



УТВЕРЖДАЮ

Заместитель директора
по производственной метрологии
ФГУП «ВНИИМС»

Н.В. Иванникова

« 30 » 09 2019 г.

Термометры контактные цифровые ТК-5

Методика поверки

МП 207-021-2019

г. Москва
2019

1 Общие положения

Настоящая методика поверки распространяется на термометры контактные цифровые типа ТК-5 (далее термометры ТК-5) производства фирмы ООО «ТЕХНО-АС» и устанавливает методику их первичной и периодической поверки.

Интервал между поверками:

- 2 года;

- 1 год (для термометров с зондами ЗВЛ, ЗВЛМ, ЗВЛМТ, ЗВЛТГ).

2 Операции и средства поверки

При проведении первичной и периодической 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	6.1	Да	Да
2. Опробование	6.2	Да	Да
3. Определение абсолютной погрешности измерений температуры	6.3	Да	Да
4. Определение абсолютной погрешности измерений относительной влажности	6.4	Да	Да
5. Проверка диапазона измерений температуры и определение основной абсолютной погрешности при измерении температуры на 2 канале прибора ТК-5.29	6.5	Да	Да
6. Определение основной приведенной погрешности при измерении постоянного тока на 2 канале прибора ТК-5.29	6.6	Да	Да

Примечания:

1. Допускается первичной поверке подвергать только тот комплект СИ, который был указан при заказе и о чем в паспорте сделаны соответствующие отметки.
2. Периодическую поверку СИ, предназначенных для измерений (воспроизведения) нескольких величин или имеющих несколько поддиапазонов измерений, но используемых для измерений (воспроизведения) меньшего числа величин или на меньшем числе поддиапазонов измерений, допускается на основании письменного заявления владельца СИ проводить на меньшем количестве величин или на меньшем числе поддиапазонов измерений.

Допускается первичную поверку термометров проводить методом выборочной поверки с учетом основных положений ГОСТ Р ИСО 2859-1-2007 «Статистические методы. Процедуры выборочного контроля по альтернативному признаку», при этом выборочная поверка не может быть распространена на термометры в комплекте с зондами типов: ЗВВ 150, ЗПВТ 150, ЗПВТ 300, ЗПВТ 500, ЗТНС, ЗВЛ 150, ЗВЛ 500, ЗВЛ 1000, ЗВЛМ, ЗВЛ 150Т, ЗВЛ 500Т, ЗВЛ 1000Т, ЗВЛМТ, ЗВЛТГ

В качестве уровня контроля выбран одноступенчатый выборочный план с общим уровнем III. Приемлемый уровень качества AQL = 1,0 (усиленный контроль).

В зависимости от объема партии, количество представленных на поверку приборов выбирается согласно таблице 2.

Таблица 2

Объем партии, шт.	Объем выборки, шт.	Приемочное число Ac	Браковочное число Re
от 3 до 8 включ.	3	0	1
от 9 до 15 включ.	5	0	1
от 16 до 25 включ.	8	0	1
от 26 до 50 включ.	13	0	1
от 51 до 90 включ.	20	0	1
от 91 до 150 включ.	32	1	2

Результаты выборочного контроля распространяются на всю партию.
Периодической поверке подвергается каждый прибор.

3 Средства поверки

При проведении поверки применяют средства измерений, указанные в таблице 3.

