

ТЕРМОМЕТРЫ СОПРОТИВЛЕНИЯ ПЛАТИНОВЫЕ
ЭТАЛОННЫЕ 1-го РАЗРЯДА
ЭТС-5М

Руководство по эксплуатации и паспорт

НКГЖ.408717.376РЭ

СОДЕРЖАНИЕ

1. Общие указания	3
2. Основные сведения об изделии	4
3. Основные технические данные и характеристики	4
4. Комплектность	8
5. Устройство и работа изделий	8
6. Указания мер безопасности	9
7. Подготовка к работе	9
8. Порядок работы	10
9. Техническое обслуживание	10
10. Методика поверки	11
11. Транспортирование и хранение	11
12. Возможные неисправности и методы их устранения	12
13. Свидетельство о приемке	12
14. Свидетельство об упаковывании	13
15. Гарантии изготовителя	13
16. Сведения о рекламациях	13
17. Учет работы	15
18. Периодический контроль основных эксплуатационно- -технических характеристик	16
Приложение А Конструкция и габаритные размеры термометра	17
Приложение Б Вычисление температуры по измеренному сопротивлению термометра и его градуировочным характеристикам	18

ВНИМАНИЕ!

При эксплуатации термометров сопротивления платиновых эталонных 1-го разряда ЭТС-5М не допускается подвергать их:

- резкому воздействию перепада температур, охлаждение и нагрев должны быть постепенными во избежание обрыва чувствительного элемента;*
- механическим воздействиям во избежание замыкания витков чувствительного элемента.*

1. ОБЩИЕ УКАЗАНИЯ

1.1 Данное руководство по эксплуатации и паспорт (РЭ) предназначено для изучения принципа действия, правил хранения, эксплуатации и технического обслуживания термометров сопротивления платиновых эталонных 1-го разряда ЭТС-5М (далее - термометры).

РЭ содержит сведения, отражающие техническое состояние термометров после изготовления и в процессе эксплуатации, а также сведения, удостоверяющие гарантии изготовителя.

1.2 Перед началом работы с термометрами необходимо ознакомиться с РЭ.

1.3 РЭ должно постоянно находиться с термометрами.

1.4 При записи в РЭ не допускаются записи карандашом, смывающимися чернилами и подчистки.

1.5 Неправильная запись должна быть аккуратно зачеркнута и рядом записана новая, которую заверяет ответственное лицо. После подписи проставляется фамилия и инициалы ответственного лица (вместо подписи допускается проставлять личный штамп исполнителя).

1.6 Повторная (периодическая) поверка термометров производится только при наличии РЭ.

1.7 Учет работы производят в тех же единицах, в которых указан ресурс работы.

1.8 При передаче термометров на другое предприятие итоговые суммирующие записи по наработке заверяются печатью предприятия, передающего изделие.

2. ОСНОВНЫЕ СВЕДЕНИЯ ОБ ИЗДЕЛИИ

2.1. Термометр сопротивления платиновый эталонный ЭТС–5М, наружный диаметр погружаемой рабочей части 6 мм.

2.2. Изготовлен НПП «ЭЛЕМЕР»

2.3. Заводской номер _____

2.4. Диапазон измеряемых температур от минус 196 до плюс 419,527 °С

2.5. Разряд первый

2.6. Дата изготовления _____

2.7. Свидетельство _____, Госреестр № _____

2.8. Чувствительный элемент термометра изготовлен из платиновой проволоки марки Пл0 по ГОСТ 21007-2014.

Термометр содержит: _____ г платины.

2.9. Защитная арматура (охранная трубка) термометра изготовлена из сплава INCONEL alloy 600.

2.10. Номинальное сопротивление R_0 термометра при температуре тройной точки воды ($R_{ТТВ}$): _____ Ом.

2.11. Схема соединения внутренних проводов термометра – четырехпроводная.

2.12. Способ контакта с окружающей средой - погружаемый.

