

СОГЛАСОВАНО



Заместитель директора
по производственной
метрологии
ФГБУ «ВНИИМ»

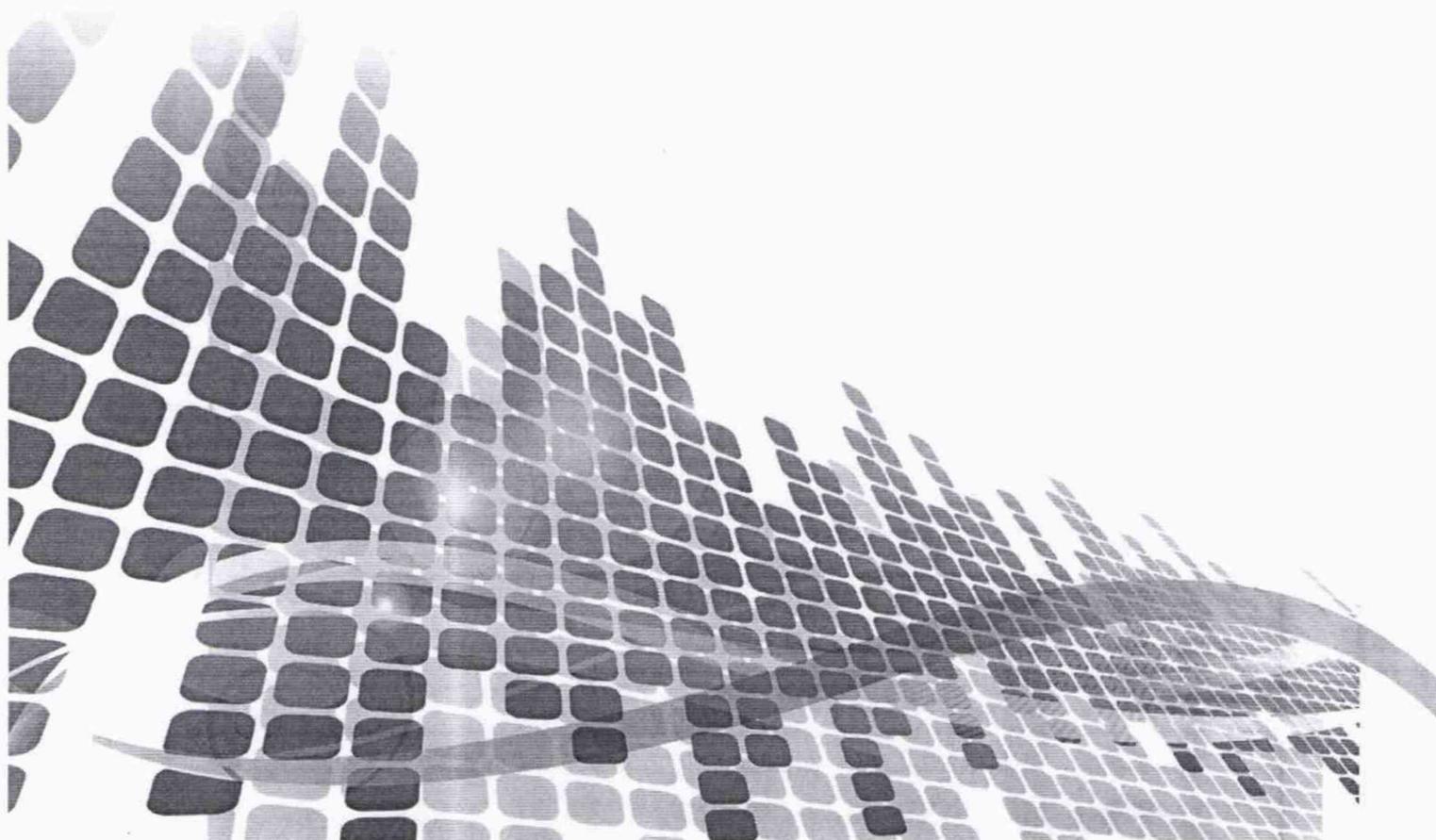
А.Е. Коломин

« 29 » 12 2021 г.

Государственная система обеспечения единства измерений

ТЕРМОМЕТРЫ МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ ТМК

Методика поверки ТКЛШ 2.206.001 МП



СОДЕРЖАНИЕ

| | |
|--|----|
| 1 Общие положения | 3 |
| 2 Операции поверки | 4 |
| 3 Требования к средствам поверки | 5 |
| 4 Условия проведения поверки | 6 |
| 5 Требования к квалификации поверителей | 6 |
| 6 Требования безопасности | 6 |
| 7 Внешний осмотр | 6 |
| 8 Подготовка к поверке и опробование | 7 |
| 9 Проверка программного обеспечения | 8 |
| 10 Определение метрологических характеристик | 9 |
| 10.1 Последовательность операций поверки | 9 |
| 10.2 Поверка по напряжению | 9 |
| 10.3 Поверка по сопротивлению | 11 |
| 10.4 Поверка по температуре | 13 |
| 11 Подтверждение соответствия термометра метрологическим требованиям | 16 |
| 11.1 Подтверждение соответствия термометра метрологическим требованиям к рабочим СИ, установленным в описании типа | 16 |
| 11.2 Подтверждение соответствия термометра метрологическим требованиям, предъявляемым к рабочим эталонам единицы постоянного электрического напряжения | 17 |
| 11.3 Подтверждение соответствия термометра метрологическим требованиям, предъявляемым к рабочим эталонам единицы электрического сопротивления постоянного тока | 17 |
| 11.4 Подтверждение соответствия термометра метрологическим требованиям, предъявляемым к рабочим эталонам единицы температуры | 18 |
| 12 Оформление результатов поверки | 19 |
| ПРИЛОЖЕНИЕ А. Схемы периодической поверки термометра | 20 |
| ПРИЛОЖЕНИЕ Б. Форма протокола поверки | 23 |
| ПРИЛОЖЕНИЕ В. Определение градуировочных коэффициентов | 25 |

1 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Настоящая методика поверки (МП) распространяется на термометры многофункциональные ТМК (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 эталонов¹:

- единицы температуры в соответствии с ГОСТ 8.558-2009;
- единицы электрического сопротивления постоянного тока в соответствии с приказом Росстандарта от 30.12.2019 №3456;
- единицы постоянного электрического напряжения в соответствии с приказом Росстандарта от 30.12.2019 №3457.

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 ГОСТ 8.558-2009 «ГСИ. Государственная поверочная схема для средств измерений температуры»;
- ГЭТ 14-2014 в соответствии с приказом Росстандарта от 30.12.2019 № 3456 «Об утверждении государственной поверочной схемы для средств измерений электрического сопротивления постоянного и переменного тока»;
- ГЭТ 13-01 в соответствии с приказом Росстандарта от 30.12.2019 № 3457 «Об утверждении государственной поверочной схемы для средств измерений постоянного электрического напряжения и электродвижущей силы».

¹ По заявлению владельца СИ.

2 ОПЕРАЦИИ ПОВЕРКИ

При проведении поверки выполняют операции, указанные в таблице 1.