Таблица 3

Наименование средств поверки	Характеристики или Регистрационный № во ФГИС
Калибраторы температуры поверхностные КТП	Регистрационный № 53247-13
Термостаты переливные прецизионные ТПП-1	Регистрационный № 33744-07
Термостаты жидкостные ТЕРМОТЕСТ	Регистрационный № 39300-08
Термостат с флюидизированной средой FB-08	Регистрационный № 44370-10
Калибраторы температуры JOFRA серий ATC-R, RTC-R	Регистрационный № 46576-11
Калибратор температуры эталонный ЭЛЕМЕР-КТ-650	Диапазон воспроизведения температуры от 50 до 650 °С; предел допускаемой абсолютной погрешности воспроизведения температуры $\Delta t = \pm (0,05 + 0,0015 \cdot t)$ °С
Калибратор температуры «ЭЛЕМЕР-КТ-900К», «ЭЛЕМЕР-КТ-1100К»	Регистрационный № 75073-19
Измеритель температуры многоканальный прецизионный МИТ 8.10	Пределы допускаемой абсолютной погрешности $\Delta t = \pm [0,0035 + 10^{-5} \cdot t]$ °С
Компаратор-калибратор универсальный КМ300К	Диапазон воспроизведения напряжения постоянного тока от -100 до +100 мВ, КТ 0,0005
Камера климатическая «WEISS WK 180/40»	Диапазон воспроизведения температуры от -70 до +180 °С, нестабильность $\pm 0,5$ °С, диапазон воспроизведения относительной влажности от 10 до 95 %, нестабильность – не более ± 1 % отн. вл.
Измеритель комбинированный Testo 645	Регистрационный № 17740-12 (зонд с $\Delta \varphi = \pm 1$ % ОВ)
Генераторы влажного воздуха HygroGen	Регистрационный № 32405-11
Калибратор-измеритель унифицированных сигналов «ИКСУ-260»	Регистрационный № 35062-07

Наименование средств поверки	Характеристики или Регистрационный № во ФГИС
Мера электрического сопротивления постоянного тока многозначная МС3071 (-2, -3)	Регистрационный № 66932-17
Термометр сопротивления эталонный ЭТС-100/1	Диапазон измерений от минус 196 до плюс 660,323 °С, 3 разряд по ГОСТ 8.558-2009
Термометр сопротивления платиновый вибропрочный эталонный ПТСВ-1-2	Диапазон измерений от минус 50 до плюс 450 °С, 3 разряд по ГОСТ 8.558-2009
Термометр электронный лабораторный ЛТА (исполнение ЛТА-К)	Диапазон измерений от минус 50 до плюс 200 °С, погрешность $\pm 0,05$ °С, длина погружаемой части зонда 50 мм
Примечания: 1. Все эталоны и средства измерений, применяемые при поверке, должны быть аттестованы (эталонные) и иметь действующие свидетельства о поверке. 2. Допускается применение других средств измерений с метрологическими характеристиками, удовлетворяющими следующему критерию: $\Delta_{\text{з}} / \Delta_{\text{п}} \leq 1/3$, где: $\Delta_{\text{з}}$ – погрешность эталонных СИ, $\Delta_{\text{п}}$ – погрешность поверяемого термометра с зондом.	

4 Требования безопасности

При проведении поверки необходимо соблюдать:

- требования безопасности, которые предусматривают «Правила технической эксплуатации электроустановок потребителей» и «Межотраслевые правила по охране труда (правила безопасности) при эксплуатации электроустановок» ПОТ РМ-016-2001;
- указания по технике безопасности, приведенные в эксплуатационной документации на средства измерений;
- указания по технике безопасности, приведенные в руководстве по эксплуатации.

К проведению поверки допускаются лица, прошедшие инструктаж по технике безопасности и ознакомленные с руководством по эксплуатации средств поверки и поверяемого термометра ТК-5.

5 Условия поверки и подготовка к ней

Подготовить к работе поверяемые термометры ТК-5 и средства поверки и в соответствии с эксплуатационной документацией.

С зондов ЗТНС снять защитную пластмассовую сферу.

С зондов ЗПГТ снять утяжелитель, ослабив два винта крепления.

При проведении поверки должны быть выдержаны следующие условия:

Температура окружающего воздуха, °С	от 15 до 25;
Относительная влажность окружающего воздуха, %	от 10 до 80;
Атмосферное давление, кПа	от 84 до 106,7;
Напряжение питания, В	220 \pm 22.

Должны отсутствовать внешние электрические и магнитные поля, влияющие на работу электроизмерительной аппаратуры.

