

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ УНИТАРНОЕ ПРЕДПРИЯТИЕ
«ВСЕРОССИЙСКИЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ
МЕТРОЛОГИЧЕСКОЙ СЛУЖБЫ» (ФГУП «ВНИИМС»)

УТВЕРЖДАЮ

Заместитель директора
по производственной метрологии
ФГУП «ВНИИМС»



Н.В. Иванникова

«21» июля 2020г.

**Преобразователи термоэлектрические ЭНИ-300 ТНН, ЭНИ-300
ТХА, ЭНИ-300 ТХК, ЭНИ-300 ТЖК, ЭНИ-300 ТМК**

МЕТОДИКА ПОВЕРКИ

МП 207-020-2020

г. Москва
2020 г.

1 Общие положения

Настоящая методика поверки распространяется на преобразователи термоэлектрические ЭНИ-300 ТНН, ЭНИ-300 ТХА, ЭНИ-300 ТХК, ЭНИ-300 ТЖК, ЭНИ-300 ТМК (далее по тексту – термопреобразователи или ТП), изготовленные ООО «ИТеК ББМВ», г. Челябинск, и устанавливает методы и средства их первичной и периодической поверок.

Интервал между поверками:

- 3 года для ТП с верхним пределом диапазона измерений до 300 °С;
- 2 года для ТП с верхним пределом диапазона измерений свыше 300 °С;
- первичная поверка до ввода в эксплуатацию для многозонных ТП (модификация -

10).

2 Операции поверки

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

Таблица 1

Наименование операции	Номер пункта МП	Проведение операции при	
		первичной поверке	периодической поверке
1 Внешний осмотр	7.1	Да	Да
2 Проверка электрического сопротивления изоляции ТП	7.2	Да	Да
3 Проверка нестабильности (для термопреобразователей без ИП)	7.3	Да	Нет
4 Определение ТЭДС ЧЭ ТП при заданных значениях температуры (для термопреобразователей без ИП)	7.4	Да	Да
5 Определение основной погрешности (для термопреобразователей с ИП)	7.5	Да	Да

3 Средства поверки

3.1 При проведении поверки применяют основные и вспомогательные средства поверки, перечень которых приведён в таблице 2.

3.2 Средства поверки должны иметь действующие свидетельства о поверке или оттиски поверительных клейм. Испытательное оборудование должно быть аттестовано.

Таблица 2

Номер пункта методики поверки	Наименование и тип (условное обозначение) основного или вспомогательного средства поверки; обозначение нормативного документа, регламентирующего технические требования и (или) метрологические и основные технические характеристики средства поверки
7.2	Измеритель сопротивления изоляции АРРА 607 (Регистрационный № 56407-14).

