

СОГЛАСОВАНО

СОГЛАСОВАНО

Директор
ООО «Термэкс»

Заместитель директора
по производственной метрологии
ФГБУ «ВНИИМС»



 А.В. Хандрамай

«24» апреля 2023 г.



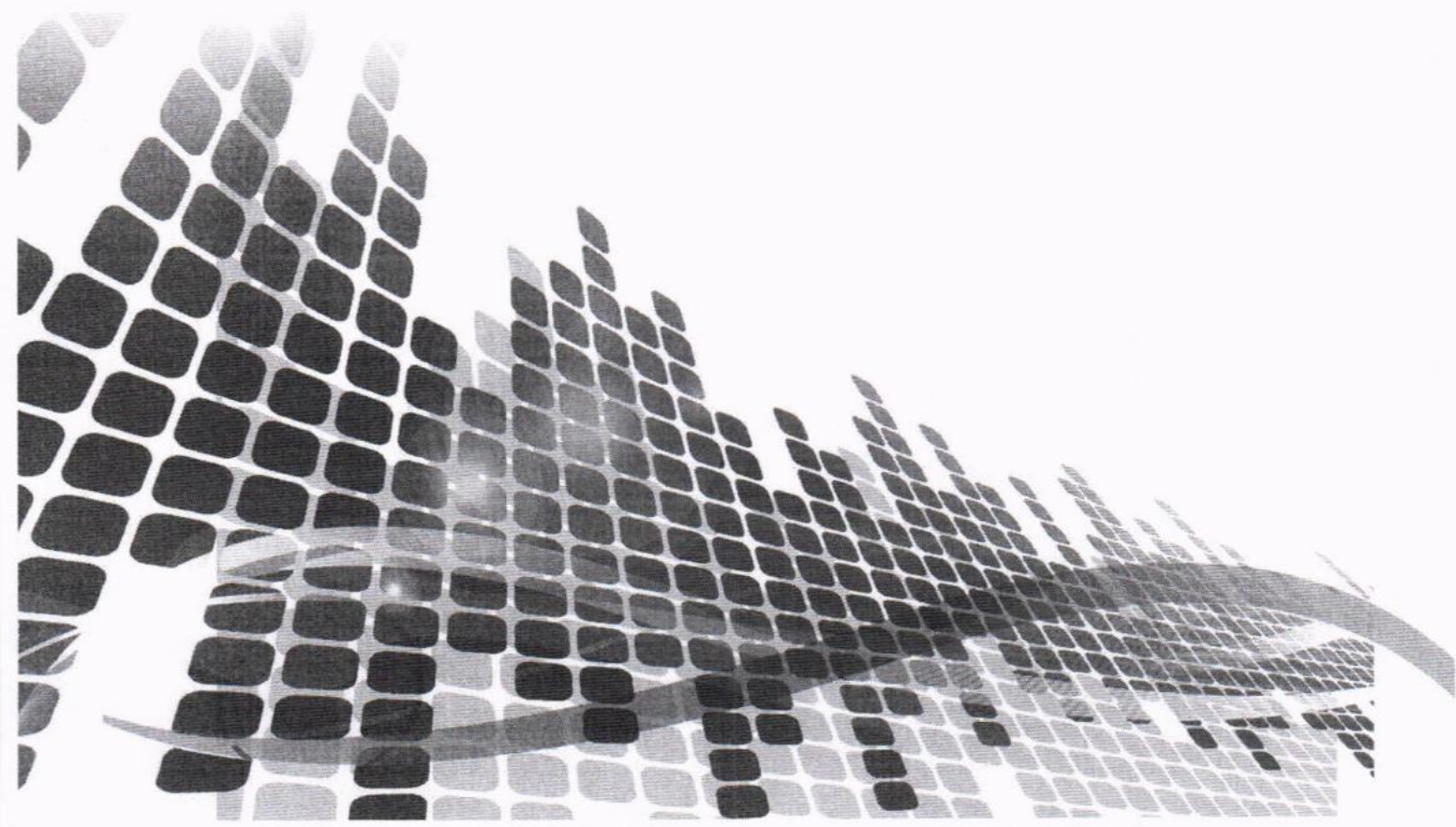
 А.Е. Коломин

«24» апреля 2023 г.

Государственная система обеспечения единства измерений

ТЕРМОМЕТРЫ ЛАБОРАТОРНЫЕ ЭЛЕКТРОННЫЕ ЛТА

*Методика поверки ТКЛШ 2.822.004 МП
с изменением №1*



СОДЕРЖАНИЕ

1 Общие положения.....	3
2 Перечень операций поверки	4
3 Требования к условиям проведения поверки	5
4 Требования к специалистам, осуществляющим поверку.....	5
5 Метрологические и технические требования к средствам поверки.....	6
6 Требования (условия) по обеспечению безопасности проведения поверки ..	8
7 Внешний осмотр	8
8 Подготовка к поверке и опробование.....	8
9 Проверка программного обеспечения	10
10 Определение метрологических характеристик	10
11 Подтверждение соответствия термометра метрологическим требованиям	14
11.1 Подтверждение соответствия термометра метрологическим требованиям описания типа к рабочим СИ температуры.....	14
11.2 Подтверждение соответствия термометра метрологическим требованиям описания типа к рабочим СИ времени.....	15
11.3 Подтверждение соответствия термометра метрологическим требованиям, предъявляемым к рабочим эталонам единицы температуры.....	15
12 Оформление результатов поверки	18
ПРИЛОЖЕНИЕ А. Форма протокола поверки	19
ПРИЛОЖЕНИЕ Б. Определение градуировочных коэффициентов.....	22

1 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

1.1.1 Настоящая методика поверки (МП) распространяется на термометры лабораторные электронные ЛТА (далее по тексту — термометры), разработанные и изготовленные ООО «Термэкс», и устанавливает порядок проведения первичной и периодической поверок.