6 Проведение поверки

6.1 Внешний осмотр

При внешнем осмотре проверяется:

- соответствие маркировки измерителей эксплуатационной документации на них;

- отсутствие внешних повреждений, которые могут повлиять на метрологические характеристики измерителей;
 - отсутствие посторонних шумов при наклонах прибора.
- Термометры ТК-5, не отвечающие перечисленным выше требованиям, дальнейшей поверке не подлежат.

6.2 Опробование

Проверить прибор на функционирование в следующей последовательности:

- при необходимости присоединить зонд к измерительному блоку термометра ТК-5;
- включить прибор, убедиться, что жидкокристаллический индикатор не поврежден, и батарея питания не разряжена;
- убедиться, что на индикаторе высвечиваются значения температуры и/или относительной влажности.

6.3 Определение основной абсолютной погрешности измерений температуры

Определение основной абсолютной погрешности измерений температуры проводить в следующих контрольных точках, близких к значениям:

- $0,95 \cdot \text{НПИ}$,
- $0 \text{ } ^\circ\text{C}$,
- $0,5 \text{ ВПИ}$,
- $0,95 \cdot \text{ВПИ}$.

где НПИ – нижний предел измерений зонда, $^\circ\text{C}$
 ВПИ – верхний предел измерений зонда, $^\circ\text{C}$

6.3.1 Определение основной абсолютной погрешности измерений температуры на поверхностных калибраторах

На поверхностных калибраторах температуры проводить проверку термометров ТК-5 с поверхностными зондами.

Включить поверхностный калибратор, установить значение воспроизводимой температуры, соответствующее первой контрольной точке. Дождаться установления стабильности показаний поверхностного калибратора.

Включить термометр ТК-5. Снять защитный колпачок с зонда. Прижать поверхностный зонд термометра ТК-5 к рабочей поверхности калибратора таким образом, чтобы ограничитель касался этой поверхности по всей окружности. Выдержать зонд в течение 10 минут, после произвести отчет показаний термометра ТК-5 и поверхностного калибратора. Выполнить измерение температуры 3 раза и записать в протокол поверки среднее значение температуры.

Повторить измерения для значений температуры, соответствующих остальным контрольным точкам.

Абсолютную погрешность измерений вычислить по формуле 1.

$$\Delta t = t_{\text{изм}} - t_{\text{эт}}, \text{ } ^\circ\text{C} \quad (1)$$

где $t_{\text{изм}}$ – измеренное значение температуры с помощью термометра ТК-5, $^\circ\text{C}$;
 $t_{\text{эт}}$ – значение, установленное на калибраторе температуры, $^\circ\text{C}$.

Результаты считаются положительными, если погрешность измерений, рассчитанная по формуле 1, в каждой контрольной точке не превышает допускаемых значений погрешности для поверяемого термометра ТК-5.

В диапазоне от минус 40 до $0 \text{ } ^\circ\text{C}$ допускается проводить поверку термометров с поверхностными зондами в жидкостных термостатах (криостатах) переливного типа с использованием специального тонкостенного «стакана», изготовленного из нержавеющей стали 12Х18Н10Т. Чертеж «стакана» приведен на рисунке 1 в Приложении А. При прове-

дении измерений необходимо контролировать температуру жидкости вблизи тыльной поверхности «стакана» при помощи электронного термометра типа LTA-K (или аналогичного).

6.3.2 Определение основной абсолютной погрешности температуры в переливных термостатах или в термостатах с флюидизированной средой

Включить переливной (жидкостный, с флюидизированной средой) термостат, установить значение воспроизводимой температуры соответствующее первой контрольной точке. Дождаться выхода термостата на заданную температуру.

В термостат погрузить зонд термометра ТК-5 на глубину не менее 15D (D – диаметр зонда) и термометр сопротивления эталонный, подключенный к измерителю температуры многоканальному прецизионному МИТ 8.10 (далее МИТ 8.10). Чувствительные элементы термометров должны находиться в непосредственной близости.

