

УТВЕРЖДАЮ

в части раздела 4  
«Методика поверки»  
Руководитель ИЦ  
ФГУП «ВНИИМС»

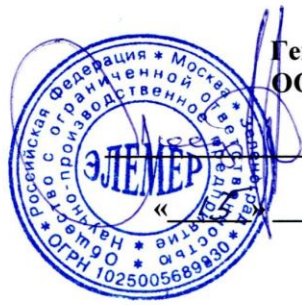


В.Н. Яншин

« 15 » 04 2015 г.

УТВЕРЖДАЮ

Генеральный директор  
ООО НПП «ЭЛЕМЕР»



В.М. Окладников

« 15 » 04 2015 г.



EAC

## ТЕРМОМЕТР ЦИФРОВОЙ ЭТАЛОННЫЙ

### ТЦЭ-005/МЗ

Руководство по эксплуатации

НКГЖ.405591.007-02РЭ

## СОДЕРЖАНИЕ

1.	ВВЕДЕНИЕ.....	3
2.	ОПИСАНИЕ И РАБОТА.....	3
2.1	Назначение изделия.....	3
2.2.	Технические характеристики.....	4
2.3.	Состав изделия.....	8
2.4.	Устройство и работа.....	9
2.5.	Параметры конфигурации.....	9
2.6.	Маркировка и пломбирование.....	15
2.7.	Упаковка.....	15
3.	ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ИЗДЕЛИЯ ПО НАЗНАЧЕНИЮ.....	16
3.1.	Подготовка изделия к использованию.....	16
3.2	Использование изделия.....	17
4.	МЕТОДИКА ПОВЕРКИ.....	22
5.	ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ.....	35
6.	ХРАНЕНИЕ.....	36
7.	ТРАНСПОРТИРОВАНИЕ.....	36
8.	УТИЛИЗАЦИЯ.....	36
	ПРИЛОЖЕНИЕ А. Форма заказа.....	37
	ПРИЛОЖЕНИЕ Б. Определение коэффициентов функции Каллендара Ван Дюзена.....	43
	ПРИЛОЖЕНИЕ В. Схема электрическая подключений.....	44

## 1. ВВЕДЕНИЕ

1.1. Руководство по эксплуатации содержит сведения о конструкции, принципе действия, характеристиках термометра цифрового эталонного ТЦЭ-005/МЗ (далее - ТЦЭ) и указания, необходимые для правильной и безопасной его эксплуатации.

## 2. ОПИСАНИЕ И РАБОТА

### 2.1. Назначение изделия

2.1.1. ТЦЭ предназначен для измерений температуры и сопротивления термопреобразователей сопротивления платиновых (ТСП) по ГОСТ 6651-2009 и МЭК 60751 (2008-07), термометров сопротивления платиновых вибропрочных эталонных ПТСВ (2-го и 3-го разрядов) по ТУ 4211-041-13282997-2002, ТУ 4211-118-13282997-2014, ТУ 4211-120-13282997-201, а также ТСП с индивидуальными статическими характеристиками (ИСХ).

2.1.1.1. В состав ТЦЭ входят первичные преобразователи, приведенные в таблице 2.3 и приложении А.

2.1.1.2. Измерительный блок ТЦЭ может работать с первичными преобразователями общего назначения, ИСХ которых приведены в таблице 2.2.

2.1.2. ТЦЭ используется в качестве эталонного (образцового) средства измерений при поверке средств измерений температуры в соответствии с Государственной поверочной схемой по ГОСТ 8.558-2009, а также в качестве высокоточного рабочего средства измерений при калибровке, поверке и настройке рабочих средств измерений в лабораторных и промышленных условиях.

2.1.3. ТЦЭ является микропроцессорным переконфигурируемым потребителем прибором. Просмотр и изменение параметров конфигурации ТЦЭ производится с помощью программы «Настройка ТЦЭ» при подключении прибора к компьютеру (ПК). Связь ТЦЭ с ПК осуществляется по интерфейсу USB 2.0 при помощи преобразователя интерфейса «МИГР-05U-2».

2.1.4. В соответствии с ГОСТ 9736-91 ТЦЭ является:

- |  |                             |
|--|-----------------------------|
| - по числу преобразуемых входных сигналов  | – двухканальным;            |
| - по связи между входными каналами   | – с гальванической связью;  |
| - по связи между входными каналами и USB – интерфейсом при использовании преобразователя интерфейса «МИГР-05U-2» | – без гальванической связи; |
| - по связи между электрическими цепями и корпусом  | – без гальванической связи. |

2.1.5. ТЦЭ независимо по двум каналам преобразует измеренные значения сопротивлений ТСП в значения температуры по номинальным статическим

характеристикам (НСХ) в соответствии с ГОСТ 6651-2009 и МЭК 751-85, а также по ИСХ, представленным в виде функции Каллендара - Ван Дюзена или функций отклонения от полиномов МТШ-90 в соответствии с ГОСТ 8.461-2009.

2.1.6. ТЦЭ вычисляет разность температур и сопротивлений, подключенных к нему ТСП или ПТСВ (первичных преобразователей).

2.1.7. ТЦЭ обеспечивает возможность работы с внешним эталонным резистором номиналом 100 Ом, подключаемой к ТЦЭ.

2.1.8. ТЦЭ имеет встроенный эталонный резистор с номинальным значением сопротивления 100 Ом.

2.1.9. В соответствии с ГОСТ 14254-96 степень защиты от попадания внутрь ТЦЭ твердых тел, пыли и воды IP65.

2.1.10. В соответствии с ГОСТ Р 52931-2008 по устойчивости к климатическим воздействиям при эксплуатации ТЦЭ соответствует группе исполнения В1, но в расширенной области температур от 0 до плюс 35 °С.

2.1.11. В соответствии с ГОСТ Р 50746-2000 по устойчивости к радиочастотному электромагнитному полю ТЦЭ соответствует группе II, критерию качества функционирования А.

## 2.2. Технические характеристики

2.2.1. Диапазон измерений сопротивления: от 0 до 375 Ом.

**П р и м е ч а н и е** – В качестве эталонного резистора можно применять меру электрического сопротивления МС3005.

2.2.2. Диапазоны измерений и пределы допускаемых основных абсолютных погрешностей измеряемых величин приведены в таблице 2.1.

Таблица 2.1 –Режим измерений сопротивления

Диапазон измерений сопротивления, Ом	Пределы допускаемой основной абсолютной погрешности измерения сопротивления $\Delta R_t^*$ , Ом
0...100	$\pm 0,001$
100...375	$\pm(0,001 \times R/100)$

**П р и м е ч а н и я**  
 1 R - значение измеряемого сопротивления, Ом.  
 2 \* - Расширенная неопределенность измерения сопротивления не превышает  $\Delta R_t$  при значении параметра «Количество усреднений» (п. 2.5.3.1) равном или большем 16.

2.2.2.1. Номинальное значение сопротивления внешнего эталонного резистора составляет 100 Ом.

2.2.2.2. Пределы допускаемой основной относительной погрешности сопротивления внешнего эталонного резистора не превышают  $\pm 0,0005$  %.