3. ОСНОВНЫЕ ТЕХНИЧЕСКИЕ ДАННЫЕ И ХАРАКТЕРИСТИКИ

3.1. Термометр предназначен для измерений температуры жидких и газообразных сред в диапазоне от минус 196 до плюс 419,527 °С, а также как рабочий эталон единицы температуры 1-го разряда при поверке эталонных и рабочих средств измерений температуры.

Примечание - Допускается, по согласованию с заказчиком, выпускать термометры с рабочим диапазоном измеряемых температур, находящимся внутри приведенного выше диапазона.

3.2. Условия эксплуатации соответствуют нормальным условиям измерений:

- | | |
|--|-----------|
| – температура окружающего воздуха, °С | 20 ± 5 |
| – относительная влажность окружающего воздуха, % | 30 – 80 |
| – атмосферное давление, кПа | 84 – 106. |

3.3. Габаритные размеры термометра приведены в Приложении А.

3.4. Номинальное сопротивление термометра при температуре тройной точки воды ($R_{ТТВ}$): $(10 \pm 0,2)$ или $(25 \pm 0,5)$ Ом.

3.5. Значение относительного сопротивления термометров, определяемое как отношение сопротивления термометра при данной температуре (R_t) к его сопротивлению в тройной точке воды ($R_{ТТВ}$), соответствует следующим значениям:

- при температуре плавления галлия (W_{Ga}) не менее 1,11807;
- в тройной точке ртути (W_{Hg}) не более 0,844235.

3.6. Нестабильность

Изменение сопротивления термометра в тройной точке воды ($\Delta R_{ТТВ}$) после выдержки в течение 5 ч при температуре верхнего предела измерений не превышает в температурном эквиваленте $\pm 0,001$ °С.

3.7. Значение доверительной погрешности термометра при доверительной вероятности 0,95 при измерениях в диапазоне применения ниже 0 °С и в реперных точках приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Значения доверительной погрешности

Доверительная погрешность термометров при доверительной вероятности 0,95 °С, не более:					
Температура кипения азота (минус 196 °С)	в тройной точке воды 0,01 °С	в точке плавления галлия 29,7646 °С	в точке затвердевания индия 156,5985 °С	в точке затвердевания олова 231,928 °С	в точке затвердевания цинка 419,527 °С
0,006	0,002	0,002	0,005	0,005	0,01

3.8. Зависимость сопротивления термометра от температуры в соответствии с Международной температурной шкалой МТШ-90 выражается в виде суммы стандартной функции и функции отклонения:

$$W(T) = W_r(T) + \Delta W(T)$$

где стандартная функция $W_r(T)$ имеет вид в диапазоне от 0 °С до 961,78 °С:

$$W_r(T_{90}) = C_0 + \sum_{i=1}^9 C_i \left[\frac{T_{90}/K - 754,15}{481} \right]^i$$

и в диапазоне от 13,8033 до 273,16 К :

$$\ln[W_r(T_{90})] = A_0 + \sum_{i=1}^{12} A_i \left[\frac{\ln(T_{90}/273,16 K) + 1,5}{1,5} \right]^i$$

Значение коэффициентов C_0, C_i, A_0, A_i :

$A_0 = -2.13534729$	$C_0 = 2.78157254$
$A_1 = 3.1832472$	$C_1 = 1.64650916$
$A_2 = -1.80143597$	$C_2 = -0.1371439$
$A_3 = 0.71727204$	$C_3 = -0.00649767$
$A_4 = -0.50344027$	$C_4 = -0.00234444$
$A_5 = -0.61899395$	$C_5 = 0.00511868$
$A_6 = -0.05332322$	$C_6 = 0.00187982$
$A_7 = 0.28021362$	$C_7 = -0.00204472$
$A_8 = 0.10715224$	$C_8 = -0.00046122$
$A_9 = -0.29302865$	$C_9 = 0.00045724$
$A_{10} = 0.04459872$	
$A_{11} = 0.11868632$	
$A_{12} = -0.05248134$	

