



УТВЕРЖДАЮ  
Руководитель ГЦИ СИ ВНИИМС

В.Н.Яншин

06 2005 г.

## ТЕРМОМЕТР ЛАБОРАТОРНЫЙ ЭЛЕКТРОННЫЙ «ЛТ-300»

Методика поверки  
СПЖИ 2.822.000 МП

г.р 29500-05

2005 г.

Настоящая методика поверки распространяется на термометры лабораторные электронные «ЛТ-300» (далее по тексту – термометры), разработанные и изготовленные ООО «Термэкс-П» г. Томск, и устанавливает порядок проведения первичной и периодической поверок.

Рекомендуемый межповерочный интервал – 12 месяцев.

### 1 Операции поверки

При проведении поверки должны выполняться операции, указанные в таблице 1. Поверка может быть прекращена при выполнении любой операции, в результате которой получены отрицательные результаты.

Таблица 1

| №<br>п/п | Наименование операции                                                              | Номер пункта<br>методики по-<br>верки | Проведение операции при |                          |
|----------|------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------|-------------------------|--------------------------|
|          |                                                                                    |                                       | первичной<br>поверке    | периодической<br>поверке |
| 1.1      | Внешний осмотр                                                                     | 7.1                                   | +                       | +                        |
| 1.2      | Опробование                                                                        | 7.2                                   | +                       | +                        |
| 1.3      | Определение метрологических характеристик:                                         | 7.3                                   | +                       | +                        |
| 1.3.1    | Определение абсолютной погрешности термометра в диапазоне отрицательных температур | 7.3.1                                 |                         |                          |
| 1.3.2    | Определение абсолютной погрешности термометра в диапазоне от 0 до 100 °С           | 7.3.2                                 |                         |                          |
| 1.3.3    | Определение абсолютной погрешности термометра в диапазоне от 100 до 300 °С         | 7.3.3                                 |                         |                          |

## 2 Средства поверки

При проведении поверки рекомендуется применять следующие средства измерений и вспомогательные средства:

- термостат жидкостный низкотемпературный «KRIOVIST-50»; ТУ 4211 – 053 – 44229117 -2003; диапазон термостатирования от -50 до +50 °С; стабильность термостатирования в пределах  $\pm 0,01$  °С;
- термостат жидкостный «Термотест-100»; ТУ 4211–051–44229117-2003; диапазон термостатирования от -30 до +100 °С; стабильность термостатирования в пределах  $\pm 0,01$  °С (в диапазоне от -30 до +90 °С) и  $\pm 0,02$  °С (в диапазоне от +90 до +100 °С);
- термостат жидкостный «Термотест-300»; ТУ 4211–053–44229117-2003; диапазон термостатирования +100 ...+300 °С; стабильность термостатирования в пределах  $\pm 0,02$  °С;
- термометр сопротивления эталонный 1 разряда ЭТС-50; ТУ 4211–001–02566450-99; диапазон температур от -196 до 0,01 °С;
- термометр сопротивления эталонный 1 разряда ЭТС-50; ТУ 4211–001–02566450-99; диапазон температур от 0 до 660,323 °С;
- преобразователь сигналов ТС и ТП прецизионный «Теркон»; ТУ 4221-040-44229117-2003; погрешность преобразования ТС в значение температуры в диапазоне от -200 до 600 °С –  $\pm 0,011$  °С;
- кассета для установки эталонного и поверяемых термометров в термостате, которая должна содержать элементы, с помощью которых возможно регулирование глубины погружения датчиков;
- дискета с программой расчета и установки индивидуальных коэффициентов термометра.

Допускается применять других средства поверки с аналогичными или лучшими метрологическими характеристиками.

## 3 Требования к квалификации поверителей

Поверку термометров могут осуществлять лица, аттестованные в качестве поверителя. Поверитель должен изучить руководство по эксплуатации СШЖИ 2.822.000 РЭ, данную методику поверки и уметь пользоваться современной вычислительной техникой, в частности, уметь решать прикладные задачи с помощью таблиц Excel.

#### 4 Требования безопасности

При подготовке и проведении поверки термометра необходимо соблюдать общие требования безопасности по ГОСТ 12.3.019-80, “Правила технической эксплуатации электроустановок потребителей” и “Правила техники безопасности при эксплуатации электроустановок потребителей” для установок напряжением до 1000 В, утвержденные Госэнергонадзором.