Таблица 2.2 – Режим измерений температуры с первичными преобразователями общего назначения

НСХ первичного преобразователя (ТСП)	$\alpha, \text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$ ( $W_{100}$ )	Номинальное значение сопротивления эталонного резистора, Ом	Диапазон измерений температуры, $^{\circ}\text{C}$	Входные параметры по НСХ		Пределы допускаемой основной абсолютной погрешности измерений температуры относительно НСХ*, $^{\circ}\text{C}$
				сопротивление, Ом		
Pt50	0,00385 (1,3850)	100	-200...+260	9,260... 98,856		$\pm 0,006$
			+260...+850	98,856...195,241		$\pm(0,006 + 1,5 \cdot 10^{-5} \times ( t  - 260))$
Pt100	0,00385 (1,3850)	100	-200...0	18,52...100,00		$\pm 0,003$
			0...+780	100,00...369,71		$\pm(0,003 + 1,5 \cdot 10^{-5} \times  t )$
50П (Pt'50)	1,3910 (0,00391)	100	-200...+260	8,62...99,625		$\pm 0,006$
			+260...+850	99,625...197,58		$\pm(0,006 + 1,5 \cdot 10^{-5} \times ( t  - 260))$
100П (Pt'100)	1,3910 (0,00391)	100	-200...0	17,24...100,00		$\pm 0,003$
			0...+780	100,00...374,05		$\pm(0,003 + 1,5 \cdot 10^{-5} \times  t )$

**П р и м е ч а н и я**  
 1 \* - Расширенная неопределенность измерения температуры не превышает пределов допускаемой основной абсолютной погрешности измерений температуры относительно НСХ.  
 2 t - значение измеряемой температуры,  $^{\circ}\text{C}$ .  
 3 Пределы рассчитаны по НСХ с учетом погрешностей, указанных в таблице 2.1.

2.2.3. Тип первичного преобразователя ПТСВ, значение относительного сопротивления ПТСВ, диапазон измерений, пределы допускаемой основной абсолютной погрешности соответствуют приведенным в таблицах 2.3-2.5.

Таблица 2.3 – Режим измерений температуры ТЦЭ-005 в комплекте с ПТСВ, регистрационный № 32777-06

Тип первичного преобразователя	Основные метрологические характеристики ТЦЭ-005 в комплекте с ПТСВ				
	Относительное сопротивление ПТСВ		$W_{100}$ , не менее	Диапазон измерений, $^{\circ}\text{C}$	Пределы доверительной погрешности при доверительной вероятности 0,95*, $^{\circ}\text{C}$
	$W_{Ga}$ , не менее	$W_{Hg}$ , не менее			
ПТСВ-1 (2-го разряда)	1,11795	0,844235	1,3924	-50...0	$\pm 0,02$
				0...+30	$\pm 0,01$
				+30...+150	$\pm 0,02$
				+150...+230	$\pm 0,02$
				+230...+420	$\pm 0,02$
ПТСВ-1 (3-го разряда)	1,11795	0,844235	1,3924	+420...+450	$\pm 0,02$
				-50...0	$\pm 0,03$
				0...+30	$\pm 0,02$
				+30...+150	$\pm 0,03$
				+150...+230	$\pm 0,04$
ПТСВ-2 (3-го разряда)	1,11795	0,844235	1,3924	+230...+420	$\pm 0,04$
				+420...+450	$\pm 0,04$
				-200...-50	$\pm 0,05$
				-50...0	$\pm 0,03$
				0...30	$\pm 0,02$
ПТСВ-3 (3-го разряда)	1,11795	0,844235	1,3924	30...+150	$\pm 0,03$
				+150...+230	$\pm 0,04$
				+230...+420	$\pm 0,04$
				+420...+450	$\pm 0,04$
				+450...+500	$\pm 0,07$
				-50...0	$\pm 0,03$

Продолжение таблицы 2.3

Тип первичного преобразователя	Основные метрологические характеристики ТЦЭ-005 в комплекте с ПТСВ				
	Относительное сопротивление ПТСВ		W <sub>100</sub> , не менее	Диапазон измерений, °С	Пределы доверительной погрешности при доверительной вероятности 0,95*, °С
	W <sub>Ga</sub> , не менее	W <sub>Hg</sub> , не менее			
ПТСВ-4 (2-го разряда)	1,11795	0,844235	1,3924	-50...0	<u>±0,02</u>
				0...+30	<u>±0,01</u>
				+30...+150	<u>±0,02</u>
				+150...+230	<u>±0,02</u>
ПТСВ-4 (3-го разряда)	1,11795	0,844235	1,3924	-50...0	<u>±0,03</u>
				0...+30	<u>±0,02</u>
				+30...+150	<u>±0,03</u>
				+150...+230	<u>±0,04</u>
ПТСВ-5 (3-го разряда)	1,11750	0,844990	1,3908	-50...0	<u>±0,03</u>
				0...+30	<u>±0,02</u>
				+30...+150	<u>±0,03</u>
				+150...+230	<u>±0,04</u>

Таблица 2.4 – Режим измерений температуры ТЦЭ-005 в комплекте с ПТСВ 2-го и 3-го разрядов, регистрационный № 57690-14

Тип первичного преобразователя	Основные метрологические характеристики ТЦЭ-005 в комплекте с ПТСВ				
	Относительное сопротивление ПТСВ		W <sub>100</sub> , не менее	Диапазон измерений, °С	Пределы доверительной погрешности при доверительной вероятности 0,95*, °С
	W <sub>Ga</sub> , не менее	W <sub>Hg</sub> , не менее			
ПТСВ-2 (2-го разряда)	1,11795	0,844235	1,3924	-200...50	<u>±0,03</u>
				-50...0	<u>±0,02</u>
				0	<u>±0,01</u>
				0...+50	<u>±0,01</u>
				+50...+160	<u>±0,02</u>
ПТСВ-2 (3-го разряда)	1,11795	0,844235	1,3924	-200...50	<u>±0,04</u>
				-50...0	<u>±0,03</u>
				0	<u>±0,02</u>
				0...+50	<u>±0,02</u>
				+50...+160	<u>±0,03</u>
ПТСВ-6м (3-го разряда)	1,11460	0,85049	1,3850	-200...50	<u>±0,04</u>
				-50...0	<u>±0,03</u>
				0	<u>±0,02</u>
				0...+50	<u>±0,02</u>
				+50...+150	<u>±0,03</u>
ПТСВ-2К (2-го разряда)	1,11795	0,844235	1,3924	-60...0	<u>±0,02</u>
				0	<u>±0,01</u>
				0...+60	<u>±0,02</u>
ПТСВ-2К (3-го разряда)	1,11760	0,844990	1,3908	-50...0	<u>±0,02</u>
				0	<u>±0,02</u>
				0...+50	<u>±0,02</u>
				+50...+150	<u>±0,03</u>
ПТСВ-6К (3-го разряда)	1,11750	0,844990	1,3908	-50...0	<u>±0,02</u>
				0	<u>±0,02</u>
				0...+50	<u>±0,02</u>
				+50...+160	<u>±0,03</u>
ПТСВ-6Км (3-го разряда)	1,11190	0,848887	1,3850	-50...0	<u>±0,02</u>
				0	<u>±0,02</u>
				0...+50	<u>±0,02</u>
				+50...+150	<u>±0,03</u>

Таблица 2.5 – Режим измерений температуры ТЦЭ-005 в комплекте с ПТСВ-4Г-2, ПТСВ-3Г-3, ПТСВ-8-3, регистрационный № 57557-14