7.3	<p>Рабочий эталон 3-го разряда по ГОСТ 8.558-2009 - термометр сопротивления эталонный ЭТС-100/1 (Регистрационный № 19916-10); Рабочий эталон 1, 2, 3-го разрядов по ГОСТ 8.558-2009 - преобразователи термоэлектрические эталонные ТППО (Регистрационный № 19254-10); Термостаты жидкостные ТЕРМОТЕСТ (Регистрационный № 39300-08); Калибраторы температуры JOFRA серий АТС-R и RTC-R (Регистрационный № 46576-11); Калибраторы температуры сухоблочные КС (Регистрационный № 37366-08); Термостат с флюидизированной средой FB-08 (Регистрационный № 44370-10); Прецизионный милливольтметр В2-99 (Регистрационный № 22532-02); Измеритель температуры многоканальный прецизионный МИТ 8 (Регистрационный № 19736-11); Калибратор многофункциональный и коммуникатор BEAMEX MC6 (-R) (Регистрационный № 52489-13); Малоинерционная трубчатая печь МТП-2МР, диапазон воспроизводимых температур: от +300 до плюс 1200 °С; Термометр электронный лабораторный «ЛТ-300» (Регистрационный № 61806-15); Удлиняющие провода по ГОСТ 1790-2016, ГОСТ 1791-2014 к ТП с НСХ по ГОСТ Р 8.585-2001); Пробирки стеклянные (длина 150±10 мм); Сосуд Дьюара, заполненный льдо-водяной смесью.</p>
7.4	<p>Рабочий эталон 3-го разряда по ГОСТ 8.558-2009 - термометр сопротивления эталонный ЭТС-100/1 (Регистрационный № 19916-10); Рабочий эталон 1, 2, 3-го разрядов по ГОСТ 8.558-2009 - преобразователи термоэлектрические эталонные ТППО (Регистрационный № 19254-10); Термостаты жидкостные ТЕРМОТЕСТ (Регистрационный № 39300-08); Калибраторы температуры JOFRA серий АТС-R и RTC-R (Регистрационный № 46576-11); Калибраторы температуры сухоблочные КС (Регистрационный № 37366-08); Термостат с флюидизированной средой FB-08 (Регистрационный № 44370-10); Прецизионный милливольтметр В2-99 (Регистрационный № 22532-02); Измеритель температуры многоканальный прецизионный МИТ 8 (Регистрационный № 19736-11); Калибратор многофункциональный и коммуникатор BEAMEX MC6 (-R) (Регистрационный № 52489-13); Малоинерционная трубчатая печь МТП-2МР, диапазон воспроизводимых температур: от +300 до плюс 1200 °С; Термометр электронный лабораторный «ЛТ-300» (Регистрационный № 61806-15); Удлиняющие провода по ГОСТ 1790-2016, ГОСТ 1791-2014 к ТП с НСХ по ГОСТ Р 8.585-2001); Пробирки стеклянные (длина 150±10 мм); Сосуд Дьюара, заполненный льдо-водяной смесью.</p>

7.5	<p>Рабочий эталон 3-го разряда по ГОСТ 8.558-2009 - термометр сопротивления эталонный ЭТС-100/1 (Регистрационный № 19916-10);</p> <p>Рабочий эталон 1, 2, 3-го разрядов по ГОСТ 8.558-2009 - преобразователи термоэлектрические эталонные ТППО (Регистрационный № 19254-10);</p> <p>Термостаты жидкостные ТЕРМОТЕСТ (Регистрационный № 39300-08);</p> <p>Калибраторы температуры JOFRA серий АТС-R и RTC-R (Регистрационный № 46576-11);</p> <p>Калибраторы температуры сухоблочные КС (Регистрационный № 37366-08);</p> <p>Термостат с флюидизированной средой FB-08 (Регистрационный № 44370-10);</p> <p>Прецизионный милливольтметр В2-99 (Регистрационный № 22532-02);</p> <p>Измеритель температуры многоканальный прецизионный МИТ 8 (Регистрационный № 19736-11);</p> <p>Малоинерционная трубчатая печь МТП-2МР, диапазон воспроизводимых температур: от +300 до плюс 1200 °С;</p> <p>Термометр электронный лабораторный «ЛТ-300» (Регистрационный № 61806-15);</p> <p>Мультиметр 3458А (Регистрационный № 25900-03);</p> <p>Калибратор многофункциональный и коммуникатор BEAMEX MC6 (-R) (Регистрационный № 52489-13);</p> <p>Мера электрического сопротивления однозначная МС3050М (регистрационный № 46843-11);</p> <p>Источник питания постоянного тока (диапазон напряжений от 0 до 30 В).</p> <p>Программно-аппаратный комплекс с поддержкой протоколов HART, Profibus позволяющий визуализировать измеренные значения;</p>
<p>Примечание – Допускается применение средств поверки, не приведённых в таблице, но обеспечивающих определение (контроль) метрологических характеристик приборов с требуемой точностью.</p>	

4 Требования к квалификации поверителей

4.1 Поверка приборов должна выполняться специалистами, аттестованными в качестве поверителей данного вида средств измерений, ознакомленные с руководством по эксплуатации и освоившими работу с прибором.

5 Требования безопасности

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

- ГОСТ 12.2.003-91 ССБТ. Оборудование производственное. Общие требования безопасности;
- «Правила технической эксплуатации электроустановок потребителей»;
- «Правила по охране труда при эксплуатации электроустановок» ПОТЭУ (2014);
- требования разделов «Указания мер безопасности» эксплуатационной документации на применяемые эталонные средства измерений и средства поверки.