МП применяется для поверки термометров:

- используемых в качестве рабочих средств измерений (СИ) или в качестве рабочих эталонов единицы температуры в соответствии с Приказом Росстандарта от 23 декабря 2022 г. № 3253;
- используемых в качестве рабочих средств измерений времени в соответствии с Приказом Росстандарта от 26 сентября 2022 г. № 2360.

1.1.2 Выполнение требований настоящей МП обеспечивает прослеживаемость поверяемых термометров к государственным первичным эталонам:

- ГЭТ 34-2020 «Государственный первичный эталон единицы температуры в диапазоне от 0 до 3200 °С», ГЭТ 35-2021 «Государственный первичный эталон единицы температуры — кельвина в диапазоне от 0,3 до 273,16 К» в соответствии с Приказом Росстандарта от 23 декабря 2022 г. № 3253 «Об утверждении Государственной поверочной схемы для средств измерений температуры»;
- ГЭТ 1-2022 «Государственный первичный эталон единицы времени, частоты и национальной шкалы времени» в соответствии с Приказом Росстандарта 26 сентября 2022 г. № 2360 «Об утверждении Государственной поверочной схемы для средств измерений времени и частоты».

1.1.3 Для определения метрологических характеристик поверяемого средства измерений используется метод непосредственного сличения с эталонным термометром и эталонным секундомером.

(Измененная редакция, изм. №1)

2 ПЕРЕЧЕНЬ ОПЕРАЦИЙ ПОВЕРКИ

При проведении поверки выполняют операции, указанные в таблице 1.

Таблица 1

Наименование операции поверки	Обязательность выполнения операций поверки при		Номер пункта МП
	первичной поверке	периодической поверке	
Внешний осмотр	+	+	7
Подготовка к поверке и опробование:			
• контроль условий поверки;	+	+	8.1.1
• опробование;	+	+	8.1.3
• проверка градуировочных коэффициентов	—	+	8.1.4
Проверка программного обеспечения	+	+	9
Определение метрологических характеристик:			
• проверка нестабильности в точке 0 °С после отжига датчика;	+(*)	—	10.1.1
• проверка диапазона и абсолютной погрешности измерений температуры;	+	+	10.1.3
• расчет доверительных границ погрешности;	+(*)	+(*)	11.3.3
• проверка диапазона и абсолютной погрешности измерений времени	+	+	10.1.5
Подтверждение соответствия термометра метрологическим требованиям	+	+	11
Оформление результатов поверки	+	+	12
(*) — операция выполняется при поверке термометров в качестве рабочих эталонов по температуре. Примечание — Допускается периодическая поверка термометров на основании письменного заявления владельца: для одного из каналов измерений температуры двухканальных термометров и для меньшего числа измеряемых величин для термометров с секундомером.			

(Измененная редакция, изм. №1)

3 ТРЕБОВАНИЯ К УСЛОВИЯМ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ

При проведении поверки необходимо соблюдать следующие условия:

- температура окружающей среды, °С..... от 15 до 25
- относительная влажность воздуха, % от 30 до 80

(Измененная редакция, изм. №1)

4 ТРЕБОВАНИЯ К СПЕЦИАЛИСТАМ, ОСУЩЕСТВЛЯЮЩИМ ПОВЕРКУ

Поверку термометров должны выполнять специалисты организации, аккредитованной в соответствии с законодательством Российской Федерации об аккредитации в национальной системе аккредитации на проведение поверки СИ данного вида, и имеющие необходимую квалификацию.

К проведению поверки допускаются лица:

- ознакомленные с документами ТКЛШ 2.822.004 РЭ «Термометры лабораторные электронные ЛТА. Руководство по эксплуатации» (далее по тексту — РЭ термометра) и «Термометры лабораторные электронные ЛТА. Программа LtaGraph. Руководство пользователя»;
- освоившие работу с термометрами и в программе «LtaGraph».

(Измененная редакция, изм. №1)

5 МЕТРОЛОГИЧЕСКИЕ И ТЕХНИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ К СРЕДСТВАМ ПОВЕРКИ

При проведении поверки рекомендуется применять средства поверки (СП), приведенные в таблице 2.