Тип первичного преобразователя	Основные метрологические характеристики ТЦЭ-005 в комплекте с ПТСВ				
	Относительное сопротивление ПТСВ		W <sub>100</sub> , не менее	Диапазон измерений, °С	Пределы доверительной погрешности при доверительной вероятности 0,95*, °С
	W <sub>Ga</sub> , не менее	W <sub>Hg</sub> , не менее			
ПТСВ-7м (2-го разряда)	1,11795	0,844235	1,3924	-50...0	±0,02
				0	±0,01
				0...+50	±0,01
ПТСВ-7м (3-го разряда)	1,11575	0,846970	1,3850	-50...0	±0,02
				0	±0,02
				0...+50	±0,02
ПТСВ-4Г (2-го разряда)	1,11795	0,844235	1,3924	-50...0	±0,02
				0	±0,01
				0...+50	±0,01
				+50...+150	±0,02
ПТСВ-3Г (3-го разряда)	1,11795	0,844235	1,3924	+150...+230	±0,02
				-50...0	±0,03
				0	±0,02
				0...+50	±0,02
				+50...+150	±0,03
				+150...+230	±0,03
				+230...+420	±0,04
+420...+450	±0,04				
ПТСВ-8 (3-го разряда)	1,11795	0,844235	1,3924	+450...+500	±0,07
				0	±0,02
				0...+50	±0,03
				+50...+150	±0,04
				+150...+230	±0,04
				+230...+420	±0,06
+420...+450	±0,06				
				+450...+660	±0,15

2.2.4. Пределы допускаемой основной абсолютной погрешности измерений температуры относительно ИСХ определяют по формуле

$$\Delta t = \pm \frac{\Delta R_t}{\frac{dR_t}{dt}}, \quad (2.1)$$

где  $\Delta R_t$  – пределы допускаемой основной абсолютной погрешности измерения сопротивления, приведенные в таблице 2.1;

$R_t$  – сопротивление ТСП при температуре  $t$ ;

$\frac{dR_t}{dt}$  – коэффициент чувствительности (чувствительность) ТСП, определяемый по

интерполяционным уравнениям п. 5.2 ГОСТ 6651-2009 (рассчитываемая для значения температуры  $t$  по уравнениям, приведенным в приложении Б ГОСТ 6651-2009) или зависимостям сопротивление – температура.

2.2.5. Схема подключения первичных преобразователей к измерительному блоку ТЦЭ – четырехпроводная.

2.2.6. Измерительный ток – 1мА.

2.2.7. Измерительный ток имеет форму двуполярного меандра, частота которого не превышает 5 Гц.

2.2.8. Период измерения, с:

- для одного канала 1;

- для двух каналов 2.

2.2.9. Время установления рабочего режима ТЦЭ не более 10 мин.

2.2.10. Предел допускаемой дополнительной погрешности ТЦЭ, вызванной изменением температуры окружающего воздуха от нормальной ( $20\pm 5$ ) °С до любой температуры в пределах рабочих температур на каждые 10°С изменения температуры, не превышает 0,5 предела допускаемой основной погрешности.

2.2.11. Питание ТЦЭ осуществляется от преобразователя интерфейса «МИГР-05U-2».

2.2.12. Изоляция объединенных вместе входных и интерфейсных цепей ТЦЭ относительно корпуса в зависимости от условий эксплуатации выдерживает в течение 1 мин действие испытательного напряжения практически синусоидальной формы частотой от 45 до 65 Гц:

- 150 В при температуре окружающего воздуха ( $20\pm 5$ ) °С и относительной влажности от 30 до 75 %.

2.2.13. Электрическое сопротивление изоляции объединенных вместе входных и интерфейсных цепей ТЦЭ относительно его корпуса и между собой не менее:

- 20 МОм при температуре окружающего воздуха ( $20\pm 5$ ) °С и относительной влажности от 30 до 75 %.

2.2.14. Габаритные размеры блока измерительного ТЦЭ, мм, не более:

- длина 101;  
- ширина 40;  
- высота 22.

2.2.15. Масса блока измерительного ТЦЭ не более 0,120 кг.

2.2.16. Габаритные размеры и масса первичных преобразователей (ПТСВ) соответствуют приведенным в приложении А настоящего руководства по эксплуатации.

2.2.17. ТЦЭ устойчив к воздействию температуры окружающего воздуха от 0 до плюс 35 °С.

2.2.18. ТЦЭ устойчив к воздействию влажности до 75 % при температуре 30 °С.

2.2.19. ТЦЭ прочен к воздействию температуры окружающего воздуха от минус 25 до плюс 50 °С.

2.2.20. ТЦЭ прочен к воздействию влажности до 95 % при температуре 35 °С.

2.2.21. ТЦЭ в транспортной таре прочен к воздействию ударной тряски с числом ударов в минуту 80, средним квадратическим значением ускорения  $98 \text{ м/с}^2$  и продолжительностью воздействия 1 ч.

### **2.3. Состав изделия**

2.3.1. В состав ТЦЭ входят:

- блок измерительный ТЦЭ 005/М3;  
- первичные преобразователи ПТСВ (ПТСВ-1, ПТСВ-2, ПТСВ-3, ПТСВ-4, ПТСВ-5).



## 2.4. Устройство и работа

2.4.1. ТЦЭ представляет собой аналого-цифровой измерительный прибор, режимы работы которого задаются с помощью программы «Настройка ТЦЭ», установленной на ПК.

2.4.2. Принцип работы ТЦЭ основан на аналого-цифровом преобразовании измеряемых электрических сигналов.

2.4.3. Результаты измерений отображаются в окнах программы «Настройка ТЦЭ» в графическом и цифровом виде.

2.4.4. ТЦЭ состоит из следующих основных модулей:

- модуль АЦП;
- модуль системный.

2.4.5. Модуль АЦП измеряет сигналы с первичных преобразователей и преобразует их в цифровой код.

2.4.6. Модуль системный производит нормировку измеренного сигнала, рассчитывает значения сопротивлений и температур по градуировочным характеристикам.

2.4.7. Внешний вид ТЦЭ показан на рисунке 2.1.



Рисунок 2.1– Внешний вид ТЦЭ

## 2.5. Параметры конфигурации

Чтение и запись параметров осуществляется с помощью программы «Настройка ТЦЭ». Все параметры объединены в группы:

- информация о приборе (п. 2.5.1);
- подключение (п. 2.5.2);
- фильтрация (п. 2.5.3);
- параметры датчиков (п. 2.5.4).

### 2.5.1. Информация о приборе

#### 2.5.1.1. «Серийный номер»

Параметр доступен только для чтения.

#### 2.5.1.2. «Дата изготовления»

Параметр доступен только для чтения.

#### 2.5.1.3. «Заметки»

Текстовое сообщение, размер которого не должен превышать 200 символов. Заметками могут быть такие сведения, как даты последней и очередной поверки прибора, название организации, серийные номера подключенных первичных преобразователей (ПТСВ, ТСП общего назначения, термометров сопротивления платиновых) и т.д.

### 2.5.2. Подключение

2.5.2.1. Подключение ТЦЭ к ПК осуществляется с помощью преобразователя интерфейса «МИГР-05U-2». Для этого устанавливаются на ПК драйвер USB – FTDID river для FT232R (сайт <http://www.ftdichip.com/Drivers/VCP.htm>).

#### 2.5.2.2. «Сетевой адрес прибора»

Целочисленное значение адреса, по которому ТЦЭ идентифицируется в компьютерной сети, может принимать значения от 1 до 240.