В диапазоне температур от минус 196 до 0 °С эквивалентная в пределах 0,1 мК обратная функция $T(W_r)$ имеет вид:

$$T_{90}/273,16 K = B_0 + \sum_{i=1}^{15} B_i \left[\frac{W_i(T_{90})^{1/6} - 0,65}{0,35} \right]^i$$

В диапазоне температур от 0 до 961,78 °С эквивалентная в пределах 0,13 мК обратная функция $T(W_r)$ имеет вид:

$$T_{90}/K - 273,15 = D_0 + \sum_{i=1}^9 D_i \left[\frac{W_r(T_{90}) - 2,64}{1,64} \right]^i$$

Значение коэффициентов B_0, B_i, D_0, D_i :

$B_0 = 0,183324722$	$B_8 = 0,075291522$	$D_0 = 439.932854$	$D_5 = 0.005184$
$B_1 = 0,240975303$	$B_9 = -0,056470670$	$D_1 = 472.418020$	$D_6 = -0.963864$
$B_2 = 0,209108771$	$B_{10} = 0,076201285$	$D_2 = 37.684494$	$D_7 = -0.188732$
$B_3 = 0,190439972$	$B_{11} = 0,123893204$	$D_3 = 7.472018$	$D_8 = 0.191203$
$B_4 = 0,142648498$	$B_{12} = -0,029201193$	$D_4 = 2.920828$	$D_9 = 0.049025$
$B_5 = 0,077993465$	$B_{13} = -0,091173542$		
$B_6 = 0,012475611$	$B_{14} = 0,001317696$		
$B_7 = -0,032267127$	$B_{15} = 0,026025526$		

Вид функции отклонения $\Delta W(T)$ для различных диапазонов температур приведен в таблице 2:

Таблица 2 – Значения $\Delta W(T)$ в зависимости от диапазона температур

Диапазон температур	Функции отклонения $\Delta W(T)$
0,01 — 419,527 °С	$\Delta W = a \cdot (Wt - 1) + b \cdot (Wt - 1)^2$
0,01 — 231,928 °С	$\Delta W = a \cdot (Wt - 1) + b \cdot (Wt - 1)^2$
0,01 — 156,5985 °С	$\Delta W = a \cdot (Wt - 1)$
0,01 — 29,7646 °С	$\Delta W = a \cdot (Wt - 1)$
Минус 196 — 0,01 °С	$\Delta W = M \cdot (Wt - 1)$
Примечание: Коэффициенты a , b и M определяются методом индивидуальной градуировки в реперных точках.	

3.9. Измерительный ток термометра ($1 \pm 0,1$) мА.

3.10. Электрическое сопротивление изоляции между выводами и корпусом термометра при температуре окружающей среды (20 ± 5) °С и относительной влажности воздуха (60 ± 15) % не менее 100 МОм.

3.11. По условиям эксплуатации термометр соответствует климатическим условиям УХЛ4 по ГОСТ 15150-69.

3.12. Масса термометра не более 0,09 кг.

3.13. Вероятность безотказной работы термометра за 1000 ч или 50 циклов охлаждение-нагрев от крайней температуры рабочего диапазона до (20 ± 5) °С при доверительной вероятности $P = 0,8$ - не менее 0,85.

3.14. Средняя наработка на отказ – не менее 1000 ч.

3.15. Срок службы - не менее 5 лет.

4. КОМПЛЕКТНОСТЬ

4.1. Комплектность поставки термометра должна соответствовать указанной в таблице 3.

Таблица 3 – Комплектность

Наименование	Обозначение	Кол-во	Примечание
Термометры сопротивления платиновые эталонные ЭТС-5М	НКГЖ.408717.376	1 шт.	
Кабель измерительный КИ №1	НКГЖ.685631.245	1 шт.	Длина 1,5 м
Термометры сопротивления платиновые эталонные ЭТС-5М 1-го разряда. Руководство по эксплуатации и паспорт	НКГЖ.408717.376РЭ	1 экз.	
Свидетельство о поверке		1 экз.	
Футляр		1 шт.	