При проверке термометров ТК-5 с воздушными зондами или зондом ЗТНС в переливных (жидкостных) термостатах зонд необходимо предварительно гидроизолировать.

Выждать 10 минут, после произвести отсчет показаний термометра ТК-5 и МИТ 8.10. Записать полученный результат в протокол поверки.

Повторить измерения для значений температуры, соответствующих остальным контрольным точкам.

Абсолютную погрешность измерений вычислить по формуле 1, где $t_{э\text{т}}$ – эталонное значение температуры, измеренное с помощью термометра сопротивления эталонного и МИТ 8.10.

Результаты считаются положительными, если погрешность измерений, рассчитанная по формуле 1, в каждой контрольной точке не превышает допускаемых значений погрешности для поверяемого термометра ТК-5.

6.3.3 Определение основной абсолютной погрешности температуры в сухоблочных калибраторах температуры

Включить калибратор температуры, установить значение воспроизводимой температуры, соответствующее первой контрольной точке. Дождаться установления стабильности показаний калибратора.

Включить термометр ТК-5. Погрузить зонд термометра ТК-5 и внешний эталонный термометр (при необходимости) в блок сравнения калибратора температуры до упора в дно блока или на глубину, находящуюся в зоне равномерного распределения температуры по высоте (в случае ее нормирования для конкретной модели калибратора). Выждать 10 минут, после произвести отсчет показаний калибратора температуры (или эталонного термометра) и термометра ТК-5 и записать полученный результат в протокол поверки.

Повторить измерения для значений температуры, соответствующих остальным контрольным точкам.

Абсолютную погрешность измерений вычислить по формуле 1.

Результаты считаются положительными, если погрешность измерений, рассчитанная по формуле 1, в каждой контрольной точке не превышает допускаемых значений погрешности для поверяемого термометра ТК-5.

6.3.4 Определение основной абсолютной погрешности температуры приборов с зондом для подключения внешней термопары

Проверку приборов с зондами для подключения внешней термопары (ЗВТ.L, ЗВТ.K, ЗВТ.B, ЗВТ.R, ЗВТ.S, а также ЗПГВ) проводить с помощью компаратора-калибратора универсального КМ300К (далее КМ300К).

К разъему зонда для подключения внешней термопары с помощью медных соединительных проводов подключить КМ300К, настроенный на воспроизведение напряжений постоянного тока в диапазоне от минус 100 до плюс 100 мВ.

Разъем зонда для подключения внешней термопары с подключенными соединительными проводами гидроизолировать и поместить в сосуд Дьюара с льдо-водяной сме-

стью. Также в сосуд Дьюара поместить термометр сопротивления эталонный, подключенный к МИТ 8.10. Чувствительный элемент термометра и разъем зонда должны находиться в непосредственной близости.

Выждать 10-15 минут, чтобы разъем зонда успел охладиться.

Ориентируясь по показаниям МИТ 8.10, контролировать температуру льдо-водяной смеси в сосуде Дьюара. Значение температуры в сосуде Дьюара должно находиться в пределах от минус 0,05 до плюс 0,05 °С.

Установить на КМ300К значение термо-ЭДС (ТЭДС), соответствующее температуре в первой контрольной точке для поверяемого типа зонда согласно требуемой НСХ по ГОСТ Р 8.585-2001.

Дождаться стабилизации показаний на термометре ТК-5, затем считать результат измерений и занести в протокол испытаний.

Повторить измерения для значений температуры, соответствующих остальным контрольным точкам.

Абсолютную погрешность измерений вычислить по формуле 1, где $t_{э\text{т}}$ – эталонное значение ТЭДС в температурном эквиваленте, установленное на КМ300К.

Результаты считаются положительными, если погрешность измерений, рассчитанная по формуле 1, в каждой контрольной точке не превышает допускаемых значений погрешности для поверяемого термометра.

6.4 Определение абсолютной погрешности измерений относительной влажности

Определение абсолютной погрешности измерений относительной влажности проводят в климатической камере, методом непосредственного сличения с эталонным гигрометром.