#### 2.5.2.3. «Скорость обмена»

Скорость обмена по компьютерному интерфейсу выбирается из ряда: 300, 600, 1200, 2400, 4800, 9600 и 19200 бит/с.

### 2.5.3. Фильтрация (рисунок 2.2)

Цифровой фильтр ТЦЭ позволяет уменьшить амплитуду шумовой составляющей измеренной величины.

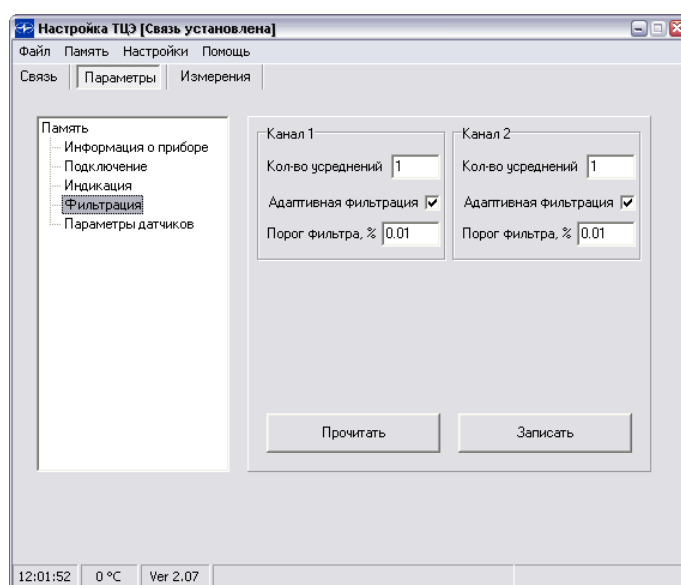


Рисунок 2.2- Закладка «Фильтрация»

#### 2.5.3.1. «Количество усреднений»

Количество усреднений  $nS$  – постоянная цифрового фильтра. При установке этого параметра необходимо учитывать, что при выключенной функции «Адаптивная фильтрация» (п. 2.5.3.3) и при ступенчатом изменении входного сигнала на 10 % от диапазона измерений, время установления измеряемой величины с точностью 0,2 % будет

равно  $4 \times nS \times \tau$  секунд для  $nS > 1$ , где  $\tau$  – период измерения, зависящий от конфигурации прибора (см. п. 2.2.8). Диапазон устанавливаемых значений  $nS$  от 1 до 99.

### 2.5.3.2. «Порог фильтра»

Порог фильтра – максимальное отклонение текущего измеренного значения от среднего, при котором вариация измеренного сигнала демпфируется. Глубина демпфирования определяется параметром «Количество усреднений» (п. 2.5.3.1). Если включена функция «Адаптивная фильтрация» (п. 2.5.3.3), то при превышении порога фильтра, среднему значению присваивается текущее значение измеряемой величины. Порог фильтра выражается в процентах от диапазона измерений (пп. 2.2.1, 2.2.2).

Значение порога фильтра зависит от амплитуды вариации измеренной величины. В таблице 2.4 приведены рекомендуемые значения порога фильтра для различных измеряемых величин.

Таблица 2.4 - Рекомендуемые значения порога фильтра

Измеряемая величина	Порог фильтра, %
Температура неподвижного воздуха впомещении	0,1
Температура в калибраторе температуры	0,01
Температура в ампуле реперной точки	0,005
Сопротивление меры эталонного резистора	0,005

### 2.5.3.3. «Адаптивная фильтрация»

Функция, позволяющая сбрасывать параметры цифрового фильтра при скачкообразном изменении измеряемой величины на величину, превышающую порог фильтра (п. 2.5.3.2).

### 2.5.4. Параметры датчиков (рисунок 2.4)

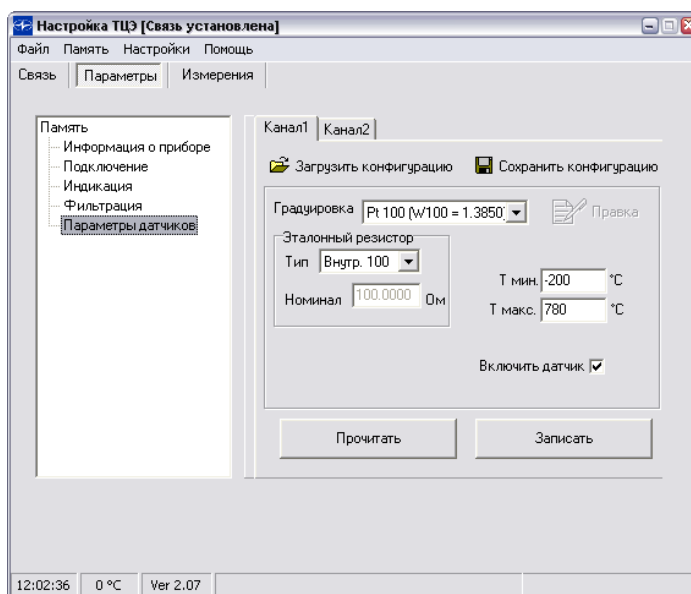


Рисунок 2.4– Параметры датчиков

#### 2.5.4.1. «Включить датчик»

Установка данного параметра включает соответствующий измерительный канал ТЦЭ.

#### 2.5.4.2. «Тип эталонного резистора»

Параметр устанавливает тип эталонного резистора

для канала 1 – внутренний 100 Ом, внешний 100 Ом

для канала 2 – внутренний 100 Ом.

**П р и м е ч а н и е** – При подключении меры электрического сопротивления к каналу 2, данный канал не имеет возможности работы с первичным преобразователем (ПТСВ или ТСП общего назначения, термометром сопротивления платиновым).

#### 2.5.4.3. «Значение эталонного резистора»

Параметр определяет точное значение сопротивления внешнего эталонного резистора в Ом.

#### 2.5.4.4. «Градуировка»

Для подключаемого первичного преобразователя (ТСП общего назначения с НСХ) можно выбрать одну из следующих градуировок:

**Pt50 ( $\alpha = 0,00385\text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}(W_{100} = 1,3850)$ ); Pt100 ( $\alpha = 0,00385\text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}(W_{100} = 1,3850)$ );**

**50П ( $\alpha = 0,00391\text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}(W_{100} = 1,3910)$ ); 100П ( $\alpha = 0,00391\text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}(W_{100} = 1,3910)$ );**

**«Пользовательская».**

**Градуировки Pt50, Pt100 ( $\alpha = 0,00385\text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}(W_{100} = 1,3850)$ )** являются номинальными статическими характеристиками (НСХ) и соответствуют интерполяционным уравнениям для ТСП общего назначения с  $\alpha = 0,00385\text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$  ( $W_{100} = 1,3850$ ) по ГОСТ 6651-2009 и МЭК751-85:

- для диапазона температур от минус 200 до 0 °С

$$W_t = 1 + At + Bt^2 + C(t - 100)t^3,$$

- для диапазона температур от 0 до плюс 850 °С

$$W_t = 1 + At + Bt^2,$$

где  $A = 3,9083 \cdot 10^{-3}\text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$ ;

$B = -5,7750 \cdot 10^{-7}\text{ }^{\circ}\text{C}^{-2}$ ;

$C = -4,1830 \cdot 10^{-12}\text{ }^{\circ}\text{C}^{-4}$ .

$W_t$  – отношение сопротивления ТСП при температуре  $t$  ( $R_t$ ) к сопротивлению ТСП ( $R_0$ ) при температуре  $t = 0\text{ }^{\circ}\text{C}$ .