6 Условия поверки и подготовка к поверке

6.1 При проведении поверки должны соблюдаться следующие условия:

- температура окружающего воздуха от +18 до +22 °С;
- относительная влажность окружающего воздуха, %, не более 80;
- атмосферное давление от 84,0 до 106,7 кПа (от 630 до 800 мм рт. ст.);

6.2 Все приборы, установки должны быть заземлены, сопротивление заземления – не более 0,1 Ом, сечение проводов заземления – не менее 0,75 мм².

6.3 Средства поверки, оборудование готовят в соответствии с руководствами по их эксплуатации.

6.4 При работе термостатов включают местную вытяжную вентиляцию.

6.5 Поверяемый ТП и используемые средства поверки должны быть защищены от вибраций, тряски, ударов, влияющих на их работу.

6.6 Операции, проводимые со средствами поверки, с поверяемым ТП должны соответствовать указаниям, приведенным в эксплуатационной документации.

6.7. При проведении поверки в случае разборной конструкции ТП допускается извлечь измерительную вставку из защитной арматуры.

7 Проведение поверки

7.1 Внешний осмотр

При внешнем осмотре устанавливают:

- соответствие внешнего вида, комплектности прибора технической и эксплуатационной документации;
- наличие заводского номера;
- наличие и четкость маркировки;
- отсутствие механических повреждений и дефектов покрытия, влияющих на работоспособность прибора;
- отсутствие обрывов и нарушения изоляции проводов;
- прочность соединения проводов, отсутствие следов коррозии.

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

7.2 Проверка электрического сопротивления изоляции

7.2.1 Проверка электрического сопротивления изоляции термопреобразователей проводится по ГОСТ 6616-94. Для проверки используют мегаомметр с номинальным рабочим напряжением 100 В.

Подключают один из зажимов мегомметра к закороченным между собой выходным контактам ТП, а другой – к металлической защитной арматуре. По истечении 1 мин или через меньшее время, за которое показания средств измерения практически установятся, производят отсчет показаний, определяющих электрическое сопротивление изоляции.

7.2.2 Электрическое сопротивление изоляции должно быть не менее 100 МОм для проволочных ТП и ТП с ИП и не менее 500 МОм для кабельных ТП.

7.3 Проверка нестабильности (для термопреобразователей без ИП)

7.3.1 Проверка производится путем трехкратного измерения ТЭДС ЧЭ до и после двухчасовой выдержки термопреобразователя в печи или калибраторе температуры при температуре верхнего предела измерения.

7.3.2 Результат испытаний считается удовлетворительным, если отклонения ТЭДС ЧЭ от НСХ преобразования после выдержки в печи или калибраторе температуры при температуре верхнего предела измерения не превышают $\frac{1}{2}$ допускаемых отклонений, указанных в НД на ТП конкретного типа.

7.4 Определение ТЭДС ЧЭ ТП при заданных значениях температуры (для термопреобразователей без ИП)

7.4.1. При выпуске из производства определение отклонений от НСХ проводят на бухтах термопарного кабеля (термоэлектродной проволоки), а именно на изготовленных образцах длиной не менее 300 мм из начала, середины (при необходимости) и конца бухты.

Вначале на поверку предоставляются образцы ЧЭ ТП, изготовленные из данного кабеля (термоэлектродной проволоки), а уже после (при положительных результатах) предоставляются на поверку готовые изделия, изготовленные из этого кабеля (термоэлектродной проволоки).

Градуировочные характеристики поверяемых образцов ЧЭ ТП должны соответствовать НСХ конкретного типа и класса допуска по ГОСТ Р 8.585-2001.

ТЭДС образцов ЧЭ ТП определяют при нескольких заданных значениях температуры (в пределах рабочего диапазона и указанных в таблице 3) его рабочего конца и температуре свободных концов, равной 0 °С. Полученные результаты измерений сравнивают с данными НСХ на ТП конкретного типа и класса допуска по ГОСТ Р 8.585-2001, при тех же значениях температуры.