5. УСТРОЙСТВО И РАБОТА ИЗДЕЛИЯ

5.1. Принцип действия термометра основан на зависимости электрического сопротивления платины, из которой изготовлен чувствительный элемент, от температуры.

5.2. Основной частью термометра является чувствительный элемент.

Чувствительный элемент представляет собой резистор в виде спирали из проволоки, размещенной в кварцевых трубках. К каждому концу спирали приварены по два вывода, идущих к головке термометра и служащих для подсоединения термометра к электроизмерительной аппаратуре. Для изоляции выводных проводников применены кварцевые капилляры. По длине выводов установлены экранные шайбы из кварцевого стекла.

Чувствительный элемент с выводами помещен в герметизированную защитную металлическую пробирку, на которой закреплена головка термометра с выводами.

5.3. Измерение сопротивления термометра осуществляется по четырехпроводной схеме. Термометр имеет четыре вывода - два токовых и два потенциальных. В каждой паре выбор токовых и потенциальных выводов - произвольный. Для измерения сопротивления термометра рекомендуется применять электроизмерительную аппаратуру, обеспечивающую измерение сопротивления термометра, с погрешностью не более $\pm 0,0003$ %.

Температуру определяют по измеренному сопротивлению термометра по методике, изложенной в Приложении Б (методика ГОСТ 8.568-99, Приложения А и Б).

- 5.4. На корпусе термометра нанесены:
- товарный знак предприятия-изготовителя
 - тип термометра;
 - заводской номер.

6. УКАЗАНИЯ МЕР БЕЗОПАСНОСТИ

6.1. К работе с термометром допускаются лица, имеющие необходимую квалификацию, обученные правилам техники безопасности при работе с термометрами, изучившие эксплуатационную документацию на термометр.

6.2. При работе с термометром необходимо также соблюдать меры безопасности, изложенные в технической документации на используемые средства измерений и термометры.

6.3. При работе с термометром запрещается прикасаться к нагретым их частям, имеющим температуру выше 50 °С во избежание получения ожогов, а также запрещается помещать нагретый термометр на легковоспламеняющуюся поверхность во избежание возгораний.

6.4. При работе с жидким азотом необходимо пользоваться средствами индивидуальной защиты и соблюдать осторожность, так как попадание жидкости на незащищенные участки кожного покрова и слизистые оболочки приводит к тяжелым обморожениям и ожогам.

6.5. При работе с ампулами тройной точки воды следует соблюдать особую осторожность. Работать с ампулами разрешается только в защитных очках.

6.6. В помещении, в котором проводят поверку, категорически запрещается курить, пользоваться огнем, хранить огнеопасные и горючие вещества и материалы.

6.7. Все работы по обслуживанию и ремонту термометра проводить только при достижении всеми его частями температуры (25±10) °С.

7. ПОДГОТОВКА К РАБОТЕ

7.1. Проверить комплектность термометра в соответствии с разделом 4 настоящего РЭ.

7.2. Проверить соответствие номера термометра в РЭ (см. раздел 13 «Свидетельство о приемке») и на корпусе термометра (или бирке).

7.3. Убедиться путем внешнего осмотра в том, что нет обрывов подводящих проводов, трещин, загрязнений.

При наличии загрязнений с целью их устранения, перед погружением термометра в устройства реализации реперных точек или печь, протрите защитную трубку термометра спиртом-ректификатом ГОСТ Р 55878-2013.

7.4. Проверить электрическую цепь термометра цифровым мультиметром. Обрыва в цепи не должно быть.

8. ПОРЯДОК РАБОТЫ

8.1. Записать время начала работы с термометром в РЭ (таблица 6).

8.2. Поместить термометр в среду, температуру которой необходимо определить, и подключить термометр к электрической цепи измерительной схемы (измерительной аппаратуры). Глубина погружения термометра при эксплуатации не менее 160 мм.

8.3. Установить измерительный ток через термометр согласно п. 3.9.

8.4. Провести измерение сопротивления термометра в соответствии с ЭД на используемую электроизмерительную аппаратуру (прибор).