**Градуировки 50П, 100П ( $\alpha = 0,00391\text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$  ( $W_{100} = 1,3910$ ))** являются номинальными статическими характеристиками (НСХ) и соответствуют интерполяционным уравнениям для ТСП общего назначения с  $\alpha = 0,00391\text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$  ( $W_{100} = 1,3910$ ) по ГОСТ 6651-2009 и МЭК751-85:

- для диапазона температур от минус 200 до 0 °С

$$W_t = 1 + At + Bt^2 + C(t-100)t^3,$$

- для диапазона температур от 0 до плюс 600 °С

$$W_t = 1 + At + Bt^2,$$

$$\text{где } A = 3,9692 \cdot 10^{-3} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1};$$

$$B = -5,8290 \cdot 10^{-7} \text{ } ^\circ\text{C}^{-2};$$

$$C = -4,3303 \cdot 10^{-12} \text{ } ^\circ\text{C}^{-4};$$

- для диапазона температур от плюс 600 до плюс 1100 °С

$$W_t = 1 + At + Bt^2,$$

$$\text{где } B = -5,8621 \cdot 10^{-7} \text{ } ^\circ\text{C}^{-2}.$$

$W_t$  – отношение сопротивления ТСП при температуре  $t$  ( $R_t$ ) к сопротивлению ТСП ( $R_0$ ) при температуре  $t = 0$  °С.

Градуировка «Пользовательская» позволяет определить индивидуальные статические характеристики (ИСХ) ПТСВ и платиновых термометров сопротивления в виде:

- стандартных полиномов МТШ-90 и индивидуальных функций отклонений от стандартных полиномов;

- функции *Каллендара - Ван Дюзена*.

**Полиномы МТШ-90:**

- для диапазона температур от тройной точки аргона (83,8058 К или -189,3442 °С) до тройной точки воды (0,01 °С)

$$t = \left( B_0 + \sum_{i=1}^{15} B_i \left[ \frac{W_r^{1/6} - 0,65}{0,35} \right]^i \right) \cdot 273,16 - 273,15 ;$$

- для диапазона температур от тройной точки воды (0,01 °С) до точки затвердевания алюминия (660,323 °С)

$$t = D_0 + \sum_{i=1}^9 D_i \left[ \frac{W_r - 2.64}{1.64} \right]^i,$$

где  $W_r$  – относительное сопротивление ПТСВ;

$B_0, B_i, D_0, D_i$  – постоянные коэффициенты, значения которых приведены в таблице 2.5.

Таблица 2.5 - Коэффициенты  $B_0, B_i, D_0, D_i$  полиномов МТШ-90

Коэффициент $B_i$	Значение коэффициента	Коэффициент $B_i$	Значение коэффициента	Коэффициент $D_i$	Значение коэффициента
$B_0$	0.183324722	$B_6$	0.012475611	$D_0$	439.932854
$B_1$	0.240975303	$B_7$	0.032267127	$D_1$	472.41802
$B_2$	0.209108771	$B_8$	0.075291522	$D_2$	37.684494
$B_3$	0.190439972	$B_9$	0.056470670	$D_3$	7.472018
$B_4$	0.142648498	$B_{10}$	0.076201285	$D_4$	2.920828
$B_5$	0.077993465	$B_{11}$	0.123893204	$D_5$	0.005184
		$B_{12}$	0.029201193	$D_6$	0.963864
		$B_{13}$	0.091173542	$D_7$	0.188732
		$B_{14}$	0.001317696	$D_8$	0.191203

ТЦЭ может автоматически выбирать тип полинома МТШ-90 по значению относительного сопротивления  $W_t = R_t / R_{tr}$ ,

где  $t$  – значение температуры, °С;

$R_t$  – сопротивление ТСП при температуре  $t$ , Ом;

$R_{tr}$  – сопротивление ТСП при температуре 0,01 °С (тройная точка воды), Ом.

Для автоматического выбора типа полинома МТШ-90 необходимо в программе «Настройка ТЦЭ» проставить обе галочки напротив данных полиномов (п. 3.2.2.10).

#### **Функции отклонений от полиномов МТШ-90:**

- для диапазона температур от тройной точки кислорода (54,3584 К или -218,7916 °С) до тройной точки воды (0,01 °С)

$$W_t - W_r = A[W_t - 1] + B[W_t - 1]^2 + C(\ln W_t)^2;$$

- для диапазона температур от тройной точки аргона (83,8058 К или -189,3442 °С) до тройной точки воды (0,01 °С)

$$W_t - W_r = A[W_t - 1] + B[W_t - 1] \ln W_t;$$

- для диапазона температур от тройной точки воды (0,01 °С) до точки затвердевания алюминия (660,323 °С)

$$W_t - W_r = A[W_t - 1] + B[W_t - 1]^2 + C[W_t - 1]^3;$$

- для диапазонов температур от тройной точки воды (0,01 °С) до точки затвердевания цинка (419,527 °С) и от тройной точки воды (0,01 °С) до точки затвердевания олова (231,928 °С)

$$W_t - W_r = A[W_t - 1] + B[W_t - 1]^2;$$

- для диапазонов температур от тройной точки воды (0,01 °С) до точки затвердевания индия (156,5985 °С) и от тройной точки воды (0,01 °С) до точки затвердевания галлия (29,7646 °С):

$$W_t - W_r = A[W_t - 1];$$

$$W_t = R_t / R_{tr},$$

где  $R_t$  – сопротивление термометра сопротивления платинового при температуре  $t$ , Ом;

$R_{tr}$  – сопротивление термометра сопротивления платинового при температуре 0,01 °С (тройная точка воды);

$W_r$  – относительное сопротивление термометра сопротивления платинового, учитываемое в стандартных полиномах МТШ-90.

Если для диапазона температур от тройной точки аргона (83,8058 К или -189,3442 °С) до тройной точки воды (0,01 °С) используется функция отклонения вида

$$W_t - W_r = A[W_t - 1],$$

то при записи коэффициентов термометра следует положить  $B, C = 0$ .

Функция Каллендара – Ван Дюзена представлена в виде интерполяционного уравнения

$$W_t = 1 + At + Bt^2 + C(t-100)t^3;$$

$$W_t = R_t / R_0,$$

где  $t$  – значение температуры, °С;

$R_t$  – сопротивление ТСП при температуре  $t$ , Ом;

$R_0$  – сопротивление ТСП при температуре 0 °С;

$C = 0$  для  $t \geq 0$  °С.

Коэффициенты  $A$ ,  $B$  и  $C$  определяются экспериментально для конкретного термометра сопротивления платинового. Одна из методик определения коэффициентов приведена в приложении Б.

#### 2.5.4.5. «Тмин.»

Нижняя граница рабочего температурного диапазона термометра.

#### 2.5.4.6. «Тмакс.»

Верхняя граница рабочего температурного диапазона термометра.

#### 2.5.5. Параметры конфигурации по умолчанию (заводская установка)

Значения параметров конфигурации по умолчанию приведены в таблице 2.6.