#### 5 Условия поверки

5.1 При проведении поверки необходимо соблюдать следующие условия:

- температура окружающего воздуха, °C .....  $20 \pm 5$
- относительная влажность воздуха, % ..... 30 – 80
- атмосферное давление, кПа ..... 84 – 106,7
- напряжение питающей сети переменного тока, В .....  $220 \pm 22$
- частота напряжения питания, Гц .....  $50 \pm 1$
- вибрация, тряска, удары, влияющие на работу термометра должны отсутствовать;
- наличие пыли и паров газов не должно превышать допустимых норм.

#### 6 Подготовка к поверке

При подготовке к поверке поверитель должен проверить наличие всей документации, необходимой для проведения поверки, и проверить готовность основных и вспомогательных средств поверки.

## 7 Проведение поверки

### 7.1 Внешний осмотр.

При внешнем осмотре термометра проверяют: комплектность согласно руководству по эксплуатации, отсутствие механических повреждений, ухудшающих его эксплуатационные свойства; правильность и разборчивость маркировки.

Термометр, не удовлетворяющий предъявляемым требованиям, бракуется, его дальнейшая поверка не производится.

### 7.2 Опробование

Опробование проводят последовательно при двух способах подключения датчика к электронному блоку: непосредственно (вариант I) и через кабель-соединитель (вариант II).

Датчик термометра устанавливается в любое положение при комнатной температуре и подключается к электронному блоку. По истечении двух минут проверяется работоспособность цифрового индикатора. Далее датчик помещается в сосуд с теплой водой и по истечении двух минут вновь проверяется работоспособность цифрового табло.

Подключают термометр к компьютеру с помощью кабеля связи. Устанавливают в компьютер диск с программным обеспечением. В соответствии с программой считывают индивидуальные градуировочные коэффициенты термометра, установленные во время предыдущей поверки, и сверяют их с указанными в свидетельстве о поверке.

Термометр считается пригодным к дальнейшей поверке, если:

- термометр реагирует на изменение температуры среды, в которой находится датчик, и характеристики цифровой индикации соответствуют указанным в руководстве по эксплуатации;
- индивидуальные параметры термометра соответствуют параметрам, записанным в свидетельстве о поверке.

Если индивидуальные градуировочные коэффициенты термометра отличаются от записанных в свидетельстве о поверке, то поверка приостанавливается и термометр бракуется. Дальнейшая поверка возможна только после определения и установки новых значений индивидуальных градуировочных коэффициентов с участием поверителя по методике, изложенной в приложении В, используя программное обеспечение, записанное на CD-диск. Последний является неотъемлемой частью методики поверки.

**7.3 Определение метрологических характеристик** Определение метрологических характеристик производится методом непосредственного сличения показаний поверяемого термометра с показаниями эталонного термометра, устанавливаемых в термостатирующую жидкость при следующих температурах: -50; 0; +50; +100; +150; +199,90; +250; +300 °С. Допускается отклонение от указанных значений на  $\pm 1$  °С, за исключением точки +199,90 °С, где не допускается отклонение в положительную сторону.

**7.3.1 Определение абсолютной погрешности термометра в диапазоне отрицательных температур**

Включают низкотемпературный термостат (например «KRIOVIST»), обеспечивающий термостатирование в диапазоне от минус 50 до 0 °С. Устанавливают на термостат кассету для термометров, с помощью которой поверяемые термометры и эталонный термометра 1 разряда погружаются в термостатирующую жидкость (возможный вариант кассеты показан на рисунке А.1 приложения А).

**7.3.1.1** Включают режим охлаждения термостата и по показаниям эталонного термометра добиваются охлаждения термостатирующей жидкости до минус 50 °С.

**7.3.1.1.1** Датчик термометра подключают к электронному блоку по варианту I и погружают в термостатирующую жидкость на глубину 35 мм. По истечении двух минут снимают не менее 5 показаний эталонного и поверяемого термометров с интервалом в одну минуту. Результаты поверки заносят в таблицу Б.1 (приложение Б). Определяют средние значения показаний термометров и подсчитывают их разность.

Датчик термометра подключают к электронному блоку по варианту II и повторяют поверку как в предыдущем абзаце.