8.5. Температуру определить по измеренному сопротивлению термометра по методике, изложенной в Приложении Б (методика ГОСТ 8.568-99, Приложения А и Б).

8.6. После окончания измерений удалить термометр из измеряемой среды и охладить (нагреть) его на воздухе до нормальной температуры.

9. ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ

9.1. Перед погружением термометра в печь, термостат или устройство для воспроизведения реперных точек необходимо протереть корпус термометра спиртом-ректификатом ГОСТ Р 55878-2013 и проконтролировать отсутствие на корпусе загрязнений в виде масла, тканевых ворсинок и т.п.

9.2. После проведения измерений и при достижении всеми частями термометра безопасной температуры (см. п. 6.3), корпус термометра обтереть ветошью и протереть спиртом - ректификатом ГОСТ Р 55878-2013.

10. МЕТОДИКА ПОВЕРКИ

10.1. Поверке подлежат все вновь выпускаемые, выходящие из ремонта и находящиеся в эксплуатации термометры.

10.2. Поверку термометров проводят органы Государственной метрологической службы или другие уполномоченные организации, имеющие право поверки. Периодическая поверка термометра проводится после наработки 1000 ч при максимальной температуре, но не реже одного раза в год.

10.3. Поверка термометров проводится согласно ГОСТ Р 8.571-98.

11. ТРАНСПОРТИРОВАНИЕ И ХРАНЕНИЕ

11.1. Транспортирование термометров производится в упаковке предприятия-изготовителя и может осуществляться любым видом закрытого транспорта на любые расстояния при соблюдении условий транспортирования Л по ГОСТ 23170-78.

11.2. Транспортирование осуществляется в соответствии с действующими на данном транспорте правилами.

11.3. Климатические условия транспортирования соответствуют условиям 3 по ГОСТ 15150-69.

11.4. Термометры должны храниться в упаковке предприятия-изготовителя в помещениях, соответствующих условиям 3 по ГОСТ 15150-69.

Воздух помещения не должен содержать агрессивных примесей.

11.4.1. Без упаковки термометр допускается хранить при температуре окружающего воздуха от 5 до 60 °С и относительной влажности от 30 до 80 %.

В помещениях для хранения не должно быть пыли, паров кислот и щелочей, агрессивных газов и других вредных примесей, вызывающих коррозию.

12. ВОЗМОЖНЫЕ НЕИСПРАВНОСТИ И СПОСОБЫ ИХ УСТРАНЕНИЯ

12.1. Возможные неисправности термометра, причины и методы их устранения приведены в таблице 4.

Таблица 4

Наименование неисправности, внешнее проявление и дополнительные признаки	Вероятная причина	Метод устранения	Примечание
1. Нарушение сопротивления изоляции. 2. При измерении сопротивления термометра наблюдаются неустойчивые показания, забросы. 3. Отсутствует контакт в месте подключения термометра.	Попадание влаги или загрязнение на контактах соединения термометра с измерительной схемой.	Проверить и обеспечить надежный контакт. Промыть контакты соединения спиртом-ректификатом ГОСТ Р 55878-2013, просушить при температуре $(65 \pm 5) ^\circ\text{C}$	

13. СВИДЕТЕЛЬСТВО О ПРИЕМКЕ

Термометр сопротивления платиновый эталонный ЭТС – 5М заводской номер _____ изготовлен и принят в соответствии с обязательными требованиями государственных стандартов, действующей технической документацией и признан годным к эксплуатации.

Начальник ОТК

М.П.

(личная подпись)

(расшифровка подписи)

(год, месяц, число)

14. СВИДЕТЕЛЬСТВО ОБ УПАКОВЫВАНИИ

Термометр сопротивления платиновый эталонный ЭТС – 5М заводской номер _____ упакован научно-производственным предприятием «ЭЛЕМЕР» согласно требованиям, предусмотренным в действующей технической документации.

(должность) _____
(личная подпись) _____
(расшифровка подписи)

(год, месяц, число)

15. ГАРАНТИИ ИЗГОТОВИТЕЛЯ

15.1. Изготовитель гарантирует соответствие термометра требованиям технических условий НКГЖ.408717.376 при соблюдении правил транспортирования, хранения и эксплуатации.