Таблица 2

Номер пункта операции поверки	Метрологические и технические требования к СП, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых СП
8.1.1	СИ температуры окружающей среды от 15 до 25 °С с абсолютной погрешностью не более ± 0.5 °С; СИ относительной влажности окружающего воздуха от 30 до 80 % с абсолютной погрешностью не более ± 5 %	Приборы комбинированные Testo 608-H1, Testo 608-H2, Testo 610, Testo 622, Testo 623, рег. № 53505-13; Термогигрометр ИВА-6Н рег. № 46434-11 и др.
10.1.1 10.1.3 10.1.4	Термометры сопротивления эталонные с диапазоном измерений температуры от минус 196 до плюс 500 °С, соответствующие требованиям к рабочим эталонам ^(*) по Государственной поверочной схеме (ГПС) в соответствии с приказом Росстандарта от 23.12.2022 № 3253	Термометры сопротивления платиновые эталонные ЭТС-6К, ЭТС-6С, ЭТС-7К, ЭТС-7С, рег. № 82091-21. Термометр сопротивления эталонный ЭТС-50, рег. № 19484-09. Термометр сопротивления эталонный ЭТС-100, рег. № 19916-10 и др.
	Измерители электрического сопротивления, соответствующие требованиям к рабочим эталонам ^(*) по ГПС в соответствии с приказом Росстандарта от 30.12.2019 № 3456	Измеритель температуры многоканальный прецизионный МИТ 8 рег. № 19736-11; Термометры многофункциональные ТмК рег. № 85763-22 и др.
	Горизонтальные (вертикальные) трубчатые печи с диапазоном воспроизводимых температур от плюс 100 до плюс 500 °С	Малоинерционная горизонтальная трубчатая печь МТП-2МР и др.

Номер пункта операции поверки	Метрологические и технические требования к СП, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых СП
	Термостаты жидкостные переливного типа с диапазоном воспроизводимых температур от минус 80 до плюс 300 °С и нестабильностью поддержания заданного значения температуры в полезном объеме не более 1/5 от пределов допускаемой погрешности поверяемого термометра	Термостаты жидкостные ТЕРМОТЕСТ ^(**) , рег. № 39300-08 и др.
	Калибраторы температуры сухоблочные (жидкостные) с диапазоном воспроизводимых температур от минус 50 до плюс 500 °С и нестабильностью поддержания заданного значения температуры в полезном объеме не более 1/5 от пределов допускаемой погрешности поверяемого термометра	Калибраторы температуры «ЭЛЕМЕР-КТ-150К», «ЭЛЕМЕР-КТ-200К», «ЭЛЕМЕР-КТ-500К», «ЭЛЕМЕР-КТ-650К», рег. № 80030-20; Калибраторы температуры JOFRA серий АТС-R и RTC-R, рег. № 46576-11 и др.
	Устройство (емкость) для воспроизведения температуры минус 196 °С	Сосуд Дьюара с жидким азотом
10.1.5	Секундомеры эталонные ^(*) , соответствующие требованиям ГПС в соответствии с приказом Росстандарта от 26.09.2022 № 2360	Секундомер электронный Интеграл С-01, рег. № 44154-20 и др.

(*) — в зависимости от модификации термометра используют соответствующие средства поверки;

(**) — с блоком выравнивания температуры ТЕРМОТЕСТ-Б2 при поверке термометров с датчиками типов Э и В.

Примечание – Допускается использовать при поверке другие утвержденные и аттестованные эталоны единиц величин, средства измерений утвержденного типа и поверенные, удовлетворяющие метрологическим требованиям, указанным в таблице.

(Измененная редакция, изм. №1)

6 ТРЕБОВАНИЯ (УСЛОВИЯ) ПО ОБЕСПЕЧЕНИЮ БЕЗОПАСНОСТИ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ

При подготовке и проведении поверки термометров необходимо соблюдать требования ГОСТ 12.3.019 «ССБТ. Испытания и измерения электрические. Общие требования безопасности».

7 ВНЕШНИЙ ОСМОТР

7.1.1 При проведении внешнего осмотра устанавливают:

- разборчивость данных, нанесенных на маркировочную наклейку (за исключением термометров, выпускаемых из производства);
- отсутствие механических повреждений (вмятин, трещин и пр.);
- соответствие номера датчика температуры — последним трем цифрам заводского номера термометра¹.

7.1.2 Результаты поверки считают положительными, если выполняются вышеперечисленные требования.

(Измененная редакция, изм. №1)

8 ПОДГОТОВКА К ПОВЕРКЕ И ОПРОБОВАНИЕ

8.1.1 Перед проведением поверки провести контроль условий окружающей среды на соответствие требованиям раздела 3.

Результаты контроля окружающей среды фиксируют в протоколе поверки.

8.1.2 При подготовке к поверке необходимо:

- обеспечить соответствие условий поверки требованиям разделов 4, 5;
- подготовить к работе СП и эталоны (таблица 2) в соответствии с их эксплуатационной документацией;
- проверить наличие действующих документов о поверке и (или) аттестации на применяемые СИ и эталоны;
- установить на дисплее отображение результатов измерений с тремя знаками после запятой² (см. РЭ термометра).

¹ При выпуске из производства датчик термометра пронумерован в соответствии с номером термометра.

² Необходимо для регистрации значений измеряемой температуры по варианту I (10.1.2).

8.1.3 Подключить датчик температуры с помощью кабеля-удлинителя к электронному блоку. По истечении одной минуты проверить работоспособность термометра. Затем датчик поместить в сосуд с жидкостью, температура которой выше плюс 100 °С, и, по истечении одной минуты, вновь проверить работоспособность термометра.

Термометр считают пригодным к проведению дальнейшей поверки, если он реагирует на изменение температуры среды, в которой находится датчик, и характеристики цифровой индикации соответствуют указанным в РЭ термометра.

8.1.4 При периодической поверке проверить соответствие градуировочных коэффициентов, записанных в электронном блоке термометра, коэффициентам, указанным в ФИФ ОЕИ или в документе о поверке. Для этого считать градуировочные коэффициенты термометра с помощью программы «LtaGraph» (Приложение Б).

Термометр считают пригодным к проведению дальнейшей поверки в случае соответствия градуировочных коэффициентов.