Результаты поверки считаются положительными, если абсолютная погрешность термометра по модулю не превысит 0,10 °С. Если абсолютная погрешность термометра по модулю превысит 0,20 °С, то термометр бракуется и дальнейшая поверка прекращается.

Если абсолютная погрешность по модулю окажется в диапазоне от 0,10 до 0,20 °С, то поверитель может скорректировать индивидуальные градуировочные коэффициенты термометра, используя методику, изложенную в приложении В (см. пункт 7.2). После коррекции коэффициентов поверка повторяется.

**7.3.1.1.2** Погружают термометр на глубину 75 мм и осуществляют поверку аналогично пункту 7.3.1.1.1.

Результаты поверки считаются положительными, если абсолютная погрешность термометра не превысит по модулю 0,05 °С.

Если абсолютная погрешность термометра по модулю превысит 0,10 °С, то термометр бракуется и дальнейшая поверка прекращается.

Если абсолютная погрешность по модулю окажется в диапазоне от 0,05 до 0,10 °С, то поверитель может скорректировать индивидуальные градуировочные коэффициенты термометра по методике, изложенной в приложении В.

7.3.1.2 Включают режим нагрева термостата и по показаниям эталонного термометра добиваются установления температуры термостатирующей жидкости равной 0 °С. Осуществляют поверку аналогично пункту 7.3.1.1. Требования к абсолютной погрешности термометра сохраняются.

7.3.2 Определение абсолютной погрешности термометра в диапазоне от 0 до плюс 100 °С

Включают термостат (например «Термотест-100»), обеспечивающий термостатирование в диапазоне от 0 до плюс 100 °С. Устанавливают на термостат кассету для термометров (рисунок А.1).

Осуществляют поверку при температурах +50 и +100 °С по методике, изложенной в пункте 7.3.1. Требования к абсолютной погрешности термометра сохраняются.

7.3.3 Определение абсолютной погрешности термометра в диапазоне от 100 до плюс 300 °С

Включают термостат (например «Термотест-300»), обеспечивающий термостатирование в диапазоне от 100 до плюс 300 °С. Устанавливают на термостат кассету для термометров (рисунок А.2).

Осуществляют поверку при температурах +150, +199,90, 250 и 300 °С по методике, изложенной в пункте 7.3.1.

7.3.3.1 Результаты поверки при погружении на глубину не менее 75 мм считаются положительными, если абсолютная погрешность термометра не превысит по модулю 0,05 °С в диапазоне от 100 до 199,99 °С и не превысит по модулю 0,1 °С (при считывании показаний поверяемого термометра с монитора ПК) или 0,2 °С (при считывании показаний непосредственно с индикатора самого поверяемого термометра) в диапазоне от 200 до 300 °С.

Если абсолютная погрешность термометра превысит по модулю 0,1 °С, в диапазоне измерений от 100 до 199,99 °С и, соответственно, 0,2 °С (при работе с ПК) и 0,3 °С в диапазоне измерений от 200 до 300 °С, то термометр бракуется и дальнейшая поверка прекращается.

Если абсолютная погрешность по модулю окажется в интервале от 0,05 до 0,10 °С для диапазона измерений от 100 до 199,99 °С, а для диапазона измерений от 200 до 300 °С в интервалах: от 0,1 до 0,2 °С (при работе с ПК) и от 0,2 до 0,3 °С, то поверитель может скорректировать индивидуальные коэффициенты термометра по методике, изложенной выше.

7.3.3.2 Результаты поверки при погружении на глубину не менее 35 мм считаются положительными, если абсолютная погрешность термометра не превысит по модулю 0,1 °С в диапазоне от 100 до 199,99 °С и не превысит по модулю 0,2 °С (при считывании показаний поверяемого термометра с монитора ПК) или 0,3 °С (при считывании показаний непосредственно с индикатора самого поверяемого термометра) в диапазоне от 200 до 300 °С.

Если абсолютная погрешность термометра превысит по модулю 0,2 °С, в диапазоне измерений от 100 до 199,99 °С и, соответственно, 0,3 °С (при работе с ПК) и 0,4 °С в диапазоне измерений от 200 до 300 °С, то термометр бракуется и дальнейшая поверка прекращается.