Таблица 3

Условное обозначение НСХ	Диапазон измерений температуры, °С	Температура при измерениях ТЭДС, °С
J	от -40 до +750	-40, 0, +200, +400, +600, (+700)
L	от -40 до +600	-40, 0, +200, +400, (+600)
K N	от -40 до +1250	-40, 0, +300, +600, +800, (+1000)
T	от -40 до +350	-40, 0, +150, +300 (+350)

7.4.2. Первичная поверка готовых изделий ТП.

Первичная поверка готовых ТП проводится при одном значении температуры, соответствующем верхнему пределу измерений ТП.

7.4.3. В диапазоне температур от 0 °С до +660 °С в качестве эталонного средства измерения используется эталонный термометр сопротивления ЭТС-100.

В диапазоне температур от +300 °С до +1100 °С в качестве эталонного средства измерения используется эталонная платинородий-платиновая термopара ТППО 1 или 2-го или 3-го разряда.

7.4.4. ТЭДС термопреобразователей при заданных значениях температуры определяют в последовательности, указанной ниже.

В соответствии с эксплуатационной документацией устанавливают в термостате, калибраторе температуры или печи первую контрольную точку (с допускаемыми отклонениями, не превышающими ± 5 °С). Температуру термостата/калибратора температуры /печи контролируют эталонным средством измерения.

После установления заданной температуры и соответствующей выдержки для достижения состояния теплового равновесия (не менее 10-ти минут после установления показаний по эталонному термометру) фиксируют показание эталонного термометра $T_{уст}$, °С и показание прибора $T_{изм}$, °С, отображаемое на вторичном приборе.

Цикл измерений осуществляется непрерывным отсчетом показаний: в прямой последовательности (от отсчета показаний эталонного СИ до отсчета показаний ЧЭ последнего поверяемого ТП), затем в обратной последовательности (от отсчета показаний ЧЭ последнего поверяемого ТП до отсчета показаний эталонного СИ) и т. д. до получения десяти отсчетов показаний эталонного СИ и ТЭДС ЧЭ каждого поверяемого ТП.

Усреднение производится по 10 отсчетам показаний средств измерений, интервалы времени между которыми, равны.

Результаты измерений температуры эталонным термометром и ТЭДС ЧЭ поверяемых ТП (средние значения) вносят в журнал наблюдений.

7.4.5 Периодическая поверка ТП проводится следующим образом.

При поверке ТП с длиной монтажной части более 250 мм их ТЭДС должна быть определена по процедурам ГОСТ 8.338-2002 не менее, чем при трех значениях температуры в пределах рабочего диапазона ТП и указанных в таблице 3.

Для ТП с длиной погружной части свыше 160 мм и менее 250 мм определение отклонения от НСХ проводится при температуре близкой к окружающей, в жидкостном термостате при температуре примерно равной от +200 °С до +250 °С и в калибраторе температуры при верхнем пределе измерения по процедурам ГОСТ 8.338-2002. При верхнем пределе измерения ТП выше +500 °С – проверку проводят при +500 °С.

Для ТП с длиной погружной части менее 160 мм определение отклонения от НСХ проводить при температуре близкой к окружающей и в жидкостном термостате при температуре верхнего предела диапазона измерений, но не более +250 °С по процедурам ГОСТ 8.338-2002.

При наличии и использовании при поверке термостата с флюидизированной средой определение отклонения от НСХ проводить в соответствии с документом МИ 3090-2007 «Рекомендация. ГСИ. Преобразователи термоэлектрические с длиной погружаемой части менее 250 мм. Методика поверки».

Далее проводятся операции в соответствии с п.п. 7.4.3-7.4.4. при всех заданных значениях температуры (контрольных точках).

7.4.6 ТП считается выдержавшим поверку, если значение отклонения ТЭДС ТП от НСХ в каждой проверяемой точке не превышает значений, указанных в описании типа на приборы в Федеральном информационном Фонде по обеспечению единства измерений.