При обнаружении несоответствия, необходимо с помощью программы «LtaGraph» записать в электронный блок термометра коэффициенты, указанные в ФИФ ОЕИ или в документе о поверке.

8.1.5 С помощью программы «LtaGraph» установить следующие параметры фильтрации для поверяемых каналов:

- фильтрация включена;
- глубина фильтра 50;
- порог фильтра 0.2 °С.

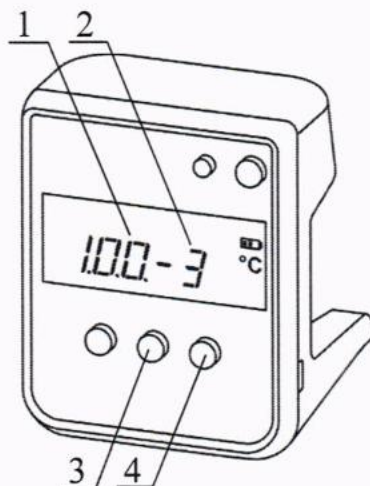
! После выполнения поверки необходимо восстановить предыдущие параметры фильтрации.

(Измененная редакция, изм. №1)

9 ПРОВЕРКА ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ

9.1.1 Проверку идентификационных данных встроенного программного обеспечения (ПО) выполняют в такой последовательности:

- одновременно нажимают кнопки 3 и 4 (рисунок 1). При этом на дисплее в позиции 1 отображается номер версии встроенного ПО;
- после просмотра версии нажимают любую кнопку.



- 1 номер версии ПО;
2 служебная информация.

Рисунок 1 — Информация о термометре

9.1.2 Результаты проверки ПО считают положительными, если номер версии ПО не ниже 1.0.0.

(Введено дополнительно, изм. №1)

10 ОПРЕДЕЛЕНИЕ МЕТРОЛОГИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК

10.1.1 Проверку нестабильности в точке 0 °С до и после отжига датчика при первичной поверке термометра в качестве рабочего эталона единицы величины температуры проводят в такой последовательности:

- погружают датчик температуры в термостат с установленной температурой, равной 0 °С;
- после стабилизации показаний термометра, включают запись значений сопротивления с помощью «LtaGraph» (Приложение Б), которую останавливают через 5 минут;
- рассчитывают среднее арифметическое значение сопротивления;
- помещают датчик температуры в печь и выдерживают при температуре (210±5) °С в течение 24 часов;
- после отжига в печи датчик выдерживают в нормальных условиях в течение 15 минут;

- затем датчик погружают в жидкостный термостат с температурой, равной $0\text{ }^{\circ}\text{C}$;
- после стабилизации показаний термометра, включают запись значений сопротивления, которую останавливают через 5 минут;
- рассчитывают среднее арифметическое значение сопротивления;
- нестабильность в точке $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ до и после отжига датчика определяют как разность средних арифметических значений результатов измерений.

Устанавливают соответствие поверяемого термометра метрологическим требованиям к СИ, применяемым в качестве рабочего эталона (11.3.1).

10.1.2 Определение абсолютной погрешности и градуировочных коэффициентов проводят при следующих температурах³:

- датчик типа Э и В — минус 50, минус 25, 0, плюс 50, плюс 100, плюс 150 и плюс 200 $^{\circ}\text{C}$;
- датчик типа Н и НТ — минус 50, 0, плюс 50, плюс 100, плюс 150, плюс 200, плюс 250 и плюс 300 $^{\circ}\text{C}$;
- датчик типа НФ и К — минус 50, 0, плюс 50, плюс 100, плюс 150 и плюс 200 $^{\circ}\text{C}$;
- датчик типа М и МТ — минус 196, минус 70, 0, плюс 100, плюс 200 и плюс 300 $^{\circ}\text{C}$;
- датчик типа МФ — минус 196, минус 70, 0, плюс 100 и плюс 200 $^{\circ}\text{C}$;
- датчик типа П — минус 70, 0, плюс 100, плюс 200, плюс 300, плюс 400 и плюс 500 $^{\circ}\text{C}$.

Допускается отклонение температуры от указанных значений на $\pm 1\text{ }^{\circ}\text{C}$. Исключением являются верхняя и нижняя границы диапазона измерений и температура $0\text{ }^{\circ}\text{C}$, а также температура плюс 100 $^{\circ}\text{C}$ для термометра с датчиком типа В.

! При температурах, соответствующих нижней границе поверяемого диапазона и $0\text{ }^{\circ}\text{C}$, не допускается отклонение показаний поверяемого термометра ниже температуры, ограничивающей поверяемый диапазон измерений и $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ соответственно.

! При температурах, соответствующих верхней границе поверяемого диапазона и плюс 100 $^{\circ}\text{C}$ (для термометра с датчиком типа В) не допускается отклонение показаний поверяемого термометра выше температуры, ограничивающей поверяемый диапазон измерений и плюс 99.99 $^{\circ}\text{C}$ соответственно.

³ Поверку термометра при заданных температурах допускается выполнять в произвольном порядке.

Регистрация значений измеряемой температуры выполняется одним из двух вариантов:

- вариант I — с помощью:
 - ПО измерителя электрического сопротивления, к которому подключен эталонный термометр;
 - логирования (встроенное ПО) поверяемого термометра либо с помощью программы «LtaGraph»;
- вариант II — непосредственная регистрация показаний температуры эталонного и поверяемого термометров через равные интервалы времени⁴.