Если абсолютная погрешность по модулю окажется в интервале от 0,1 до 0,2 °С для диапазона измерений от 100 до 199,99 °С, а для диапазона измерений от 200 до 300 °С в интервалах: от 0,2 до 0,3 °С (при работе с ПК) и от 0,3 до 0,4 °С, то поверитель может скорректировать индивидуальные коэффициенты термометра по методике, изложенной выше.

## 8 Оформление результатов поверки

Результаты поверки, полученные в соответствии с п.7 заносятся в протокол (Приложение Б).

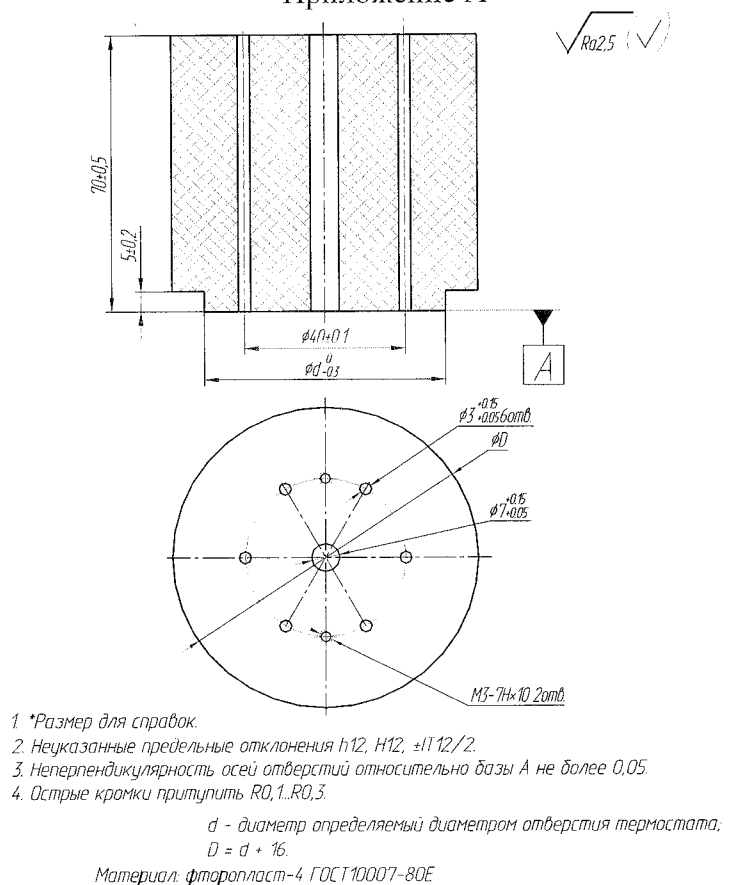
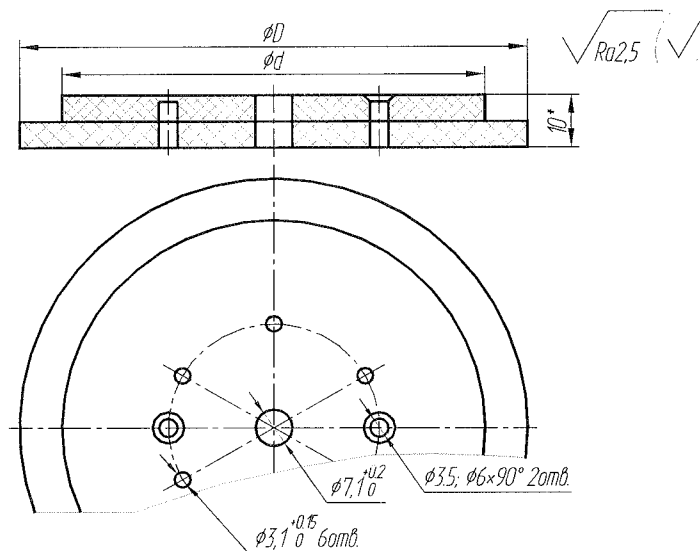
Результаты поверки считаются положительными, если в результате поверки установлено, что все характеристики соответствуют установленным в руководстве по эксплуатации.

Положительные результаты поверки оформляют в соответствии с

ПР 50.2.006-94, поверительные клейма наносят в свидетельство о поверке и на корпус термометра в соответствии с ПР 50.2.007-2001.