Таблица 1

| Наименование операции | Номер пункта МП | Проведение операции при | |
|--|-----------------|-------------------------|-----------------------|
| | | первичной поверке | периодической поверке |
| 1 Внешний осмотр | 7 | + | + |
| 2 Подготовка к поверке и опробование | 8 | + | + |
| 3 Проверка программного обеспечения | 9 | + | + |
| 4 Определение метрологических характеристик — поверка по напряжению: | | | |
| • проверка соответствия величины опорного напряжения значению, указанному в документе поверки | 10.2.1 | – | +(*) |
| • проверка диапазона и абсолютной погрешности измерений напряжения | 10.2.2 | + | + |
| • проверка нестабильности опорного напряжения за межповерочный интервал | 10.2.3 | – | +(*) |
| 5 Определение метрологических характеристик — поверка по сопротивлению: | | | |
| • проверка соответствия величин опорных сопротивлений значениям, указанным в документе поверки | 10.3.1 | – | +(*) |
| • проверка диапазона и абсолютной погрешности измерений сопротивления | 10.3.2 | + | + |
| • проверка нестабильности опорных сопротивлений за межповерочный интервал | 10.3.3 | – | +(*) |
| 6 Определение метрологических характеристик — поверка по температуре ^(**) : | | | |
| • проверка нестабильности за межповерочный интервал в точке 0 °С | 10.4.1 | – | +(*) |
| • проверка диапазона и абсолютной погрешности измерений температуры | 10.4.3 | + | + |
| 7 Подтверждение соответствия термометра метрологическим требованиям | 11 | + | + |
| 8 Оформление результатов поверки | • | + | + |

(*) — операция выполняется при поверке термометров в качестве рабочих эталонов;
(**) — поверка выполняется для термометров, комплектуемых датчиком температуры.

Примечание — Допускается периодическая поверка термометров для меньшего числа измеряемых величин и (или) для отдельных измерительных модулей на основании письменного заявления владельца.

3 ТРЕБОВАНИЯ К СРЕДСТВАМ ПОВЕРКИ

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

Таблица 2

| Номер пункта МП | Средства поверки (СП) | Характеристики СП | |
|--------------------------------------|---|---|--|
| | | диапазон измерений/ номинальное значение | разряд, погрешность (ПГ), нестабильность (НС) |
| 4 | СИ контроля параметров окружающей среды: • температура • относительная влажность | от 18 до 28 °С не более 80 % | ПГ±0.5 °С ПГ±5 % (абс) |
| 10.2.2 10.2.4 | Компаратор-калибратор универсальный КМ300 | от 10 нВ до 1 В | 2 разряд в соответствии с ГПС (приказ Росстандарта от 30.12.2019 № 3457) |
| 10.3.2 10.3.4 | Меры электрического сопротивления однозначные МС3006 | 1, 10, 100, 1000,10000 Ом | 2 разряд в соответствии с ГПС (приказ Росстандарта от 30.12.2019 № 3456) |
| 10.4.1 10.4.3 | Термометр сопротивления эталонный | от –80 до +300 °С | 1 разряд в соответствии с ГПС (ГОСТ 8.558-2009) |
| | Измеритель температуры многоканальный прецизионный МИТ 8 (в режиме измерений сопротивления) | от 0.001 до 750 Ом | 3 разряд в соответствии с ГПС (приказ Росстандарта от 30.12.2019 № 3456) |
| | Термостат жидкостный ТЕРМОТЕСТ-05 (*) | от –80 до +30 °С | НС не более 1/5 от пределов допускаемой погрешности поверяемого термометра |
| | Термостат жидкостный ТЕРМОТЕСТ-100 (*) | от –30 до +100 °С | |
| | Термостат жидкостный ТЕРМОТЕСТ-300 (*) | от +100 до +300 °С | |
| 10.2.2 10.2.4 10.3.2 10.3.4 | Клеммная колодка ТМК-К | — | — |

(*) — с блоком выравнивания температуры ТЕРМОТЕСТ-БЗ

! Допускается применение других СП, обеспечивающих определение метрологических характеристик поверяемых термометров с требуемой точностью передачи единиц величин.

4 УСЛОВИЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ

При проведении поверки необходимо соблюдать следующие условия:

- температура окружающей среды, °С..... от 18 до 28
- относительная влажность воздуха, %..... от 30 до 80

5 ТРЕБОВАНИЯ К КВАЛИФИКАЦИИ ПОВЕРИТЕЛЕЙ

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

К проведению поверки допускаются лица:

- ознакомленные с документами ТКЛШ 2.206.001 РЭ «Термометры многофункциональные ТмК. Руководство по эксплуатации» (далее по тексту — РЭ ТмК) и «ТмКGraph. Руководство пользователя»;
- освоившие работу с термометрами и в программе «ТмКGraph» (Приложение 0).

6 ТРЕБОВАНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ

При подготовке и проведении поверки термометра 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 корпуса термометра, сетевого кабеля и датчика температуры (при наличии);
- отсутствие на лицевой панели и сенсорном дисплее дефектов, препятствующих управлению режимами измерений термометра и снятию показаний измеряемых величин;
- соответствие номера датчика (при наличии) трем последним цифрам заводского номера термометра;
- соответствие заводского номера термометра данным на маркировочной наклейке (проверяют одновременно с проверкой идентификационных данных в 9.1.1).

7.1.2 Результаты проверки считают положительными, если выполняются вышеперечисленные требования.

8 ПОДГОТОВКА К ПОВЕРКЕ И ОПРОБОВАНИЕ

8.1.1 При подготовке к поверке необходимо:

- проверить соответствие условий поверки требованиям разделов 3, 4 и 5;
- подготовить к работе средства поверки и эталоны (таблица 1) в соответствии с их эксплуатационной документацией¹;
- проверить наличие действующих документов о поверке и (или) аттестации на применяемые средства измерений и эталоны;
- подготовить клеммную колодку ТМК-К, с помощью которой подключают источники сигналов к входным разъемам каналов измерительных модулей, как показано на рисунках 1, 2.

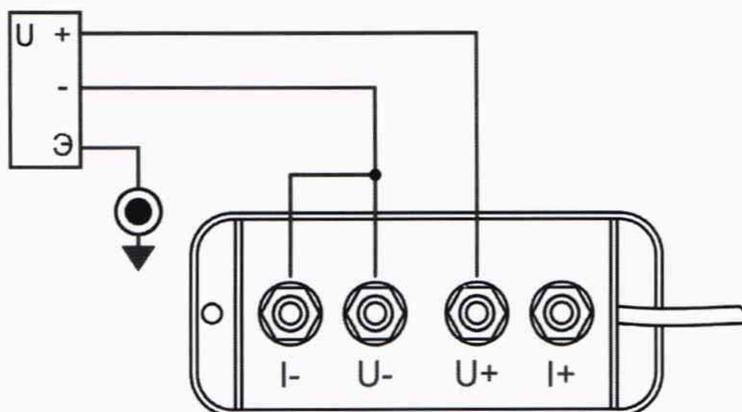


Рисунок 1 — Подключение калибратора напряжения

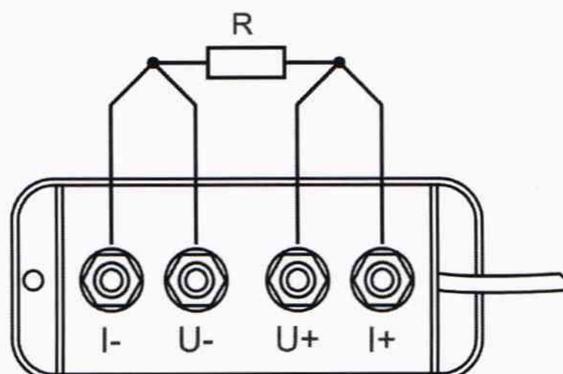


Рисунок 2 — Подключение мер сопротивления

8.1.2 При опробовании термометр включают в сеть и прогревают в течение 30 минут, при этом температура внутреннего термостата поверяемого модуля должна находиться в пределах $(40.00 \pm 0.03) ^\circ\text{C}$. Для каждого канала поверяемого модуля устанавливают следующие параметры фильтрации: «Глубина» — 30, «Порог» — 1.0.

Термометр считают пригодным к проведению дальнейшей поверки, если обеспечивается выполнение перечисленных операций.