10.1.3 Проверку диапазона и абсолютной погрешности измерений температуры проводят методом непосредственного сличения показаний поверяемого термометра с показаниями эталонного термометра в такой последовательности:

- включают термостатирующее устройство (термостат/печь/калибратор), в котором обеспечивается поддержание необходимой температуры (10.1.2) и контролируют температуру с помощью эталонного термометра;
- помещают датчик поверяемого термометра в термостатирующее устройство на одинаковую глубину с эталонным, но не менее их минимальной глубины погружения. Исключением является термометр с датчиком типа К, щуп которого должен быть полностью погружен в теплоноситель⁵;
- регистрируют показания эталонного и поверяемого термометров после стабилизации температуры в пределах значения нестабильности термостатирующего устройства:
 - вариант I — включают запись значений температуры эталонного термометра и логирование термометра ЛТА либо запись результатов измерений с помощью программы «LtaGraph» (Приложение Б). Запись останавливают через 5 минут;
 - вариант II — проводят серию из 10 измерений температуры с интервалом между измерениями 15 секунд;
- результаты измерений заносят в протокол поверки (таблица А.1 Приложение А);

⁴ Равные интервалы времени допускается отмерять секундомером блока регулирования термостата.

⁵ Во избежание повреждения термостойкого кабеля при контакте с теплоносителем, поверку рекомендуется осуществлять погружением датчиков типа К в стеклянную пробирку, заполненную кварцевым песком. Пробирку устанавливают в держатель ТЕРМОТЕСТ-Д-ЛТА и помещают в жидкостный термостат.

- вычисляют абсолютную погрешность измерений температуры как разность средних арифметических значений результатов измерений термометров и фиксируют в протоколе поверки.
- вычисляют доверительные границы погрешности термометра, поверяемого в качестве рабочего эталона (11.3.3), и фиксируют в протоколе поверки.

Устанавливают соответствие поверяемого термометра метрологическим требованиям описания типа:

- в качестве рабочего СИ температуры (11.1.1);
- в качестве рабочего эталона (11.3.2, 11.3.3).

10.1.4 Определение (коррекцию) градуировочных коэффициентов термометра выполняют с помощью программы «LtaGraph» методом непосредственного сличения показаний поверяемого термометра с показаниями эталонного термометра при температурах⁶, указанных в 10.1.2.

Процедуру градуировки термометра выполняют в такой последовательности:

- помещают датчики эталонного и поверяемого термометров в термостатирующее устройство на одинаковую глубину, но не менее их минимальной глубины погружения. Исключением является термометр с датчиком типа К, щуп которого должен быть полностью погружен в теплоноситель⁷;
- регистрируют показания эталонного и поверяемого термометров после их стабилизации в пределах значения нестабильности термостатирующего устройства:
 - вариант I — включают запись значений температуры эталонного термометра и логирование термометра LTA либо запись результатов измерений с помощью программы «LtaGraph» (Приложение Б). Запись останавливают через 5 минут;
 - вариант II — проводят серию из 10 измерений температуры с интервалом между измерениями 15 секунд;
- вычисляют средние арифметические значения температуры эталонного и поверяемого термометров;
- определяют градуировочные коэффициенты термометра (Приложение Б), записывают их в термометр и фиксируют в документе о поверке.

⁶ Градуировку при заданных температурах допускается выполнять в произвольном порядке.

⁷ Во избежание повреждения термостойкого кабеля при контакте с теплоносителем, градуировку рекомендуется осуществлять погружением датчиков типа К в стеклянную пробирку, заполненную кварцевым песком. Пробирку устанавливают в держатель ТЕРМОТЕСТ-Д-LTA и помещают в жидкостный термостат.

10.1.5 Определение погрешности измерений интервалов времени проводят методом непосредственного сличения показаний встроенного секундомера с эталонным секундомером в такой последовательности:

- включают эталонный секундомер и термометр ЛТА, который переводят в режим секундомера;
- одновременно запускают секундомер термометра и эталонный секундомер;
- одновременно останавливают оба секундомера по истечении времени в интервале от 9900 до 9999 с;
- вычисляют абсолютную погрешность измерений интервала времени как разность показаний поверяемого и эталонного секундомеров.

Устанавливают соответствие поверяемого термометра метрологическим требованиям описания типа в качестве рабочего СИ времени (11.2.1).

(Измененная редакция, изм. №1)

11 ПОДТВЕРЖДЕНИЕ СООТВЕТСТВИЯ ТЕРМОМЕТРА МЕТРОЛОГИЧЕСКИМ ТРЕБОВАНИЯМ

11.1 Подтверждение соответствия термометра метрологическим требованиям описания типа к рабочим СИ температуры

11.1.1 Результаты поверки в качестве рабочего СИ считают положительными, если абсолютная погрешность измерений температуры не превышает следующих значений:

- датчик типа Э — ± 0.02 °С;
- датчик типа В:
 - ± 0.02 °С в диапазоне измеряемых температур от 0 до плюс 100 °С включительно;
 - ± 0.05 °С во всем диапазоне измеряемых температур;
- датчики типов Н, НТ, НФ, К — ± 0.05 °С;
- датчики типов М, МТ, МФ — ± 0.2 °С;
- датчик типа П — ± 0.5 °С.

11.1.2 Результаты поверки термометра в качестве рабочего СИ температуры считают положительными, если значения абсолютной погрешности измерений, полученные в 10.1.3, не превышают допускаемых пределов.