Таблица 2.6 – Параметры конфигурации и их заводская установка

Группа параметров	Наименование параметр	Пункты РЭ	Заводская установка
Подключение	Сетевой адрес прибора	2.5.2.2	1
	Скорость обмена	2.5.2.3	9600 бит/с
Фильтрация	Количество измерений для усреднения входного сигнала	2.5.3.1	32
	Порог фильтра	2.5.3.2	0,01%
	Адаптивная фильтрация	2.5.3.3	■ вкл.
Параметры датчиков	Включить датчик	2.5.4.1	■ вкл.
	Тип эталонного резистора	2.5.4.2	внутр. 100
	Значение эталонного резистора	2.5.4.3	-
	Градуировка	2.5.4.4	Pt100
	Тмин	2.5.4.5	-200 °С
	Тмакс	2.5.4.6	780 °С

## 2.6. Маркировка и пломбирование

2.6.1. Маркировка ТЦЭ соответствует ГОСТ 26828-86 Е, ГОСТ 9181-74 Е и НКГЖ.405591.007-02СБ.

2.6.2. ТЦЭ опломбированы представителем ОТК предприятия-изготовителя.

## 2.7. Упаковка

2.7.1. Упаковка производится в соответствии с ГОСТ 23170-78 Е, ГОСТ 9181-74 Е и обеспечивает полную сохранность ТЦЭ.

### **3. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ИЗДЕЛИЯ ПО НАЗНАЧЕНИЮ**

#### **3.1. Подготовка изделия к использованию**

##### 3.1.1. Указания мер безопасности

3.1.1.1. По способу защиты человека от поражения электрическим током ТЦЭ соответствуют классу III ГОСТ 12.2.007.0-75.

3.1.1.2. Первичные преобразователи и внешние устройства подключают согласно маркировке при отключенном напряжении питания.

3.1.1.3. При эксплуатации ТЦЭ необходимо соблюдать требования ГОСТ 12.3.019-80, «Правил эксплуатации электроустановок потребителей» и «Правил техники безопасности при эксплуатации электроустановок потребителей», «Правил устройства электроустановок», а также руководствоваться указаниями инструкций по технике безопасности, действующих на объектах эксплуатации ТЦЭ.

##### 3.1.2. Внешний осмотр

3.1.2.1. При внешнем осмотре устанавливают отсутствие механических повреждений, правильность маркировки, проверяют комплектность.

При наличии дефектов покрытий, влияющих на работоспособность ТЦЭ, несоответствия комплектности, маркировки определяют возможность дальнейшего применения ТЦЭ.

3.1.2.2. У каждого ТЦЭ проверяют наличие паспорта с отметкой ОТК.

##### 3.1.3. Опробование

3.1.3.1. Осуществите подключение ПТСВ к каналу 1 и резистора номиналом 100 Ом (ТСП с НСХ R<sub>t</sub>100 или 100П) к каналу 2 в соответствии с рисунками В.1- В.3 приложения В.

3.1.3.2. Подключите ТЦЭ к ПК согласно рисунку В.1 приложения В.

3.1.3.3. С помощью программы «Настройка ТЦЭ» установите связь ТЦЭ с ПК.

3.1.3.4. С помощью программы «Настройка ТЦЭ» установите необходимые параметры (п. 2.5).

3.1.3.5. С помощью программы «Настройка ТЦЭ» запустите чтение измеренных значений. Убедитесь в правильности отображаемых значений.



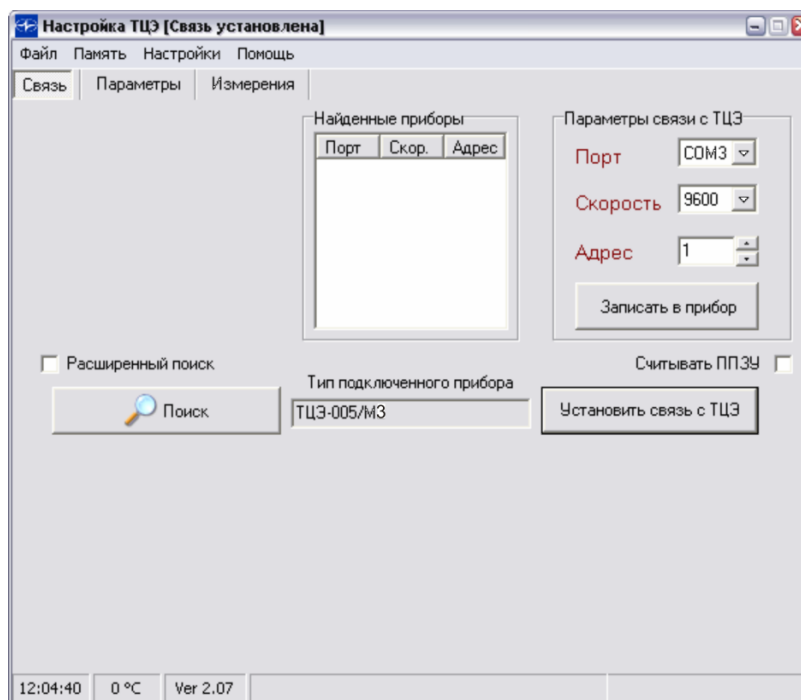
## 3.2. Использование изделия

### 3.2.1. Конфигурация ТЦЭ с помощью программы «Настройка ТЦЭ»

3.2.1.1. Запустите программу «Настройка ТЦЭ».

3.2.1.2. Установите следующие параметры на закладке «Связь» (рисунок 3.1):

- порт подключения к ПК;
- скорость обмена данными;
- сетевой адрес прибора.



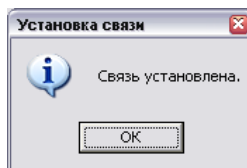
**Рисунок 3.1**

3.2.1.3. Для того, чтобы в списке доступных портов отобразился виртуальный порт преобразователя интерфейса «МИГР-05U-2», необходимо установить на ПК драйвер.

Если на ПК установлен драйвер для преобразователя интерфейса «МИГР-05U-2», то при каждом подключении преобразователя к ПК будет доступен виртуальный порт.

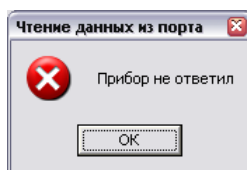
3.2.1.4. Нажмите кнопку «Установить связь с ТЦЭ».

3.2.1.5. Если ТЦЭ обнаружен, то появляется сообщение «Связь установлена» (рисунок 3.2).



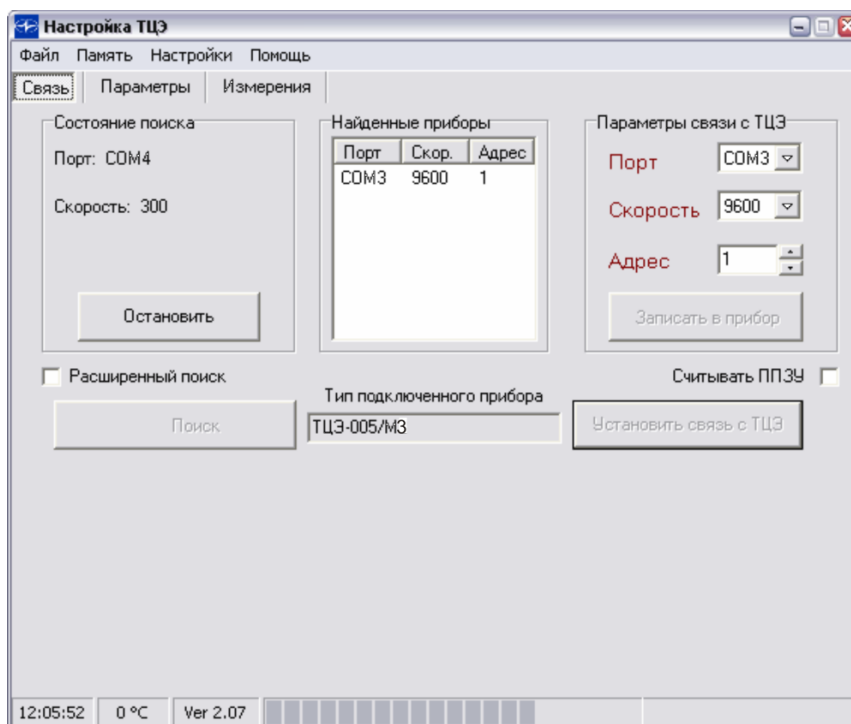
**Рисунок 3.2**

3.2.1.6. Если по какой-то причине связь с ТЦЭ не была установлена, то возникает сообщение «Прибор не ответил» (рисунок 3.3).