¹ Однозначные меры электрического сопротивления должны быть термостатированы при температуре $(20.0 \pm 0.1) ^\circ\text{C}$ для минимизации влияния температурной зависимости сопротивления.

8.1.3 При опробовании термометра с датчиком температуры необходимо:

- выполнить процедуры в соответствии с 8.1.2;
- подключить датчик с помощью кабеля-удлинителя к первому каналу первого измерительного модуля;
- установить следующие параметры: датчик — ТСП, режим измерений — R1.0, функция расчета — полином.

Термометр считают пригодным к проведению дальнейшей поверки, если обеспечивается выполнение операций по установке параметров датчика.

9 ПРОВЕРКА ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ

9.1.1 Проверку идентификационных данных встроенного программного обеспечения (ПО) проводят в процессе прогрева термометра. Для этого нажимают **Меню** ⇒ **О приборе** и на дисплее отображается окно с заводским номером и версией ПО (рисунок 3).



Рисунок 3 — Информация о приборе

Термометр считают пригодным к проведению дальнейшей поверки, если:

- заводской номер термометра соответствует указанному на маркировочной наклейке (за исключением термометров, выпускаемых из производства);
- номер версии ПО не ниже 1.1.0.

10 ОПРЕДЕЛЕНИЕ МЕТРОЛОГИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК

10.1 Последовательность операций поверки

10.1.1 Первичную поверку термометра по напряжению выполняют в такой последовательности:

- при выпуске из производства — проверка абсолютной погрешности измерений напряжения (10.2.2);
- после ремонта:
 - поправка по напряжению (10.2.4);
 - проверка абсолютной погрешности измерений напряжения (10.2.2).

Периодическую поверку термометра по напряжению выполняют для каждого поверяемого модуля в соответствии со схемой, приведенной в Приложении А1.

10.1.2 Первичную поверку термометра по сопротивлению выполняют в такой последовательности:

- при выпуске из производства — проверка абсолютной погрешности измерений сопротивления (10.3.2);
- после ремонта:
 - поправка по напряжению (10.2.4);
 - проверка абсолютной погрешности измерений напряжения (10.2.2);
 - поправка по сопротивлению (10.3.4);
 - проверка абсолютной погрешности измерений сопротивления (10.3.2).

Периодическую поверку термометра по сопротивлению выполняют для каждого поверяемого модуля в соответствии со схемой, приведенной в Приложении А2.

10.1.3 Первичную поверку термометра по температуре выполняют в такой последовательности:

- при выпуске из производства:
 - определение градуировочных коэффициентов датчика (10.4.2);
 - проверка абсолютной погрешности измерений температуры (10.4.3);
- после ремонта:
 - поправка по напряжению (10.2.4);
 - проверка абсолютной погрешности измерений напряжения (10.2.2);
 - поправка по сопротивлению (10.3.4);
 - проверка абсолютной погрешности измерений сопротивления (10.3.2);
 - определение градуировочных коэффициентов датчика (10.4.2);
 - проверка абсолютной погрешности измерений температуры (10.4.3).

Периодическую поверку термометра по температуре выполняют в соответствии со схемой, приведенной в Приложении А3.

10.2 Поверка по напряжению

10.2.1 Проверку термометра в качестве рабочего эталона на соответствие величины опорного напряжения значению, указанному в документе предыдущей поверки, выполняют в такой последовательности:

- для просмотра величины опорного напряжения термометра, нажимают **Меню** ⇒ **Опорные значения**;
- устанавливают соответствие поверяемого термометра требованиям к рабочему эталону (11.2.1).

10.2.2 Проверку диапазона и абсолютной погрешности измерений напряжения выполняют одновременно с помощью калибратора напряжения, который подготавливают к работе в режиме калибратора постоянного напряжения (далее по тексту — калибратор), в такой последовательности:

- подключают калибратор ко входу любого канала поверяемого модуля (рисунок 1) и соединяют клемму «Э» калибратора с клеммой сигнального заземления на лицевой панели термометра;
- в настройках выбранного канала поверяемого модуля выбирают режим измерений напряжения;
- на калибраторе устанавливают предел воспроизведения напряжения «1V»;
- устанавливают выходное напряжение калибратора равным 0 мВ и, после стабилизации показаний на дисплее термометра, выполняют процедуру установки нуля в канале (см. РЭ ТМК);
- последовательно подают на вход канала напряжения (U_k), равные 0, 1, 10, 100, 1000 мВ и, после стабилизации показаний (не менее 2 мин), фиксируют измеренные значения (U_+) для каждого значения напряжения U_k в таблице Б.1 протокола поверки (Приложение Б);
- устанавливают выходное напряжение калибратора равным 0 мВ, меняют полярность напряжения, подаваемого на вход канала;
- после стабилизации показаний выполняют процедуру установки нуля в канале;
- последовательно подают на вход канала напряжения, равные 0, -1, -10, -100, -1000 мВ и, после стабилизации показаний (не менее 2 мин), фиксируют измеренные значения (U_-) для каждого значения напряжения U_k в протоколе поверки.

Устанавливают соответствие поверяемого термометра метрологическим требованиям описания типа:

- в качестве рабочего СИ (11.1.1);
- в качестве рабочего эталона (11.2.2).

10.2.3 Для поверки термометра в качестве рабочего эталона проверяют нестабильность опорного напряжения за межповерочный интервал на основе значений U_+ и U_- , измеренных в 10.2.2 при выходном напряжении калибратора равном 1000 мВ.

Устанавливают соответствие поверяемого термометра требованиям к рабочему эталону (11.2.3).

10.2.4 Поправку опорного напряжения выполняют с помощью калибратора напряжения в такой последовательности:

- подключают калибратор ко входу любого канала поверяемого модуля (рисунок 1) и соединяют клемму «Э» калибратора с клеммой сигнального заземления на лицевой панели термометра;
- на калибраторе устанавливают предел воспроизведения напряжения «1V»;
- в настройках выбранного канала выбирают режим измерений напряжения;
- устанавливают выходное напряжение калибратора равным 0 мВ и, после стабилизации показаний на дисплее термометра (не менее 2 мин), выполняют процедуру установки нуля в канале (см. РЭ);
- устанавливают выходное напряжение калибратора равным 1000 мВ и, после стабилизации показаний на дисплее (не менее 2 мин), выполняют вход в расширенное меню (**Меню** ⇒ **Расширенное меню**), защищенное паролем¹;
- нажимают **Меню** ⇒ **Поправить U**, при этом на дисплее отображается окно поправки по напряжению, показанное на рисунке 4;

¹ При выпуске термометра из производства значение пароля равно 0 (нулю). При смене пароля, владелец термометра обязан предоставить актуальный пароль поверителю.

- из выпадающего списка 1 выбирают номер канала, к которому подключен калибратор и, нажав на элемент 2, вводят действительное значение образцового напряжения;
- нажимают кнопку "Поправить и сохранить";
- полученное значение опорного напряжения (см. **Меню** ⇒ **Опорные значения**) фиксируют в документе поверки.



Рисунок 4 — Окно поправки опорного напряжения

- 1 - выпадающий список с номерами каналов;
- 2 - действительное значение образцового напряжения, подключенного к каналу;
- 3 - измеренное значение образцового напряжения;
- 4 - кнопка вычисления и сохранения поправки.

10.3 Поверка по сопротивлению

10.3.1 Проверку термометра в качестве рабочего эталона на соответствие величин опорных сопротивлений (для режимов R1.0 и R0.1) значениям, указанным в документе предыдущей поверки, выполняют в такой последовательности:

- для просмотра величин опорных сопротивлений термометра, нажимают **Меню** ⇒ **Опорные значения**;
- устанавливают соответствие поверяемого термометра требованиям к рабочему эталону (11.3.1).