В случае, если значения абсолютной погрешности измерений превышают допускаемые пределы, необходимо выполнить процедуру коррекции градуировочных коэффициентов (10.1.4), и повторить поверку термометра (10.1.3).

! Если после коррекции градуировочных коэффициентов значения абсолютной погрешности измерений превышают допускаемые пределы — термометр бракуют.

11.2 Подтверждение соответствия термометра метрологическим требованиям описания типа к рабочим СИ времени

11.2.1 Результаты поверки термометра в качестве рабочего СИ времени, полученные в 10.1.5, считают положительными, если абсолютная погрешность встроенного секундомера не превышает $\pm(0.1+1 \cdot 10^{-4} \cdot T)$ с, где T — интервал времени, измеренный эталонным секундомером.

11.3 Подтверждение соответствия термометра метрологическим требованиям, предъявляемым к рабочим эталонам единицы температуры

11.3.1 Нестабильность термометра (v_t) в точке $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ при первичной поверке вычисляют, используя среднее арифметическое значение сопротивления (R), измеренное до отжига датчика температуры, и среднее арифметическое значение сопротивления ($R_{\text{отж}}$), измеренное после отжига датчика. Для расчета используют формулы (1) и (2).

$$\Delta R = R - R_{\text{отж}} \quad (1)$$

$$v_t = \Delta R / 0.385 \quad (2)$$

Результаты проверки нестабильности в точке $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ для термометра в качестве рабочего эталона считают положительными, если полученное значение не превышает $0.01\text{ }^{\circ}\text{C}$.

! В случае, если значение нестабильности превышает $0.01\text{ }^{\circ}\text{C}$, термометр может быть поверен только в качестве рабочего СИ.

11.3.2 Результаты проверки абсолютной погрешности измерений температуры при поверке термометра в качестве рабочего эталона считают положительными, если значения абсолютной погрешности, полученные в 10.1.3, не превышают допускаемых пределов:

- датчик типа Э — $\pm 0.02\text{ }^{\circ}\text{C}$;
- датчик типа В:
 - $\pm 0.02\text{ }^{\circ}\text{C}$ в диапазоне измеряемых температур от 0 до плюс $100\text{ }^{\circ}\text{C}$ включительно;
 - $\pm 0.05\text{ }^{\circ}\text{C}$ во всем диапазоне измеряемых температур.

В случае, если значения абсолютной погрешности измерений превышают допускаемые пределы, необходимо выполнить процедуру коррекции градуировочных коэффициентов (10.1.4), и повторить проверку абсолютной погрешности измерений температуры (10.1.3).

11.3.3 Для расчета доверительных границ погрешности термометра используют СКО случайной составляющей погрешности и СКО суммарной неисключенной систематической составляющей погрешности (НСП). Для расчета СКО случайной составляющей погрешности используют результаты измерений эталонного и поверяемого термометров (полученные в 10.1.3), для расчета СКО суммарной НСП используют следующие источники:

- доверительные границы погрешности при доверительной вероятности 0.95 эталонного термометра сопротивления;
- доверительные границы погрешности при доверительной вероятности 0.95 или пределы допускаемой относительной погрешности эталонного измерителя сопротивления, к которому подключен эталонный термометр;
- нестабильность поддержания заданной температуры и неоднородность температурного поля в рабочей зоне термостата⁸;
- цена единицы младшего разряда измеряемой температуры термометра LTA.

Расчет доверительных границ погрешности (δ) проводят в такой последовательности:

- рассчитывают СКО случайной составляющей погрешности (S) по формуле (3):

$$S = \sqrt{S_{\Sigma}^2 + S_{\Pi}^2}, \quad (3)$$

где S_{Σ} — СКО среднего арифметического значения результатов измерений при минус 50, 0, плюс 100 и плюс 200 °С, полученные эталонным термометром;

S_{Π} — СКО среднего арифметического значения результатов измерений при минус 50, 0, плюс 100 и плюс 200 °С, полученные поверяемым термометром.

⁸ Определяются непосредственно в поверочной лаборатории.

- рассчитывают СКО суммарной НСП (S_θ) по формуле (4):

$$S_\theta = \sqrt{\frac{\theta_{t_\Sigma}}{4} + \frac{\theta_{t_{\Sigma\text{ИС}}}}{3} + \frac{\theta_{t_{\text{НС}}}}{3} + \frac{\theta_{t_{\text{Н}}}}{3} + \frac{\theta_{t_{\text{ЕМР}}}}{3}} \quad (4)$$

где θ_{t_Σ} — доверительные границы погрешности при доверительной вероятности 0.95 эталонного термометра сопротивления;

$\theta_{t_{\Sigma\text{ИС}}}$ — доверительные границы погрешности при доверительной вероятности 0.95 или пределы допускаемой относительной погрешности эталонного измерителя сопротивления, к которому подключен эталонный термометр;

$\theta_{t_{\text{НС}}}$ — нестабильность поддержания заданной температуры термостата;

$\theta_{t_{\text{Н}}}$ — неоднородность температурного поля в рабочей зоне термостата;

$\theta_{t_{\text{ЕМР}}}$ — единица младшего разряда, равная 0.001 °С.