Поместить зонд термометра ТК-5 и зонд эталонного гигрометра в климатическую камеру или в камеру генератора влажного воздуха.

Задать в климатической камере температуру (23 ± 5) °С и последовательно устанавливать следующие значения относительной влажности:

$$\varphi_1 = (20 \pm 2) \%;$$

$$\varphi_2 = (40 \pm 2) \%;$$

$$\varphi_3 = (60 \pm 2) \%;$$

$$\varphi_3 = (80 \pm 2) \%;$$

Выдержать климатическую камеру при заданном значении относительной влажности не менее 30 мин, после истечения указанного времени произвести измерения относительной влажности термометром ТК-5 и эталонным гигрометром.

Абсолютную погрешность измерений относительной влажности в каждой контрольной точке рассчитать по формуле:

$$\Delta\varphi = \varphi_{\text{изм}} - \varphi_{\text{эт}}, \% \quad (2)$$

где $\varphi_{\text{изм}}$ – показания термометра ТК-5, %;

$\varphi_{\text{эт}}$ – показания эталонного гигрометра, %.

Результаты считаются положительными, если погрешность измерений, рассчитанная по формуле 2, в каждой точке не превышает допускаемых значений погрешностей для поверяемого термометра ТК-5.

6.5 Проверка диапазона измерений температуры и определение основной абсолютной погрешности при измерении температуры на 2 канале прибора ТК-5.29

Обозначения кабелей, используемых при проведении поверки прибора, приведены в таблице 4.

Таблица 4

Наименование кабеля	Назначение кабеля
Кабель ТК5.29.02.010	кабель для проведения поверки и подключения к прибору датчиков температуры (термопреобразователей сопротивлений) по 4-х проводной схеме.
Кабель ТК5.29.02.020	кабель для проведения поверки и подключения к прибору датчиков с универсальным токовым выходом по 2-х проводной схеме.

Схема распайки кабелей приведена в Руководстве по эксплуатации ТК-5.29.

Основную абсолютную погрешность при измерении температуры определять методом имитации всех типов НСХ термопреобразователей сопротивления по ГОСТ 6651-2009 (табл. 1), предусмотренных конфигурацией поверяемого прибора.

При периодической поверке количество поверяемых типов НСХ и необходимость поверки канала измерений постоянного тока приборов согласовывают с пользователем. Допускается проводить поверку в диапазоне измерений, согласованным с пользователем, но лежащим внутри полного диапазона измерений поверяемого прибора. При этом делают соответствующую запись в паспорте и (или) в свидетельстве о поверке.

Проверку диапазона измерений температуры и определение абсолютной погрешности проводить в следующей последовательности:

- подключить разъем измерительного канала №2 прибора и меру эталонных сопротивлений кабелем ТК5.29.02.010 из комплекта (таблица 4);
- включить прибор;
- установить разрядность отображения измеренного значения в «0.01», установить тип и параметры подключенного или имитируемого датчика, а также настроить вывод на экран показаний со 2-го канала в соответствии с руководством по эксплуатации;
- последовательно устанавливать на мере значения сопротивлений, соответствующие температуре от нижней до верхней границы диапазона измерений (в соответствии с табл. 5 Описание типа средства измерений) и при каждом измерении дожидаться устойчивого процесса измерения;
- снять результаты измерений 3 раза и записать в протокол поверки среднее значение температуры.
- рассчитать абсолютную погрешность измерений температуры (Δt) по формуле:

$$\Delta = T_{\text{изм}} - T_0, \quad (3)$$

где $T_{\text{изм}}$ – измеренное значение температуры с помощью термометра ТК-5.29, °С;
 T_0 – действительным значением температуры, °С.

Результаты считаются положительными, если погрешность измерений, рассчитанная по формуле 3, в каждой контрольной точке не превышает допускаемых значений погрешности для поверяемого термометра ТК-5.