10.3.2 Проверку диапазона и абсолютной погрешности измерений сопротивления выполняют одновременно с помощью однозначных мер электрического сопротивления (далее по тексту — ОМЭС) в такой последовательности:

- в настройках любого канала поверяемого модуля устанавливают режим измерений сопротивления R1.0;
- подключают клеммную колодку ТМК-К ко входу выбранного канала и выполняют процедуру установки нуля, замыкая контакты клеммной колодки латунной пластиной;
- поочередно подключают к колодке ОМЭС (рисунок 2) с номинальными значениями (R_n) равными 1, 10, 100, 1000 Ом и, после стабилизации показаний (не менее 2 мин), фиксируют измеренные значения ($R_{1.0}$) в таблице Б.2 протокола поверки (Приложение Б);
- устанавливают режим измерений сопротивления R0.1 для поверяемого канала и повторно выполняют процедуру установки нуля;

- поочередно подключают к колодке ОМЭС с номинальными значениями (R_H) равными 100, 1000, 10000 Ом и, после стабилизации показаний (не менее 2 мин), фиксируют измеренные значения ($R_{0.1}$) в протоколе поверки.

Устанавливают соответствие поверяемого термометра метрологическим требованиям описания типа:

- в качестве рабочего СИ (11.1.2);
- в качестве рабочего эталона (11.3.2).

10.3.3 Для поверки термометра в качестве рабочего эталона проверяют нестабильность опорных сопротивлений за межповерочный интервал на основе значений сопротивлений $R_{1.0}$ и $R_{0.1}$, измеренных в 10.3.2 с помощью ОМЭС с номинальным значением 1000 Ом.

Устанавливают соответствие поверяемого термометра требованиям к рабочему эталону (11.3.3).

10.3.4 Поправку опорных сопротивлений выполняют с помощью ОМЭС с номинальным значением 1000 Ом в такой последовательности:

- в настройках любого канала поверяемого модуля устанавливают режим измерений сопротивления $R_{1.0}$;
- подключают клеммную колодку ТмК-К ко входу выбранного канала и выполняют процедуру установки нуля, замыкая контакты клеммной колодки латунной пластиной;
- подключают ОМЭС к клеммной колодке (рисунок 2) и, после стабилизации показаний (не менее 2 мин), выполняют вход в расширенное меню (**Меню** ⇒ **Расширенное меню**), защищенное паролем¹;
- нажимают **Меню** ⇒ **Поправить R1.0**, при этом на дисплее отображается окно поправки по сопротивлению, показанное на рисунке 5;
- из выпадающего списка 1 выбирают номер канала, к которому подключена ОМЭС и, нажав на элемент 2, вводят действительное значение образцового сопротивления;
- нажимают кнопку "Поправить и сохранить";
- аналогичным образом выполняют поправку опорного сопротивления поверяемого модуля в режиме измерений $R_{0.1}$;
- полученные значения опорных сопротивлений для режимов $R_{1.0}$ и $R_{0.1}$ (см. **Меню** ⇒ **Опорные значения**) фиксируют в документе поверки.

¹ При выпуске термометра из производства значение пароля равно 0 (нулю). При смене пароля, владелец термометра обязан предоставить актуальный пароль поверителю.



Рисунок 5 — Окно поправки опорного сопротивления

- 1 - выпадающий список с номерами каналов;
- 2 - действительное значение образцового сопротивления, подключенного к каналу;
- 3 - измеренное значение образцового сопротивления;
- 4 - кнопка вычисления и сохранения поправки.

10.4 Поверка по температуре

10.4.1 Для поверки термометра в качестве рабочего эталона проверяют нестабильность за межповерочный интервал в точке 0 °С методом непосредственного сличения показаний температуры поверяемого и эталонного термометров.

Для записи и обработки результатов измерений температуры поверяемого термометра используют программное обеспечение «ТМКGraph» (Приложение 0).

Сличение показаний выполняют в такой последовательности:

- подключают датчик температуры с помощью кабеля-удлинителя к первому каналу первого измерительного модуля;
- устанавливают следующие параметры для этого канала: датчик — ТСП, режим измерений — R1.0, функция расчета — полином;
- вводят градуировочные коэффициенты датчика из документа предыдущей поверки;
- устанавливают температуру жидкостного термостата равной 0 °С;
- датчик поверяемого термометра и эталонный термометр погружают в термостат на одинаковую глубину, но не менее их минимальной глубины погружения;
- после стабилизации показаний термометров, одновременно включают запись значений температуры поверяемого термометра в соответствии с В.1 (Приложение 0) и запись значений температуры эталонного термометра, которые останавливают через 15–20 минут;
- из полученного массива данных выбирают для обработки пологий участок записи продолжительностью 10 минут (когда оба термометра находятся на так называемой «полке» или «плато») и рассчитывают средние арифметические значения температуры обоих термометров;
- абсолютную погрешность измерений температуры определяют как разность средних арифметических значений результатов измерений.

Устанавливают соответствие поверяемого термометра метрологическим требованиям ГПС к средствам измерений температуры, применяемым в качестве рабочего эталона (11.4.1).

10.4.2 Определение градуировочных коэффициентов датчика выполняют при температурах¹: минус 80, минус 50, минус 25, 0, 50, 100, 150, 200, 250 и 300 °С.

Допускается отклонение от указанных значений температуры на ± 1 °С. Исключением являются нижняя и верхняя границы диапазона измерений температуры, а также температура 200 °С.

! При температурах минус 80, 200 и 300 °С, не допускается отклонение показаний поверяемого термометра ниже минус 80 °С и выше 200, 300 °С.

Для записи и обработки результатов измерений температуры и сопротивления поверяемого термометра используют программное обеспечение «ТмКGraph» (Приложение 0).

Градуировку датчика температуры из комплекта поставки выполняют в такой последовательности:

- подключают датчик температуры с помощью кабеля-удлинителя к первому каналу первого измерительного модуля;
- устанавливают следующие параметры для этого канала: датчик — ТСП, режим измерений — R1.0, функция расчета — полином;
- устанавливают необходимую температуру в жидкостных термостатах;
- датчик поверяемого термометра и эталонный термометр погружают в термостат на одинаковую глубину, но не менее их минимальной глубины погружения;
- после стабилизации показаний термометров, одновременно включают запись значений сопротивления датчика поверяемого термометра в соответствии с В.1 (Приложение 0) и запись значений температуры эталонного термометра, которые останавливают через 15–20 минут;
- из полученного массива данных выбирают для обработки пологий участок записи продолжительностью 10 минут (когда оба термометра находятся на так называемой «полке» или «плато») и рассчитывают среднее арифметическое значение сопротивления датчика поверяемого термометра и среднее арифметическое значение температуры эталонного термометра;
- определяют градуировочные коэффициенты датчика температуры в соответствии с В.2 (Приложение 0), записывают в термометр и фиксируют их в документе поверки.

10.4.3 Проверку диапазона и абсолютной погрешности измерений температуры с использованием датчика из комплекта поставки выполняют одновременно методом непосредственного сличения показаний температуры поверяемого и эталонного термометров при температурах²: минус 80⁽⁺⁵⁾, 0(± 5), 100(± 5), 200₍₋₅₎ и 300₍₋₅₎ °С.