При отрицательных результатах поверки выписывается извещение о непригодности в соответствии с требованиями ПР 50.2.006-94.

## Приложение А

Рисунок А.1 Приспособление для установки эталонного и поверяемых термометров (диапазон  $-50^{\circ}\dots+100^{\circ}\text{C}$ )Рисунок А.2 Дополнительное приспособление для установки эталонного и поверяемых термометров (диапазон  $+100^{\circ}\dots+300^{\circ}\text{C}$ )

## Приложение Б Протокол поверки

№ \_\_\_\_\_ от "\_\_\_\_" \_\_\_\_\_ 200 г.

### 1 Основные сведения о поверяемом средстве измерения

1.1 Наименование: Термометр лабораторный электронный ЛТ-300

1.2 Заводской номер:

1.3 Изготовитель: ООО «Термэкс-П», г.Томск

1.4 Основные метрологические характеристики:

1.4.1 Диапазон измеряемой температуры, °С ..... от -50 до +300

1.4.2 Абсолютная погрешность термометра при погружении датчика на глубину не менее 35 мм, °С, не более:

– в диапазоне температур от -50,00 до +199,99 °С ..... ±0,10

– в диапазоне температур от +200,0 до +300,0 °С ..... ±0,2; ±(0,2 + ед. мл.разр.)

1.4.3 Абсолютная погрешность термометра при погружении датчика на глубину не менее 75 мм, °С, не более:

– в диапазоне температур от -50,00 до +199,99 °С ..... ±0,05

– в диапазоне температур от +200,0 до +300,0 °С ..... ±0,1\*; ±(0,1 + ед. мл.разр.)

\* - при работе с ПО

### 2 Условия проведения поверки

– температура окружающей среды, °С .....

– относительная влажность воздуха, % .....

– атмосферное давление, кПа .....

– напряжение питания, В .....

– частота питающей сети, Гц .....

### 3 Документы, используемые при поверки:

– Руководство по эксплуатации «Термометр лабораторный электронный» СШЖИ 2.822.000 РЭ;

– Методика поверки СШЖИ 2.822.000 МП, утвержденная ГЦИ СИ «ВНИИМС».

### 4 Средства поверки:

4.1 При поверки использовались следующие средства:

### 5 Результаты поверки

5.1 Внешним осмотром установлено:

5.2. При опробовании установлено:

5.3 Результаты определения абсолютной погрешности термометра приведены в таблице Б.1.

Таблица Б.1

| Поверяемая точка, °С                            | Глубина погружения, мм | № п/п           | Способ подключения датчика к электронному блоку: |                     |                                            |                     |
|-------------------------------------------------|------------------------|-----------------|--------------------------------------------------|---------------------|--------------------------------------------|---------------------|
|                                                 |                        |                 | вариант I                                        |                     | вариант II                                 |                     |
|                                                 |                        |                 | Т <sub>лт</sub> , °С                             | Т <sub>э</sub> , °С | Т <sub>лт</sub> , °С                       | Т <sub>э</sub> , °С |
| -50<br><br>(0)<br><br>(50)<br><br>(100)         | 35                     | 1               |                                                  |                     |                                            |                     |
|                                                 |                        | 2               |                                                  |                     |                                            |                     |
|                                                 |                        | 3               |                                                  |                     |                                            |                     |
|                                                 |                        | 4               |                                                  |                     |                                            |                     |
|                                                 |                        | 5               |                                                  |                     |                                            |                     |
|                                                 |                        | Т <sub>ср</sub> | Т <sub>лтср</sub> =                              | Т <sub>эср</sub> =  | Т <sub>лтср</sub> =                        | Т <sub>эср</sub> =  |
|                                                 |                        | Δ               | Δ = Т <sub>лтср</sub> – Т <sub>эср</sub> =       |                     | Δ = Т <sub>лтср</sub> – Т <sub>эср</sub> = |                     |
| (150)<br><br>(199,90)<br><br>(250)<br><br>(300) | 75                     | 1               |                                                  |                     |                                            |                     |
|                                                 |                        | 2               |                                                  |                     |                                            |                     |
|                                                 |                        | 3               |                                                  |                     |                                            |                     |
|                                                 |                        | 4               |                                                  |                     |                                            |                     |
|                                                 |                        | 5               |                                                  |                     |                                            |                     |
|                                                 |                        | Т <sub>ср</sub> | Т <sub>лтср</sub> =                              | Т <sub>эср</sub> =  | Т <sub>лтср</sub> =                        | Т <sub>эср</sub> =  |
|                                                 |                        | Δ               | Δ = Т <sub>лтср</sub> – Т <sub>эср</sub> =       |                     | Δ = Т <sub>лтср</sub> – Т <sub>эср</sub> = |                     |