15.2. Гарантийный срок эксплуатации – 12 месяцев со дня продажи, при наработке, не превышающей 1000 ч или 50 циклов охлаждения – нагрев.

15.3. Гарантия не распространяется на термометры с механическими повреждениями.

16. СВЕДЕНИЯ О РЕКЛАМАЦИЯХ

16.1. При отказе в работе или неисправности термометров в период гарантийных обязательств потребителем должен быть составлен акт. Акт высылается предприятию-изготовителю для решения вопроса о порядке устранения неисправности или о замене изделия.

Адрес предприятия - изготовителя:

124489, Россия, г. Москва, г. Зеленоград,
проезд 4807-й, д. 7, стр. 1, НПП «ЭЛЕМЕР»
Тел.: (495) 987-12-38
Факс: (499) 735-14-02
E-mail: elemer@elemer.ru

16.2. В акте приводятся следующие сведения:

- зав. номер, дата выпуска и ввода в эксплуатацию термометра;
- характер дефекта;
- номер Вашего контактного телефона и адрес.

16.3. Все предъявленные рекламации регистрируются в таблице 5.

Таблица 5

Краткое содержание рекламации	Меры, принятые по рекламации	Дата, подпись лица, ответственного за эксплуатацию

16.4. Без гарантийного талона с заполненной ремонтной картой термометры в ремонт не принимаются.

17. УЧЕТ РАБОТЫ

17.1. Учет работы термометров следует вести в таблице 6.

Таблица 6

Дата	Время		Кол-во часов и циклов	Наработка с начала эксплуатации (часов и циклов)	Подпись лица проводившего работу	Должность, фамилия и подпись ведущего РЭ
	начала работы	окончания работы				

Примечание - Форму заполняют во время эксплуатации термометров.

18. ПЕРИОДИЧЕСКИЙ КОНТРОЛЬ ОСНОВНЫХ ЭКСПЛУАТАЦИОННО-ТЕХНИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК

18.1. Сведения по результатам первичной и периодических поверок (градуировочные характеристики) приводятся в таблице 7.

Таблица 7

Поверяемая характеристика	Дата проведения измерений и результаты		
	_____20__г.	_____20__г.	_____20__г.
Наименование	Фактическое значение	Фактическое значение	Фактическое значение
Сопротивление в тройной точке воды R _{ттв} , Ом			
Относительное сопротивление в точке плавления галлия W _{ТПGa}			
Значение констант функции отклонения по результатам градуировки термометра (согласно ГОСТ Р 8.571-98 а b M			

П р и м е ч а н и е - При поверке термометр градуируют в реперных точках, лежащих в пределах рабочего диапазона термометра, и необходимых для расчета коэффициентов функции отклонения МТШ-90.