Сличение показаний термометров выполняют в такой последовательности:

- устанавливают необходимую температуру термостата;
- датчик поверяемого термометра и эталонный термометр погружают в термостат на одинаковую глубину, но не менее их минимальной глубины погружения;
- после стабилизации показаний термометров, одновременно включают записи значений температуры поверяемого и эталонного термометров, которые останавливают через 15–20 минут;
- из полученного массива данных выбирают для обработки пологий участок записи продолжительностью 10 минут (когда оба термометра находятся на «полке» или «плато») и рассчитывают средние арифметические значения температуры обоих термометров;

¹ Градуировку термометра при заданных температурах допускается проводить в произвольном порядке.

² Поверку термометра при заданных температурах допускается проводить в произвольном порядке.

- абсолютную погрешность измерений температуры определяют как разность средних арифметических значений результатов измерений термометров и фиксируют в таблице Б.3 протокола поверки (Приложение Б).

Устанавливают соответствие поверяемого термометра метрологическим требованиям описания типа:

- в качестве рабочего СИ (11.1.3);
- в качестве рабочего эталона (11.4.2).

11 ПОДТВЕРЖДЕНИЕ СООТВЕТСТВИЯ ТЕРМОМЕТРА МЕТРОЛОГИЧЕСКИМ ТРЕБОВАНИЯМ

11.1 Подтверждение соответствия термометра метрологическим требованиям к рабочим СИ, установленным в описании типа

11.1.1 Абсолютную погрешность измерений напряжения (ΔU) для поверяемых модулей вычисляют на основе измеренных значений, полученных в 10.2.2. Для расчета используют формулы (1) и (2). Результаты вычислений заносят в соответствующие столбцы таблицы Б.1 протокола поверки (Приложение Б).

$$\Delta U_+ = U_+ - U_K \quad (1)$$

$$\Delta U_- = U_- - U_K \quad (2)$$

Результаты поверки термометра в качестве рабочего СИ постоянного электрического напряжения считают положительными, если полученные значения ΔU_+ и ΔU_- не превышают пределов абсолютной погрешности измерений напряжения ($\Delta U_{\text{доп}}$), указанных в таблице Б.1.

! Если после поправки опорного напряжения абсолютная погрешность измерений превышает пределы допускаемых значений — термометр бракуют.

11.1.2 Абсолютную погрешность измерений сопротивления (ΔR) поверяемых модулей (для режимов R1.0 и R0.1) вычисляют на основе измеренных значений, полученных в 10.3.2. Для расчета используют формулы (3) и (4). Результаты вычислений заносят в соответствующие столбцы таблицы Б.2 протокола поверки.

$$\Delta R_{1.0} = R_{1.0} - R_{\text{МС}} \quad (3)$$

$$\Delta R_{0.1} = R_{0.1} - R_{\text{МС}} \quad (4)$$

где $R_{\text{МС}}$ — действительные значения ОМЭС.

Результаты поверки термометра в качестве рабочего СИ электрического сопротивления постоянного тока считают положительными, если полученные значения $\Delta R_{1.0}$ и $\Delta R_{0.1}$ не превышают пределов допускаемой абсолютной погрешности измерений сопротивления ($\Delta R_{\text{доп}}$), указанных в таблице Б.2.

! Если при выпуске из производства термометра абсолютная погрешность измерений сопротивления превышает допускаемые пределы — термометр бракуют.

! Если после ремонта термометра и последующей поправки опорного напряжения и опорного сопротивления абсолютная погрешность измерений сопротивления превышает допускаемые пределы — термометр бракуют.

11.1.3 Результаты поверки термометра в качестве рабочего СИ температуры считают положительными, если значения абсолютной погрешности измерений, полученные в 10.4.3, не превышают допускаемых пределов.

! Если при выпуске из производства и после ремонта термометра (с последующим определением градуировочных коэффициентов) абсолютная погрешность измерений температуры превышает допускаемые пределы — термометр бракуют.

11.2 Подтверждение соответствия термометра метрологическим требованиям, предъявляемым к рабочим эталонам единицы постоянного электрического напряжения

11.2.1 Результаты проверки термометра в качестве рабочего эталона единицы постоянного электрического напряжения, полученные в 10.2.1, считают положительными, если величина опорного напряжения каждого модуля соответствует значению, указанному в документе предыдущей поверки.

! В случае несоответствия величины опорного напряжения значению, указанному в документе предыдущей поверки, термометр может быть поверен только в качестве рабочего СИ.

11.2.2 Относительную погрешность измерений напряжения ($\Delta U_{\text{отн}}$) для поверяемых модулей вычисляют на основе значений абсолютной погрешности измерений, полученных в 11.1.1. Для расчета используют формулы (5) и (6). Результаты вычислений заносят в таблицу Б.1 протокола поверки.

$$\Delta U_{\text{отн}+} = \Delta U_{+} / U_{\text{к}} \cdot 100\% \quad (5)$$

$$\Delta U_{\text{отн}-} = \Delta U_{-} / U_{\text{к}} \cdot 100\% \quad (6)$$

Результаты поверки термометра в качестве рабочего эталона считают положительными, если полученные значения $\Delta U_{\text{отн}+}$ и $\Delta U_{\text{отн}-}$ соответствуют требованиям Государственной поверочной схемы (для по тексту — ГПС) для средств измерений постоянного электрического напряжения.

11.2.3 Нестабильность опорного напряжения (νU) за межповерочный интервал вычисляют, используя значения напряжения U_{+} и U_{-} , измеренные в 10.2.2 при выходном напряжении калибратора равном 1000 мВ, и значения $U_{\text{пред}+}$ и $U_{\text{пред}-}$, указанные в протоколе предыдущей поверки. Для расчета используют формулы (7) и (8).

$$\nu U_{+} = U_{+} - U_{\text{пред}+} \quad (7)$$

$$\nu U_{-} = U_{-} - U_{\text{пред}-} \quad (8)$$

Результаты проверки нестабильности опорного напряжения термометра в качестве рабочего эталона постоянного электрического напряжения считают положительными, если полученные значения νU_{+} и νU_{-} не превышают двукратного значения пределов допускаемой абсолютной погрешности измерений напряжения.

! В случае, если значения нестабильности опорного напряжения за межповерочный интервал превышают двукратное значение пределов допускаемой абсолютной погрешности измерений напряжения, термометр может быть поверен только в качестве рабочего СИ после выполнения поправки опорного напряжения.

11.3 Подтверждение соответствия термометра метрологическим требованиям, предъявляемым к рабочим эталонам единицы электрического сопротивления постоянного тока

11.3.1 Результаты проверки термометра в качестве рабочего эталона единицы электрического сопротивления постоянного тока, полученные в 10.3.1, считают положительными, если величины опорных сопротивлений (для режимов R1.0 и R0.1) каждого модуля соответствуют значениям, указанным в документе предыдущей поверки.

! В случае несоответствия величин опорных сопротивлений (для режимов R1.0 и R0.1) значениям, указанным в документе предыдущей поверки, термометр может быть поверен только в качестве рабочего СИ.

11.3.2 Относительную погрешность измерений сопротивления ($\Delta R_{\text{ОТН}}$) для поверяемых модулей вычисляют на основе значений абсолютной погрешности измерений, полученных в 11.1.2. Для расчета используют формулы (9) и (10). Результаты вычислений заносят в таблицу Б.2 протокола поверки.

$$\Delta R_{\text{ОТН } 1.0} = \Delta R_{1.0} / R_{\text{мс}} \cdot 100\% \quad (9)$$

$$\Delta R_{\text{ОТН } 0.1} = \Delta R_{0.1} / R_{\text{мс}} \cdot 100\% \quad (10)$$

Результаты поверки термометра в качестве рабочего эталона считают положительными, если полученные значения $\Delta R_{\text{ОТН } 1.0}$ и $\Delta R_{\text{ОТН } 0.1}$ соответствуют требованиям ГПС для средств измерений электрического сопротивления постоянного тока.