7.4.7 Первичную поверку многозонных ТП выполняют следующим образом:

7.4.7.1 Перед сборкой ТП проводятся операции по п.7.4.1. Для изделий в сборе отклонение ТЭДС ТП от НСХ определяют только в одной контрольной точке, соответствующей температуре окружающей среды (в диапазоне от 0 до +30 °С) методом сравнения с эталонным термометром в «пассивном» (воздушном) термостате (либо нулевом термостате при конструктивной совместимости).

7.4.7.2 В качестве пассивного термостата может быть использовано помещение с кондиционером (без окон и дополнительных нагревательных элементов) или ящик (контейнер) из теплоизоляционного материала с закрывающейся крышкой.

7.4.7.3 Помещают поверяемый многозонный ТП вместе с эталонным(и) термометром (-ами) в пассивный термостат, при этом ЧЭ эталонного термометра должен находиться в непосредственной близости к каждому ЧЭ ТП. После выдержки в течение 24 ч снимают не менее 10-ти показаний (в течение 10-ти минут) температуры эталонного термометра ТЭДС (в температурном эквиваленте) каждого ЧЭ ТП.

7.4.7.4 Значение отклонения ТЭДС ТП от НСХ (в температурном эквиваленте) для каждого ЧЭ ТП (Δt) определяется по формуле:

$$\Delta t = t_d - t_э, \quad (1)$$

где t_d – среднее арифметическое значение ТЭДС в температурном эквиваленте ЧЭ поверяемого ТП, °С;

$t_э$ – среднее арифметическое значение температуры, измеренное эталонным термометром, °С.

7.4.7.5 Результаты поверки ТП считают положительными, если полученное отклонение ТЭДС ТП от НСХ каждого ЧЭ ТП не превышает значений, указанных в описании типа на приборы в Федеральном информационном Фонде по обеспечению единства измерений.

7.5 Определение основной погрешности (для ТП с ИП)

7.5.1 Проводят операции по п.7.4.1.

7.5.2 Основную погрешность ТП с ИП находят в трех температурных точках, равномерно расположенных в настроенном диапазоне измерений, включая начальное и конечное значение настроенного диапазона измерений, методом сравнения с эталонным термометром (или преобразователем термоэлектрическим) в термостате, в сухоблочном калибраторе температуры или печи.

7.5.3 При поверке ТП в жидкостном термостате или термостате с флюидизированной средой погружают на одну глубину поверяемый ТП вместе с эталонным термометром (или преобразователем термоэлектрическим).

При поверке ТП в сухоблочном калибраторе температуры используют металлические выравнивающие блоки. При наличии пустых отверстий в блоке рекомендуется закрыть их металлическими (керамическими) стержнями или засыпать мелкодисперсным порошком Al_2O_3 .

7.5.4 При поверке ТП в калибраторе температуры опускают эталонный термометр до упора в дно блока, а поверяемый ТП опускают на глубину, соответствующую середине чувствительного элемента эталонного термометра сопротивления (примерно 20 мм от дна). При поверке в калибраторах температуры и термостатах с флюидизированной средой необходимо не допускать перегрева соединительной головки ТП.

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

7.5.6 После установления заданной температуры и установления теплового равновесия между эталонным термометром, ТП и термостатирующей средой (стабилизация показаний эталонного термометра и ТП) снимают не менее 10 показаний (в течение 10 минут) температуры эталонного термометра t_g , индицируемой на дисплее измерительного прибора, а также измеряют выходной сигнал поверяемого ТП с ИП:

- при помощи прецизионного измерителя постоянного тока (для ТП с ИП аналоговый сигнал ($I_{вых i}$)).

- при помощи прецизионного измерителя постоянного тока или Hart-коммуникатора (для ТП с ИП аналоговый сигнал ($I_{вых i}$)/Hart);

- с дисплея коммуникатора, ПК или со встроенного индикатора ТП (для ТП с ИП цифровой выходной сигнал РА ($t_{iц}$)).

В случае определения аналогового сигнала ($I_{вых.i}$) методом падения напряжения на мере электрического сопротивления однозначной МС3050М с помощью мультиметра или милливольтметра, аналоговый сигнал рассчитывают по формуле:

$$I_{вых.i} = U_{cp} / R_{эт}, \quad (2)$$

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

U_{cp} – среднее арифметическое значение по десяти измерениям значения электрического напряжения постоянного тока, измеренное мультиметром или милливольтметром, мВ;

$R_{эт}$ – действительное значение электрического сопротивления однозначной меры, Ом.