6.6 Определение основной приведенной погрешности при измерении постоянного тока на 2 канале прибора ТК-5.29

Определение основной приведенной погрешности проводить в следующей последовательности:

- подключить к разъему испытуемого канала калибратор тока кабелем ТК5.29.02.020 из комплекта (таблица 4).
- включить прибор;
- установить разрядность отображения измеренного значения в «0.01»;
- установить следующие параметры конфигурации для второго канала прибора:

Тип датчика – «4...20mA», Значение при 4 мА – «4000», Значение при 20 мА – «20000», остальные параметры произвольные. В данной конфигурации на экране прибора будут показаны микроамперы.

– настроить вывод на экран показаний со 2-го канала в соответствии с руководством по эксплуатации;

– последовательно устанавливать на калибраторе тока значения тока (I_0) от 4 до 20 мА с интервалом 5 мА. После установки каждого значения тока дождаться устойчивого процесса измерения;

– снять результаты измерений 3 раза и записать в протокол поверки среднее значение тока.

– рассчитать для каждого измеренного значения приведенную погрешность по формуле:

$$\gamma = \frac{(I_i - I_0)}{I_n} \cdot 100\% \quad , (4)$$

где I_i – измеренное значение тока с помощью прибора ТК-5.29 ,мкА;

I_0 – действительное значение тока, мкА;

I_n – нормирующее значение, равное разности между верхним и нижним пределами диапазона измерений тока, мкА.

Результаты считаются положительными, если погрешность измерений, рассчитанная по формуле 4, в каждой контрольной точке не превышает допускаемых значений погрешности для поверяемого термометра ТК-5.

7 Оформление результатов поверки

7.1 Приборы, прошедшие поверку с положительным результатом, признаются годными и допускаются к применению.

Результаты первичной поверки удостоверяются записью в паспорте и (или) свидетельством о поверке, заверяемой подписью поверителя и знаком поверки в соответствии с Приказом № 1815 Минпромторга России от 02 июля 2015 г. В паспорте и свидетельстве о поверки должны быть отражены сведения о комплектации СИ.

Результаты периодической поверки удостоверяются свидетельством о поверке, заверяемым подписью поверителя и знаком поверки. В свидетельстве о поверки должны быть отражены сведения о комплектации СИ и диапазоне, в котором средство измерений было поверено.

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

Разработчики настоящей методики:

Инженер отдела 207 ФГУП «ВНИИМС»



В.В. Бочкарева

Начальник отдела 207 ФГУП «ВНИИМС»



А.А. Игнатов

Чертеж металлического «стакана» для проверки термометров
 в комплекте с поверхностными зондами в диапазоне от минус 40 до 0 °С.
 Материал – сталь нержавеющая 12Х18Н10Т

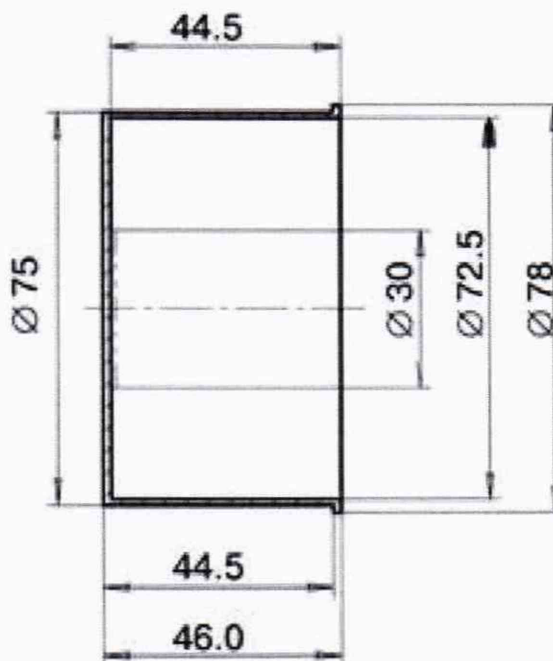


Рисунок 1