11.3.3 Нестабильность опорных сопротивлений (νR) за межповерочный интервал вычисляют, используя значения сопротивлений $R_{1.0}$ и $R_{0.1}$, измеренные в 10.3.2 с помощью ОМЭС с номинальным значением 1000 Ом, и значения сопротивлений $R_{\text{ПРЕД } 1.0}$ и $R_{\text{ПРЕД } 0.1}$, указанные в протоколе предыдущей поверки. Для расчета используют формулы (11) и (12).

$$\nu R_{1.0} = R_{1.0} - R_{\text{ПРЕД } 1.0} \quad (11)$$

$$\nu R_{0.1} = R_{0.1} - R_{\text{ПРЕД } 0.1} \quad (12)$$

Результаты проверки нестабильности опорных сопротивлений термометра в качестве рабочего эталона электрического сопротивления постоянного тока считают положительными, если полученные значения $\nu R_{1.0}$ и $\nu R_{0.1}$ не превышают двукратного значения пределов допускаемой абсолютной погрешности измерений сопротивления.

! В случае, если значения нестабильности опорных сопротивлений (для режимов $R_{1.0}$ и $R_{0.1}$) за межповерочный интервал превышают двукратное значение пределов допускаемой абсолютной погрешности измерений сопротивления, термометр может быть поверен только в качестве рабочего СИ после выполнения поправки опорных сопротивлений.

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

11.4.1 Нестабильность термометра за межповерочный интервал (νt) вычисляют, используя значение абсолютной погрешности измерений температуры (Δt), полученное в 10.4.1, и значение абсолютной погрешности измерений в точке 0 °С ($\Delta t_{\text{ПРЕД}}$), указанное в протоколе предыдущей поверки. Для расчета используют формулу (13).

$$\nu t = \Delta t - \Delta t_{\text{ПРЕД}} \quad (13)$$

Результаты проверки нестабильности за межповерочный интервал для термометра в качестве рабочего эталона температуры считают положительными, если полученное значение нестабильности не превышает ± 0.05 °С в соответствии с ГПС для средств измерений температуры.

! В случае, если значение нестабильности за межповерочный интервал превышает ± 0.05 °С, термометр может быть поверен только в качестве рабочего СИ после его градуировки.

11.4.2 Результаты поверки термометра в качестве рабочего эталона температуры считают положительными, если значения абсолютной погрешности измерений, полученные в 10.4.3, не превышают допускаемых пределов.

! Если после определения градуировочных коэффициентов абсолютная погрешность измерений температуры превышает допускаемые пределы, термометр может быть пове-

рен только в качестве рабочего СИ в соответствии со схемой, приведенной в Приложении А3.

12 ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ

12.1.1 Термометры, прошедшие поверку в качестве рабочих СИ и в качестве рабочих эталонов с положительным результатом, признаются годными и допускаются к применению.

12.1.2 Результаты поверки средств измерений передаются в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений, с указанием:

- опорных значений напряжения и сопротивлений (для режимов R1.0 и R0.1) каждого модуля термометра (см. **Меню** ⇒ **Опорные значения**);
- градуировочных коэффициентов для термометра с датчиком температуры.

12.1.3 В случае поверки термометров для меньшего числа измеряемых величин и (или) отдельных измерительных модулей, в Федеральном информационном фонде по обеспечению единства измерений делают соответствующую запись в сведениях о результатах поверки.

12.1.4 По завершении поверки на боковой стык основания и крышки термометров наносится наклейка, содержащая изображение знака поверки.

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

Разработчики настоящей методики:

От ООО «Термэкс»:

Главный метролог

С.С. Стариков

От ФГБУ «ВНИИМС»:

Ведущий инженер отдела 207

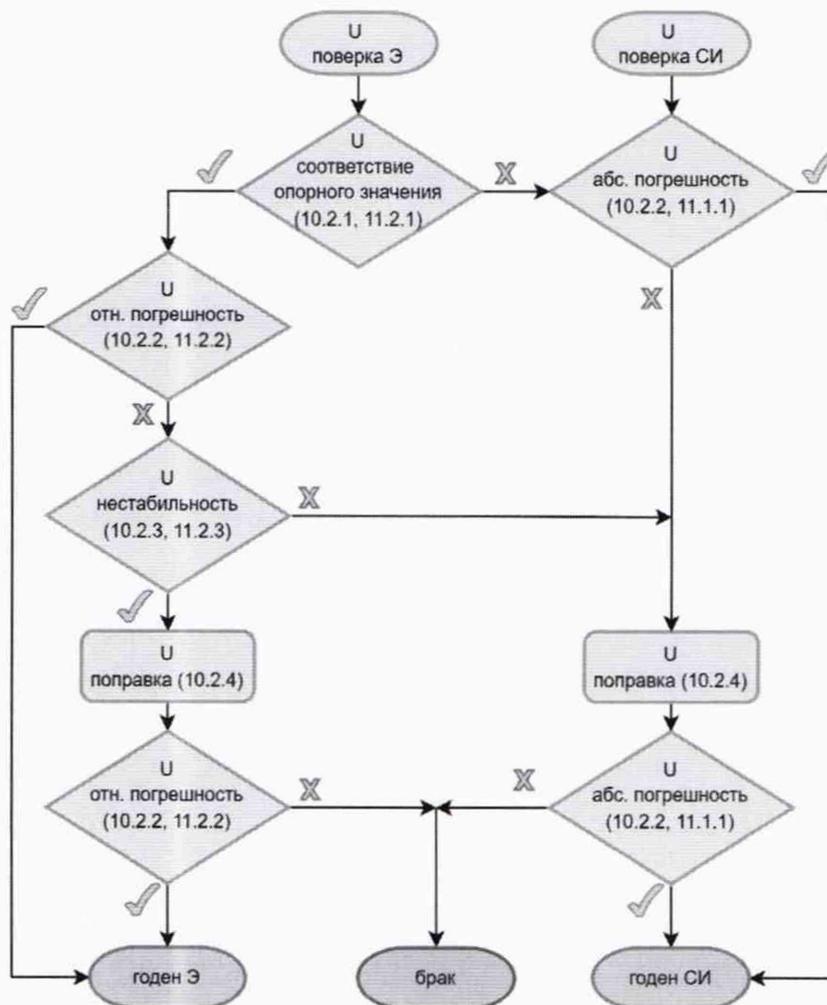
П.В. Сухов

Начальник отдела 207

А.А. Игнатов

ПРИЛОЖЕНИЕ А. СХЕМЫ ПЕРИОДИЧЕСКОЙ ПОВЕРКИ ТЕРМОМЕТРА

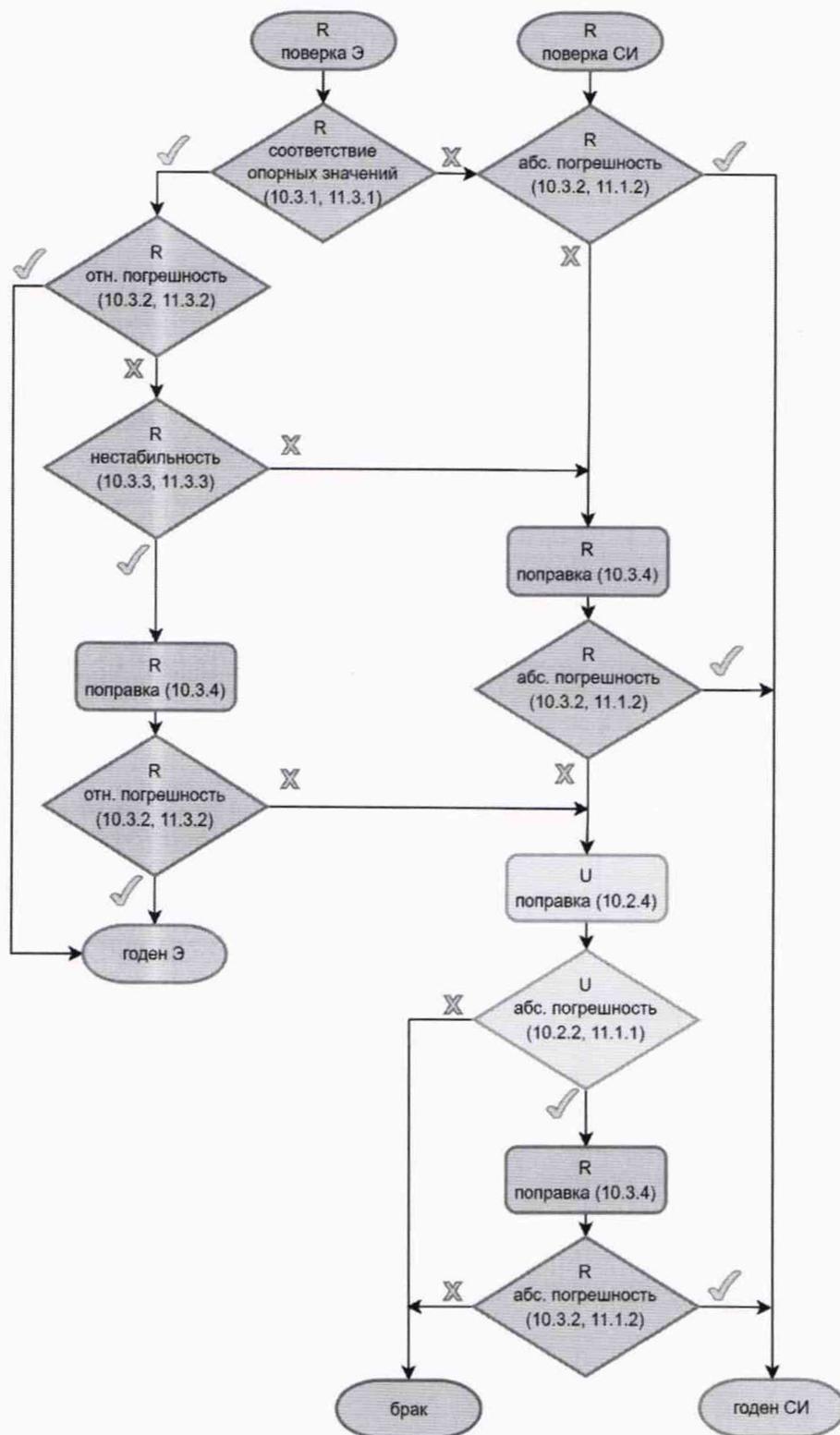
А1 Периодическая поверка термометра по напряжению



✓ соответствует установленным требованиям

X не соответствует установленным требованиям

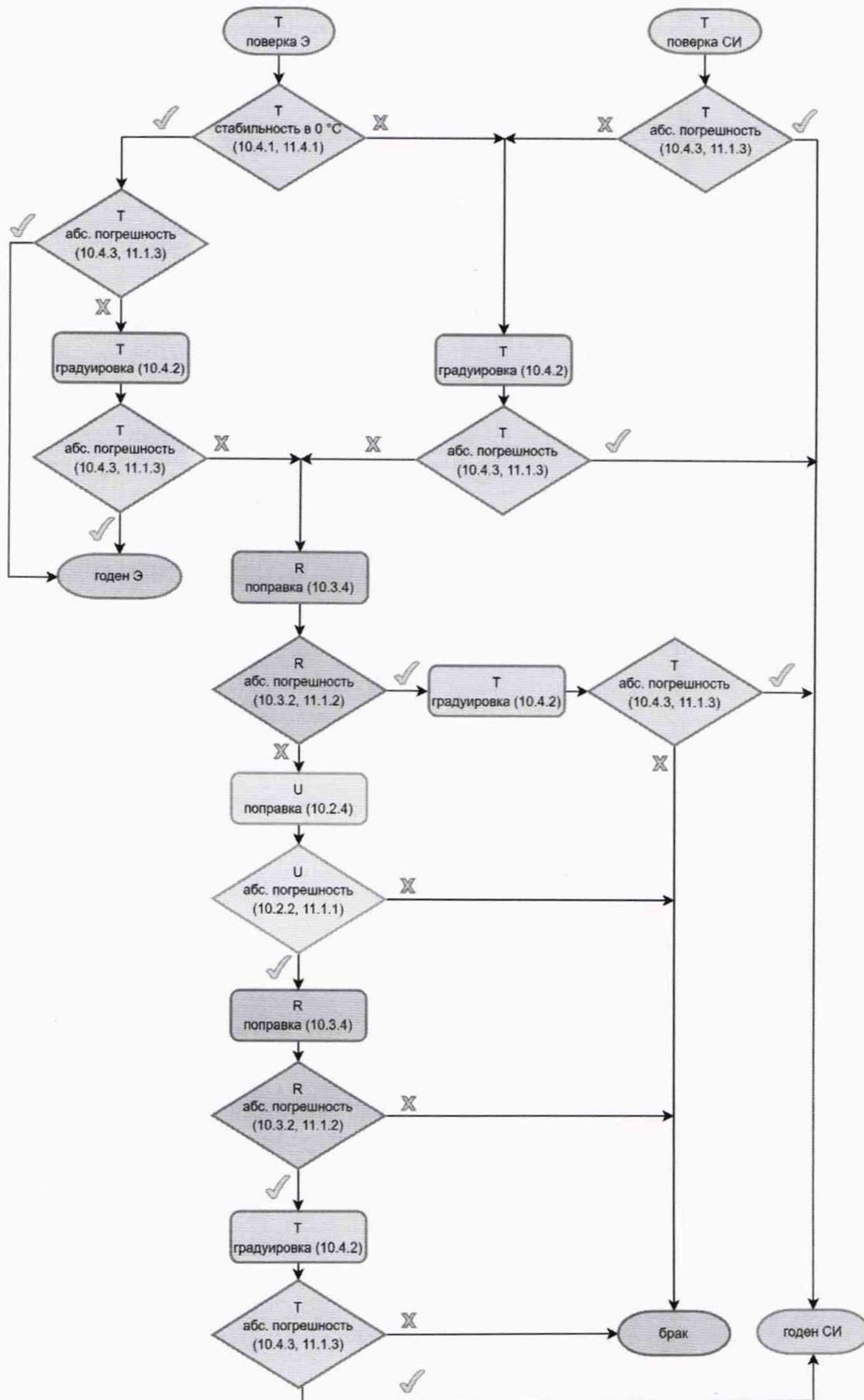
A2 Периодическая поверка термометра по сопротивлению



✓ соответствует установленным требованиям

✗ не соответствует установленным требованиям

А3 Периодическая поверка термометра по температуре



✓ соответствует установленным требованиям

X не соответствует установленным требованиям

ПРИЛОЖЕНИЕ Б. ФОРМА ПРОТОКОЛА ПОВЕРКИ

(рекомендуемое)

Протокол поверки

№ _____ от «___» _____ 20__ г.

1 Сведения о поверяемом средстве измерений:

- 1.1 Наименование: термометр многофункциональный ТмК
 1.2 Заводской номер:
 1.3 Принадлежащее:

2 Документы, используемые при поверке:

- ТКЛШ 2.206.001 РЭ «Термометры многофункциональные ТмК. Руководство по эксплуатации»
- ТКЛШ 2.206.001 МП «Термометры многофункциональные ТмК. Методика поверки»
- «ТмКGraph. Руководство пользователя»

3 Условия проведения поверки:

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

4 Средства поверки:

-
-

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 постоянного электрического напряжения установлено соответствие (несоответствие) величины опорного напряжения модуля _____ значению, указанному в документе предыдущей поверки.
 5.5 Результаты проверки абсолютной и относительной погрешности измерений напряжения модулем _____ представлены в таблице Б.1.