ПРИЛОЖЕНИЕ А

КОНСТРУКЦИЯ И ГАБАРИТНЫЕ РАЗМЕРЫ ТЕРМОМЕТРА

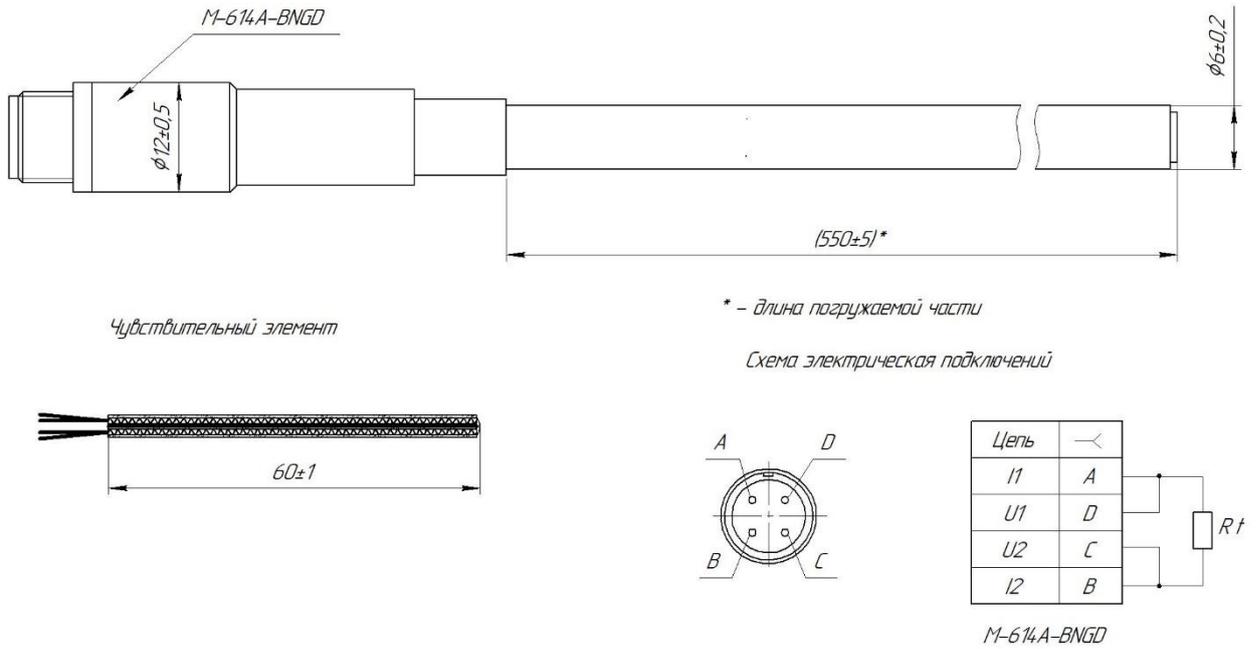


Рисунок А.1 – Конструкция и габаритные размеры термометра ЭТС-5М

ПРИЛОЖЕНИЕ Б

Вычисление температуры по измеренному сопротивлению термометра и его градуировочным характеристикам

Б.1. По измеренному сопротивлению термометра R , Ом, рассчитывают относительное сопротивление

$$W_t = \frac{R}{R_T} \quad (\text{Б.1})$$

R_T – сопротивление термометра в тройной точке воды, Ом (из свидетельства о поверке).

Б.2. Рассчитывают значение поправки ΔW к стандартной функции W_{St} , используя формулу поправочной функции $\Delta W = f(W_t - 1)$ и коэффициенты из свидетельства о поверке, соответствующие диапазону измерения.

Б.3. Рассчитывают стандартное относительное сопротивление W_{St} по формуле:

$$W_{St} = W_t - \Delta W \quad (\text{Б.2})$$

Б.4. Рассчитывают температуру по формулам:

- при температуре от минус 200 °С до 0 °С (при $W(T) < 1$):

$$\frac{T_{90}}{273.16} = B_0 + \sum_{i=1}^{i=15} B_i \cdot \left[\frac{W_{St}^{\frac{1}{6}} - 0.65}{0.35} \right]^i \quad (\text{Б.3})$$

- при температуре выше 0 °С (при $W(T) \geq 1$):

$$T_{90} - 273.15 = D_0 + \sum_{i=1}^{i=9} D_i \cdot \left[\frac{W_{St} - 2.64}{1.64} \right]^i \quad (\text{Б.4})$$

В формулах (Б.3) и (Б.4) T_{90} – температура в градусах Кельвина.

Коэффициенты B и D приведены в таблице Б.1.

Таблица Б.1

i	B	D
0	0.183324722	439.932854
1	0.240975303	472.41802
2	0.209108771	37.684494
3	0.190439972	7.472018
4	0.142648498	2.920828
5	0.077993465	0.005184
6	0.012475611	-0.963864
7	-0.032267127	-0.188732
8	-0.075291522	0.191203
9	-0.05647067	0.049025
10	0.076201285	
11	0.123893204	
12	-0.029201193	
13	-0.091173542	
14	0.001317696	
15	0.026025526	

