без ИП от НСХ в температурном эквиваленте (допуск) по ГОСТ 6651-2009, °С[1]:<br>- для класса АА<br>- для класса А<br>- для класса В | <br><br>$\pm(0,10+0,0017\cdot\|t\|)$[3]<br>$\pm(0,15+0,002\cdot\|t\|)$[3]<br>$\pm(0,3+0,005\cdot\|t\|)$[3] |
| Настраиваемый интервал диапазона измерений температуры $\Delta t$[4] ТС с ИП, $\Delta t$, °С[5] | от 10 до 796 |
| Нормальные условия измерений (для ТС с ИП):<br>- температура окружающего воздуха, °С | <br>от +15 до +25 |
| Пределы допускаемой основной приведенной погрешности измерений температуры ТС с ИП, $\gamma$, % [5] [6] | ±0,08; ±0,1; ±0,12; ±0,15; ±0,2; ±0,25; ±0,3; ±0,35; ±0,4; ±0,45; ±0,5; ±0,7 ±0,9; ±1,0; ±1,2; ±1,5; ±1,7; ±2,0; ±2,5 |
| Пределы допускаемой дополнительной приведенной погрешности измерений температуры ТС с ИП, вызванной изменением температуры окружающей среды от нормальных условий, на каждые 10 °С[5] | $\pm0,1\cdot\gamma$ |

[1] - рабочий диапазон измерений температуры конкретного ТС находится внутри диапазона измерений температуры, приведенного в таблице, определяется конструктивным исполнением ТС и приведен в паспорте и/или на маркировочной табличке.

[2] - для классов допуска АА и А не допускается использование 2-х проводной схемы соединения внутренних проводов с ЧЭ;

[3] - $|t|$ – абсолютное значение температуры (без учета знака), °С;

[4] - $\Delta t=t_{max}-t_{min}$, где $t_{max}$ и $t_{min}$ – верхний и нижний пределы диапазона измерений температуры (указаны в паспорте и/или приведены на маркировочной табличке);

[5] - за нормирующее значение приведенной погрешности измерений температуры принимают разность между максимальным и минимальным значениями диапазона измерений температуры, который устанавливается в зависимости от модификации и заказа и приводится в паспорте и/или на маркировочной табличке ТС;

[6] - но не менее ±0,1 °С (в значениях абсолютной погрешности).