Результаты поверки:

Установлены следующие параметры термометра: R<sub>0</sub>= \_\_\_\_\_; A= \_\_\_\_\_; B= \_\_\_\_\_; C= \_\_\_\_\_.

Заключение \_\_\_\_\_  
(годен/негоден)

Поверку произвел: \_\_\_\_\_  
Фамилия И.О.

## Приложение В

**Рекомендации по определению индивидуальных коэффициентов термометров**

Работа термометра основана на измерении омического сопротивления чувствительного элемента датчика и последующем пересчете измеренного значения в температуру по уравнению Каллендара - Ван Дусена (1) с индивидуальными градуировочными коэффициентами:

$$R_t = R_0 \cdot [1 + A \cdot t + B \cdot t^2 + C \cdot (t - 100^\circ\text{C}) \cdot t^3], \quad (1)$$

где :

$R_t$  и  $R_0$  – значения сопротивлений чувствительного элемента датчика при измеряемой температуре  $t$  и  $0^\circ\text{C}$  соответственно;

$A$ ,  $B$ ,  $C$  – коэффициенты, определяемые при градуировке термометра предприятием-изготовителем, могут модифицироваться при периодической поверке.

При измерении положительных температур, то есть при  $R_t > R_0$ , коэффициент  $C$  принимается равным нулю и уравнение (1) приводится к виду:

$$R_t = R_0 \cdot [1 + A \cdot t + B \cdot t^2] \quad (1a)$$

Для определения индивидуальных градуировочных коэффициентов  $A$ ,  $B$  и сопротивления  $R_0$  необходимо измерить сопротивления датчиков термометра  $R_1$ ,  $R_2$ ,  $R_3$  при известных температурах  $t_1$ ,  $t_2$ ,  $t_3$  соответственно.

При этом можно составить линейную систему из трех уравнений с тремя неизвестными  $X_1 = R_0$ ,  $X_2 = R_0 \cdot A$ ,  $X_3 = R_0 \cdot B$ :

$$X_1 + X_2 \cdot t_1 + X_3 \cdot t_1^2 = R_1$$

$$X_1 + X_2 \cdot t_2 + X_3 \cdot t_2^2 = R_2$$

$$X_1 + X_2 \cdot t_3 + X_3 \cdot t_3^2 = R_3$$

которая может быть решена методом Крамера:

$$X_1 = D_1/D, \quad X_2 = D_2/D, \quad X_3 = D_3/D$$

где:

$$D = \begin{vmatrix} 1 & t_1 & t_1^2 \\ 1 & t_2 & t_2^2 \\ 1 & t_3 & t_3^2 \end{vmatrix} \quad D_1 = \begin{vmatrix} R_1 & t_1 & t_1^2 \\ R_2 & t_2 & t_2^2 \\ R_3 & t_3 & t_3^2 \end{vmatrix} \quad D_2 = \begin{vmatrix} 1 & R_1 & t_1^2 \\ 1 & R_2 & t_2^2 \\ 1 & R_3 & t_3^2 \end{vmatrix} \quad D_3 = \begin{vmatrix} 1 & t_1 & R_1 \\ 1 & t_2 & R_2 \\ 1 & t_3 & R_3 \end{vmatrix}$$

В итоге получаем:  $R_0 = X_1$ ,  $A = X_2/R_0$ ,  $B = X_3/R_0$ .

Рекомендуемые температуры при которых измеряются значения сопротивлений: 25, 125 и 250  $^\circ\text{C}$ .

Измерение сопротивления датчика производится с помощью компьютера, который соединяется с термометром с помощью кабеля связи, подключаемого к боковому разъему термометра, и программного обеспечения, установленного на CD-диск. Последний является неотъемлемой частью методики поверки.