Значение температуры t_i , соответствующее измеренному аналоговому выходному сигналу $I_{вых i}$ рассчитывают по формулам 3 или 4:

$$t_i = \frac{I_{вых.i} - I_{min}}{I_{max} - I_{min}} \times (t_{max} - t_{min}) + t_{min}, \quad \text{для сигнала 4 - 20 мА и 0-5 мА} \quad (3)$$

$$t_i = \frac{I_{\max} - I_{\text{вых.}i}}{I_{\max} - I_{\min}} \times (t_{\max} - t_{\min}) + t_{\min},$$

для сигнала 20 - 4 мА (4)

где $I_{\text{вых.}i}$ - значение выходного тока, соответствующее измеряемой температуре, мА;
 I_{\min} - нижний предел диапазона изменения выходного сигнала, равный 20 или 4 мА;
 I_{\max} - верхний предел диапазона изменения выходного сигнала, равный 4 (0) или 20 (5) мА;
 t_{\min}, t_{\max} - нижний и верхний пределы, соответственно, диапазона измерений, согласно заказу, °С.

7.5.7 Операции по 7.5.5, 7.5.6 повторить для остальных температурных точек, находящихся в интервале измеряемых температур поверяемого ТП.

7.5.8 Основную приведенную погрешность ТП γ , в процентах от диапазона измерений, вычисляют по формуле 5:

$$\gamma = \frac{t_i - t_g}{t_{\max} - t_{\min}} \times 100$$

(5)

где t_i - значение температуры, соответствующее выходному сигналу поверяемого ТП, °С;

t_g - действительное значение температуры (по эталонному термометру), °С;

t_{\min}, t_{\max} - нижний и верхний пределы, соответственно, диапазона измерений, согласно заказу, °С.

Для расчета основной погрешности используются усредненные значения измеренных выходных сигналов.

Результаты измерений заносят в журнал наблюдений.

Допускается проводить поверку в диапазоне измерений ТП с ИП, согласованным с пользователем, но лежащим внутри полного диапазона измерений ТП с ИП и не менее нормированного минимального интервала измерений ИП, указанного в ОТ. При этом делают соответствующую запись в паспорте и (или) в свидетельстве о поверке.

7.5.9 Первичная поверка многозонных ТП с ИП осуществляется в следующей последовательности:

7.5.9.1 Проводят операции по п.7.4.1.

7.5.9.2 Далее осуществляют проверку соединенного с ИП ЧЭ каждой зоны по п.п. 7.5.2 - 7.5.8.

7.5.9.3 После сборки изделия отклонение ТЭДС ТП от НСХ определяют только в одной контрольной точке, соответствующей температуре окружающей среды (в диапазоне от 0 до +30 °С) методом сравнения с эталонным термометром в «пассивном» (воздушном) термостате (либо нулевом термостате при конструктивной совместимости). Далее проводят операции по п.п. 7.4.7.2-7.4.7.3, а считывание и обработку результатов измерений - в соответствии с п.п. 7.5.6, 7.5.8.

7.5.10 ТП считается выдержавшим поверку, если значение погрешности в каждой проверяемой точке не превышает значений, указанных в описании типа на приборы в Федеральном информационном Фонде по обеспечению единства измерений.

8 Оформление результатов поверки

8.1 Приборы, прошедшие поверку с положительным результатом, признаются годными и допускаются к применению. В соответствии с Приказом № 1815 Минпромторга России от 02 июля 2015г. на них оформляется свидетельство о поверке и (или) делается соответствующая запись и ставится знак поверки в паспорт.

8.2 При отрицательных результатах поверки, в соответствии с Приказом № 1815 Минпромторга России от 02 июля 2015 г., оформляется извещение о непригодности.

Разработчик настоящей методики:

Заместитель начальника отдела 207
ФГУП «ВНИИМС»



Е.В. Родионова

Начальник отдела 207
ФГУП «ВНИИМС»



А.А. Игнатов