- рассчитывают доверительные границы суммарной НСП (θ_Σ) по формуле (5):

$$\theta_\Sigma = 1.1 \sqrt{\theta_{t_\Sigma}^2 + \theta_{t_{\Sigma\text{ИС}}}^2 + \theta_{t_{\text{НС}}}^2 + \theta_{t_{\text{Н}}}^2 + \theta_{t_{\text{ЕМР}}}^2} \quad (5)$$

- рассчитывают СКО суммарной погрешности (S_Σ) по формуле (6):

$$S_\Sigma = \sqrt{S^2 + S_\theta^2} \quad (6)$$

- рассчитывают доверительные границы погрешности измерений температуры (δ) при доверительной вероятности 0.95 по формуле (7):

$$\delta = S_\Sigma \cdot \frac{2.262 \cdot S + \theta_\Sigma}{S + S_\theta}, \quad (7)$$

где 2.262 — коэффициент Стьюдента для числа степеней свободы 9.

Результаты поверки термометра в качестве рабочего эталона 3-го разряда считают положительными, если рассчитанные доверительные границы погрешности при доверительной вероятности 0.95 (с учетом нестабильности за межповерочный интервал) не превышают соответствующих нормированных значений, установленных в ГПС для средств измерений температуры.

(Введено дополнительно, изм. №1)

12 ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ

12.1.1 Термометр, прошедший поверку в качестве рабочего СИ и в качестве рабочего эталона с положительным результатом, признается годным и допускается к применению.

12.1.2 Результаты поверки термометра передаются в ФИФ ОЕИ, с указанием градуировочных коэффициентов.

12.1.3 В случае поверки двухканального термометра для одного из каналов измерений температуры или термометра с секундомером для меньшего числа измеряемых величин, в ФИФ ОЕИ делают соответствующую запись в сведениях о результатах поверки.

12.1.4 При отрицательных результатах поверки оформляют извещение о непригодности к применению в соответствии с действующим законодательством Российской Федерации в области обеспечения единства измерений.

(Измененная редакция, изм. №1)

Разработчики настоящей методики:

от ООО «Термэкс»
Главный метролог



С.С. Стариков

от ФГБУ «ВНИИМС»
Начальник отдела 207



А.А. Игнатов

ПРИЛОЖЕНИЕ А. ФОРМА ПРОТОКОЛА ПОВЕРКИ

(рекомендуемое)

Протокол поверки

№ _____ от « ____ » _____ 20 ____ г.

1 Сведения о поверяемом средстве измерений

1.1 Наименование: термометр лабораторный электронный ЛТА _____

1.2 Заводской номер:

1.3 Принадлежащее:

2 Документы, используемые при поверке:

- ТКЛШ 2.822.004 РЭ «Термометры лабораторные электронные ЛТА. Руководство по эксплуатации»;
- ТКЛШ 2.822.004 МП «Термометры лабораторные электронные ЛТА. Методика поверки с изменением 1».

3 Средства поверки:

-
-
-

4 Условия проведения поверки:

- температура окружающей среды, °С
- относительная влажность воздуха, %

5 Результаты поверки:

5.1 Внешним осмотром установлено соответствие (несоответствие) требованиям МП.

5.2 При опробовании установлено соответствие (несоответствие) требованиям МП.

5.3 При проверке ПО установлено соответствие (несоответствие) требованиям МП.

5.4 При поверке термометра в качестве рабочего эталона температуры установлено значение нестабильности в точке 0 °С _____ °С.

5.5 Результаты проверки абсолютной погрешности измерений температуры приведены в таблице А.1.

Таблица А.1

№ измере ния	Показания эталонного ($t_{\text{э}}$) и поверяемого ($t_{\text{п}}$) термометров, °С:							
	$t_{\text{ниж}}$		t_i		t_{i+1}		$t_{\text{верх}}$	
	$t_{\text{э}}$	$t_{\text{п}}$	$t_{\text{э}}$	$t_{\text{п}}$	$t_{\text{э}}$	$t_{\text{п}}$	$t_{\text{э}}$	$t_{\text{п}}$
1								
2								
3								
...								
10								
$t_{\text{ср}}$	$t_{\text{эср}}$	$t_{\text{пср}}$	$t_{\text{эср}}$	$t_{\text{пср}}$	$t_{\text{эср}}$	$t_{\text{пср}}$	$t_{\text{эср}}$	$t_{\text{пср}}$
Δ	$\Delta = t_{\text{пср}} - t_{\text{эср}}$		$\Delta = t_{\text{пср}} - t_{\text{эср}}$		$\Delta = t_{\text{пср}} - t_{\text{эср}}$		$\Delta = t_{\text{пср}} - t_{\text{эср}}$	

где $t_{\text{ниж}}$ и $t_{\text{верх}}$ — нижнее и верхнее значения диапазона измерений температуры соответственно;

t_i , t_{i+1} — промежуточные значения из поверяемого диапазона температуры (см. 10.1.2).

Вывод: установлено соответствие (несоответствие) требованиям ОТ.

5.6 Результаты расчета доверительных границ погрешности измерений температуры для термометра в качестве рабочего эталона представлены в таблице А.2.

Таблица А.2

Источники (обозначение)	Расчетные значения при температурах, °С			
	–50	0	100	200
СКО случайной составляющей погрешности (S)				
СКО суммарной НСП (S_{θ})				
Доверительные границы суммарной НСП (θ_{Σ})				
СКО суммарной погрешности (S_{Σ})				
Доверительные границы погрешности измерений температуры (δ)				

Вывод: установлено соответствие (несоответствие) требованиям ГПС по температуре.

5.7 Результаты проверки абсолютной погрешности измерений интервала времени встроенного секундомера представлены в таблице А.3.