**Рисунок 3.3**

3.2.1.7. Для поиска ТЦЭ нажмите кнопку «Поиск» (рисунок 3.4).



**Рисунок 3.4**

3.2.1.8. Для чтения/записи параметров ТЦЭ:

- перейдите на закладку «Параметры»;
- выберите необходимую категорию параметров;
- считайте параметры, нажав кнопку «Прочитать»;
- внесите необходимые изменения;
- запишите параметры, нажав кнопку «Записать».

### 3.2.2. Измерение температур и разности температур

3.2.2.1. Осуществите необходимые подключения согласно рисункам В.1–В.3 приложения В.

3.2.2.2. Включите ТЦЭ.

3.2.2.3. Установите связь ПК с ТЦЭ с помощью программы «Настройка ТЦЭ» (п. 3.2.1).

3.2.2.4. Осуществите конфигурацию ТЦЭ (пп. 2.5, 3.2.1).

3.2.2.5. При использовании двух измерительных каналов необходимо подключить к каждому каналу ТСП и выбрать для них опорные резисторы 100 Ом (рисунок 3.5).

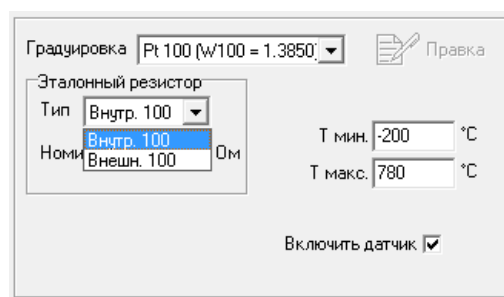


Рисунок 3.5

3.2.2.6. При использовании одного измерительного канала с подключенным к нему ТСП и опорным резистором следует *отключить неиспользуемый измерительный канал*.

3.2.2.7. При использовании меры электрической сопротивлении необходимо:

- включить канал 1;
- выбрать тип внешнего эталонного резистора (100 Ом);
- установить точное значение внешнего эталонного резистора (рисунок 3.6).

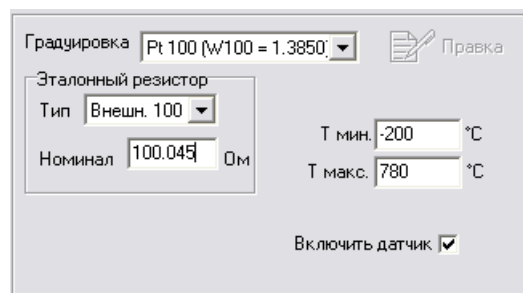


Рисунок 3.6

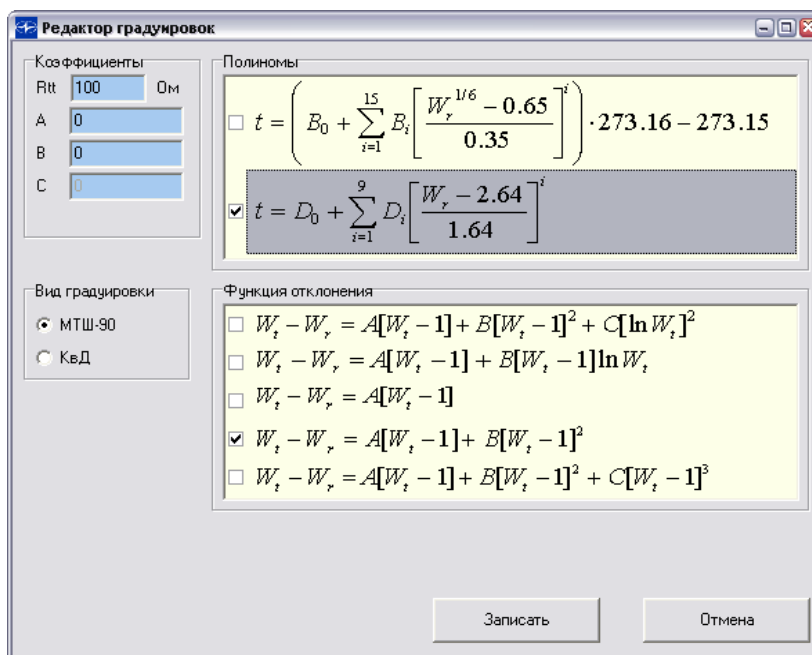
Схема подключения показана на рисунке В.3 приложения В.

3.2.2.8. При выборе НСХ и типа эталонного резистора программа «Настройка ТЦЭ» автоматически предлагает границы диапазона измерения температуры («Тмин.», «Тмакс.»), которые соответствуют таблице 2.2. Данные границы можно изменить.

3.2.2.9. Для выбора ИСХ в виде полиномов МТШ-90 или функции *Каллендара - Ван Дюзена* необходимо:

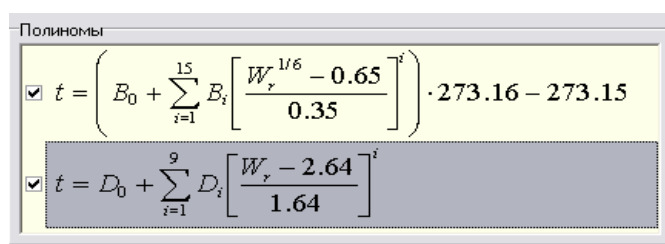
- выбрать градуировку «Пользовательская»;
- открыть окно редактора градуировок (рисунок 3.7), нажав кнопку «Правка»;
- выбрать требуемую градуировку в соответствии со свидетельством о поверке на ТСП и п.2.5.4.4;
- установить коэффициенты градуировки, приведенные в свидетельстве о поверке на ТСП: сопротивление ТСП в тройной точке воды  $R_t$  или точке плавления льда  $R_0$ , коэффициенты полиномов  $A$ ,  $B$ ,  $C$ ;
- нажать кнопку «Записать».

По нажатию кнопки «Записать» в окне редактора градуировок будут записаны все параметры закладки «*Параметры датчиков*» для канала, градуировка для которого редактировалась.



**Рисунок 3.7**

3.2.2.10. Для автоматического выбора типа полинома МТШ-90 по значению относительного сопротивления  $W_t = R_t / R_n$ , необходимо в окне редактора градуировок проставить обе галочки напротив данных полиномов (рисунок 3.8).



**Рисунок 3.8**

3.2.2.11. Если необходимо отображать измеренные значения в окне программы «Настройка ТЦЭ», то перейдите на закладку «Измерения» и нажмите кнопку «Измерение».