Таблица Б.1

в мВ

| U_k | U_+ | ΔU_+ | $\Delta U_{отн+}^{(*)}$ | U_- | ΔU_- | $\Delta U_{отн-}^{(*)}$ | $\Delta U_{доп}$ |
|-------|-------|--------------|-------------------------|-------|--------------|-------------------------|------------------|
| 0 | | | | | | | ± 0.0005 |
| 1 | | | | | | | ± 0.0006 |
| 10 | | | | | | | ± 0.0010 |
| 100 | | | | | | | ± 0.0055 |
| 1000 | | | | | | | ± 0.0505 |

- 5.6 При поверке термометра в качестве рабочего эталона постоянного электрического напряжения установлены значения нестабильности опорного напряжения модуля _____ за межповерочный интервал: vU_+ _____, vU_- _____.

Термометр соответствует (не соответствует) требованиям к рабочему эталону.

- 5.7 При поверке термометра в качестве рабочего эталона электрического сопротивления постоянного тока установлено соответствие (несоответствие) величин опорных сопротивлений (для режимов R1.0 и R0.1) модуля _____ значениям, указанным в документе предыдущей поверки.

5.8 Результаты проверки абсолютной и относительной погрешности измерений сопротивления модулем _____ представлены в таблице Б.2.

Таблица Б.2

в Ом

| R_H | $R_{мс}$ | $R_{1.0}$ | $\Delta R_{1.0}$ | $\Delta R_{отн\ 1.0}^{(*)}$ | $R_{0.1}$ | $\Delta R_{0.1}$ | $\Delta R_{отн\ 0.1}^{(*)}$ | $\Delta R_{доп}$ |
|---------|----------|-----------|------------------|-----------------------------|-----------|------------------|-----------------------------|------------------|
| 1.0 | | | | | — | — | — | ± 0.0002 |
| 10.0 | | | | | — | — | — | ± 0.0003 |
| 100.0 | | | | | — | — | — | ± 0.0012 |
| 1000.0 | | | | | — | — | — | ± 0.0102 |
| 100.0 | | — | — | — | | | | ± 0.0044 |
| 1000.0 | | — | — | — | | | | ± 0.0404 |
| 10000.0 | | — | — | — | | | | ± 0.4004 |

5.9 При поверке термометра в качестве рабочего эталона электрического сопротивления постоянного тока установлены значения нестабильности опорных сопротивлений модуля _____ за межповерочный интервал: $vR_{1.0}$ _____, $vR_{0.1}$ _____.

Термометр соответствует (не соответствует) требованиям к рабочему эталону.

5.10 При поверке термометра в качестве рабочего эталона температуры установлено значение нестабильности датчика температуры за межповерочный интервал _____ °С. Термометр соответствует (не соответствует) требованиям ГПС для средств измерений температуры.

5.11 Результаты проверки абсолютной погрешности измерений температуры с использованием датчика из комплекта поставки представлены в таблице Б.3.

Таблица Б.3

в °С

| t_y | Показания поверяемого (t) и эталонного ($t_э$) термометров при уставках температуры (t_y) | | | | |
|----------------------|---|---|-----|-----|-----|
| | -80 | 0 | 100 | 200 | 300 |
| $t_э$ | | | | | |
| t | | | | | |
| $\Delta t = t - t_э$ | | | | | |

5.12 Опорные значения напряжений и сопротивлений:

Модуль I — $U_{оп} =$ _____ $R_{1.0} =$ _____ $R_{0.1} =$ _____

Модуль II — $U_{оп} =$ _____ $R_{1.0} =$ _____ $R_{0.1} =$ _____

Модуль III — $U_{оп} =$ _____ $R_{1.0} =$ _____ $R_{0.1} =$ _____

Модуль IV — $U_{оп} =$ _____ $R_{1.0} =$ _____ $R_{0.1} =$ _____

5.13 Градуировочные коэффициенты датчика температуры:

$a_0 =$ _____ $a_1 =$ _____ $a_2 =$ _____ $a_3 =$ _____ $a_4 =$ _____

Заключение: _____

(годен/негоден)

Поверитель: _____

(подпись)

(Ф.И.О поверителя)

ПРИЛОЖЕНИЕ В. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ГРАДУИРОВОЧНЫХ КОЭФФИЦИЕНТОВ

В.1 Запись графиков изменения температуры и сопротивления

1 Устанавливают программное обеспечение «ТмКGraph», актуальную версию которого можно скачать по [ссылке](#):



Использование автономного ПО описано в документе «ТмКGraph. Руководство пользователя».

- 2 Подключают термометр к компьютеру с помощью USB кабеля из комплекта поставки.
- 3 После запуска программы в нижней строке главного окна отображается информация о подключении термометра и его заводской номер.
- 4 Во вкладке «Графики» ставят две галочки для регистрации графиков измеренного значения (V) и температуры (T) в столбце «Вкл» канала 1 модуля I.
- 5 Нажимают кнопку «Настройка» в верхней панели главного меню и, в раскрывшемся окне, устанавливают период опроса 2000 мс.
- 6 Включают регистрацию значений сопротивления и температуры кнопкой «Запись».
- 7 Останавливают регистрацию значений кнопкой «Стоп».
- 8 Рассчитывают средние арифметические значения сопротивления и температуры (см. «ТмКGraph. Руководство пользователя»).

В.2 Определение градуировочных коэффициентов датчика

- 1 Выполняют операции в соответствии с пунктами 2–3 (В.1).
- 2 Нажимают кнопку «Инструменты» в верхней панели главного меню и выбирают из выпадающего списка «Градуировка ТСП (полином)».
- 3 Заполняют столбцы таблицы «Расчет коэффициентов полинома»:
 - столбец «Т_{ЭТАЛОН}» — вносят средние арифметические значения температур, измеренные эталонным термометром;
 - столбец «R» — средние арифметические значения сопротивлений, измеренные датчиком термометра.
- 4 Запускают процедуру вычисления градуировочных коэффициентов нажатием кнопки «Рассчитать». После расчета в поле «Коэффициенты» отображаются значения коэффициентов, которые автоматически копируются в буфер обмена. В столбце «Δ» отображаются значения ошибок аппроксимации: $\Delta = T_{\text{ЭТАЛОН}} - T_{\text{РАСЧ}}$, где $T_{\text{РАСЧ}}$ — температура, вычисленная с использованием градуировочных коэффициентов по формуле:

$$T_{\text{расч}} = a_0 + a_1 \cdot R + a_2 \cdot R^2 + a_3 \cdot R^3 + a_4 \cdot R^4$$

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 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 вы-

полняя расчет. Для исключения из расчетов температурной точки, необходимо отметить соответствующую строку символом «х». Когда «выпавшая» точка будет найдена, ошибка аппроксимации станет меньше допустимой погрешности измерений для всех оставшихся точек. После этого следует повторить снятие показаний в «выпавшей» температурной точке, исключив все возможные факторы, которые могли привести к ошибке. Полученные средние значения сопротивления и температуры внести в таблицу и заново выполнить расчет градуировочных коэффициентов.

Значения ошибок аппроксимации не должны превышать пределы допустимой абсолютной погрешности измерений температуры.

5 Скопированные в буфер обмена градуировочные коэффициенты фиксируют в документе поверки и нажатием кнопки «Записать» записывают в термометр, указав в качестве получателя канал 1 модуля I.