Таблица А.3

Показания секундомера ЛТА, с	Показания эталонного секундомера, с	Погрешность секундомера ЛТА, с

Вывод: установлено соответствие (несоответствие) требованиям ОТ.

6 Результаты поверки: _____

Установлены следующие градуировочные коэффициенты термометра:

R_0 =_____ A =_____ B =_____ C =_____

Заключение: _____

(годен/негоден)

Поверку произвел: _____

(подпись)

(Фамилия И.О.)

Приложение А (Введено дополнительно, изм. №1)

ПРИЛОЖЕНИЕ Б. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ГРАДУИРОВОЧНЫХ КОЭФФИЦИЕНТОВ

1 Запись графиков измерений сопротивления (10.1.1) и температуры (10.1.3, 10.1.4) выполняют в такой последовательности:

1.1 Устанавливают программное обеспечение «LtaGraph», актуальную версию которого можно скачать на сайте <https://termexlab.ru/>

Использование автономного ПО описано в документе «Термометры лабораторные электронные LTA. Программа LtaGraph. Руководство пользователя».

1.2 Подключают термометр к компьютеру с помощью microUSB кабеля из комплекта поставки.

1.3 Нажимают кнопку «Термометры» в верхней панели главного окна и сверяют заводской номер термометра или выбирают поверяемый термометр из списка, если к компьютеру подключено более одного термометра.

1.4 Во вкладке «Графики» ставят галочки для регистрации графиков измеренного значения сопротивления (R) и/или температуры (t).

1.5 Во вкладке «Настройка» устанавливают значение периода измерений, равное 5 с.

1.6 Во вкладке «Графики» включают регистрацию значений сопротивления и/или температуры кнопкой «Запись».

1.7 Останавливают регистрацию значений кнопкой «Стоп».

1.8 Рассчитывают средние арифметические значения сопротивления и/или температуры («Программа LtaGraph. Руководство пользователя»).

2 Определение (коррекцию) градуировочных коэффициентов (10.1.4) выполняют в такой последовательности:

2.1 Выполняют операции в соответствии с пунктами 1.1-1.3.

2.2 Переходят во вкладку «Градуировка». В нижнем левом углу вкладки отображается заводской номер подключенного термометра.

2.3 Считывают градуировочные коэффициенты, установленные при предыдущей поверке, нажатием кнопки «Прочитать из прибора» соответствующего канала термометра.

2.4 Открывают окно расчета градуировочных коэффициентов нажатием кнопки «Вычисление коэффициентов по результатам измерений».

2.5 В появившемся окне в строке «Взять из канала» нажимают кнопку соответствующего канала поверяемого термометра для заполнения строки «Старые коэффициенты».

2.6 Устанавливают переключатель в строке «Исходные данные это» в положение «Температура».

2.7 Заполняют колонки $t_{\text{эталон}}$ и $t_{\text{ЛТА}}$ таблицы исходных данных. В колонку $t_{\text{эталон}}$ вносят средние значения температур, измеренные эталонным термометром. В колонку $t_{\text{ЛТА}}$ вносят средние значения температур, измеренные поверяемым термометром.

2.8 Запускают процедуру вычисления градуировочных коэффициентов нажатием кнопки «Рассчитать». Пересчитанные значения градуировочных коэффициентов появятся в строке «Новые коэффициенты».

После расчета в последнем столбце таблицы отображаются значения ошибок аппроксимации: $\Delta = t_{\text{эталон}} - t_{\text{расч}}$, где $t_{\text{расч}}$ — температура, вычисленная с использованием градуировочных коэффициентов из строки «Новые коэффициенты».

Значения ошибок аппроксимации в поверяемом диапазоне температур не должны превышать пределов допускаемой абсолютной погрешности измерений поверяемого термометра.

Если ошибка аппроксимации превышает пределы допускаемой абсолютной погрешности, то в одной из строк таблицы находятся ошибочные данные. Ошибка может быть допущена как при снятии показаний, так и при их внесении в таблицу.

В этом случае необходимо проверить правильность внесенных данных в таблице. Если данные внесены верно, то температурную точку, в которой допущена ошибка при снятии показаний, можно определить, поочередно исключая из расчетов по одной строке, и заново выполняя расчет. Для исключения из расчетов температурной точки, необходимо отметить соответствующую строку символом «×». Когда «выпавшая» точка найдена, ошибка аппроксимации будет меньше допускаемой погрешности измерений для всех оставшихся точек. После этого следует повторить снятие показаний в «выпавшей» температурной точке, исключив все факторы, которые могли привести к ошибке. Полученное среднее значение температуры внести в таблицу и заново выполнить расчет градуировочных коэффициентов.

2.9 Для сохранения результатов градуировки в памяти компьютера нажимают кнопку «Сохранить». В появившемся диалоговом окне «Сохранение градуировки» присваивают имя файлу, в котором будут храниться результаты. Сохраненные результаты градуировки можно открыть при помощи кнопки «Открыть».

2.10 Переносят новые градуировочные коэффициенты во вкладку «Градуировка» нажатием кнопки соответствующего канала в строке «Передать в канал».

2.11 Записывают градуировочные коэффициенты в соответствующий канал поверяемого термометра нажатием кнопки «Записать в прибор» во вкладке «Градуировка». После записи провести контрольное считывание, как описано в пункте 2.3.

Приложение Б (Введено дополнительно, изм. №1)