3.2.2.12. Диапазоны измерений и пределы допускаемой основной абсолютной погрешности измерения температуры относительно градуировки термометра приведены в таблице 2.2 (относительно НСХ) и п. 2.2.2, п. 2.2.4 (относительно ИСХ).

### 3.2.3. Измерение сопротивлений

3.2.3.1. Осуществите необходимые подключения согласно рисунку В.3 приложения В.

3.2.3.2. Подключите ТЦЭ к ПК с помощью преобразователя интерфейса «МИГР-05U-2».

3.2.3.3. Установите связь ТЦЭ с ПК с помощью программы «Настройка ТЦЭ» (п. 3.2.1).

3.2.3.4. Осуществите конфигурацию ТЦЭ (пп. 2.5, 3.2.1).

3.2.3.5. При использовании внутренних эталонных резисторов необходимо:

- подключить к каждому каналу ТСП или резистор;
- выбрать внутренние эталонные резисторы для каждого канала.

3.2.3.6. При использовании одного измерительного канала с подключенным к нему ТСП или резистором следует отключить неиспользуемый измерительный канал.

3.2.3.7. При использовании внешнего эталонного резистора необходимо:

- включить канал I;
- выбрать тип внешнего эталонного резистора (100 Ом);
- установить точное значение сопротивления внешнего эталонного резистора (рисунок 3.6).

3.2.3.8. Для отображения измеренных значений необходимо в окне программы «Настройка ТЦЭ» перейти на закладку «Измерения» и нажать кнопку «Измерение».

3.2.3.9. Диапазоны измерений и пределы допускаемой основной абсолютной погрешности измерения сопротивления приведены в таблице 2.1.

#### 4. МЕТОДИКА ПОВЕРКИ

4.1. Поверку ТЦЭ проводят органы метрологической службы или другие аккредитованные по ПР 50.2.014-2002 на право поверки организации. Требования к поверке, порядок, основные этапы проведения поверки определяются ПР 50.2.006-94 "ГСИ. Поверка средств измерений. Организация и порядок проведения".

4.2. Межповерочный интервал составляет один год.

4.3. Операции и средства поверки

4.3.1. При проведении поверки выполняют операции, указанные в таблице 4.1.

Таблица 4.1

№ п/п	Операция поверки	Номер пункта	Обязательность проведения операции при	
			первичной поверке	периодической поверке
1	Внешний осмотр	4.6.1	Да	Да
2	Опробование	4.6.2	Да	Да
3	Проверка электрической прочности изоляции	4.6.3	Да	Нет
4	Проверка электрического сопротивления изоляции	4.6.4	Да	Нет
5	Определение значений основных погрешностей блока измерительного ТЦЭ с изменяемой конфигурацией	4.6.5	Да	Да
6	Определение значений основной абсолютной погрешности блока измерительного ТЦЭ в комплекте с ПТСВ	4.6.6	Да	Да
7	Оформление результатов поверки	4.6.7	Да	Да

4.3.2. При проведении поверки ТЦЭ применяют основные и вспомогательные средства поверки, указанные в таблице 4.2.

Таблица 4.2

№ п/п	Наименование средства поверки и обозначение НТД	Основные метрологические и технические характеристики средства поверки	Примечание
1	Меры электрического сопротивления МС3005 ТУ 4225-012-16851585-2003	Номинальные значения сопротивления: 10, 25, 100, 150, 250 Ом. Класс точности 0,0005.	Для поверки блоков измерительных ТЦЭ
2	Термометр цифровой малогабаритный ТЦМ 9410/М2 в комплекте с ТТЦ 01-180 ТУ 4211-065-13282997-05	Диапазон измерений: минус 50...200 °С. Пределы допускаемой основной абсолютной погрешности: $\pm(0,05 + 0,0005 t +*)$ °С, где * - единица последнего разряда	
3	Установка для проверки электрической безопасности GPI-745А	Напряжение до 1500 В. Диапазон выходных напряжений от 100 до 5000 В.	
4	Мегаомметр Ф4102/1-1М ТУ 25-7534.005-87	Диапазон измерений сопротивления: 0...20000 МОм.	
5	Термометр образцовый 1-го разряда ПТС-10 ПНЗ.879.001ТУ	Диапазон измерений температур: от минус 183 до плюс 630 °С. Основная погрешность не более: $\pm 0,01$ °С.	Для поверки блока измерительного ТЦЭ в комплекте с ПТСВ
6	Компаратор напряжений Р3003 ТУ 25-04.3771-79	Диапазон измерений: 0...11,11110 В, Класс точности 0,0005	
7	Мера электрического сопротивления ТУ 25-04.4078-72	Номинальные значения сопротивления: 100 Ом, 10 Ом, Класс точности 0,002	
8	Термометр сопротивления платиновый типа ПТС-10, эталонный ТУ 50.741-89, ГОСТ 8.558-93	Диапазон измерений: от минус 50 до плюс 630 °С Погрешность не более: $\pm(0,001...0,008)$ °С	
9	Термометр сопротивления платиновый низкотемпературный типа ТСПН, эталонный ГОСТ 12877-76	Диапазон измерений: от минус 196 до плюс 30 °С Погрешность не более: $\pm 0,002$ °С	
10	Жидкостной термостат U15C с блоком сравнения ТГЛ 32386	Диапазон воспроизведения температур: от минус 60 до плюс 260 °С. Нестабильность: $\pm 0,01$ °С.	
11	Малоинерционная трубчатая печь МТП-2М с регулятором температуры и блоком сравнения ТУ П 50-239-84	Диапазон воспроизведения температур: от плюс 200 до плюс 1200 °С, Градиент 0,8 °С/м	
12	Ампула тройной точки воды	0,01 °С	
13	Устройство реализации точки плавления галлия ГОСТ Р 8.571-98	Температура - 29,7646 °С Доверительная погрешность 1-го разряда не более 0,002 °С	
14	Устройство реализации точки затвердевания индия ГОСТ Р 8.571-98	Температура – 156,5985 °С Доверительная погрешность 1-го разряда не более 0,005 °С	
15	Устройство реализации точки затвердевания олова ГОСТ Р 8.571-98	Температура – 231,928 °С Доверительная погрешность 1-го разряда не более 0,005 °С	
16	Устройство реализации точки затвердения цинка ГОСТ Р 8.571-98	Температура – 419,527 °С Доверительная погрешность 1-го разряда не более 0,01 °С	
17	Персональный компьютер IBM/PC с программным обеспечением	Стандартная конфигурация с ОС Windows (XP)	
<p><b>Примечания</b></p> <p>1 Предприятием-изготовителем средства поверки по п. 2 является НПП «ЭЛЕМЕР».</p> <p>2 Все перечисленные в таблице 4.2 средства измерений должны иметь действующие свидетельства о поверке.</p> <p>3 Допускается применять отдельные, вновь разработанные или находящиеся в применении средства поверки или оборудование, по своим характеристикам не уступающие указанным в настоящей методике поверки.</p>			

#### 4.4. Требования безопасности

4.4.1. При поверке выполняют требования техники безопасности, изложенные в документации на применяемые средства поверки и оборудование.

#### 4.5. Условия поверки и подготовка к ней

4.5.1. При проведении поверки соблюдают следующие условия:

- |  |          |
|--|----------|
| 1) температура окружающего воздуха, °С | 20±2,5;  |
| 2) относительная влажность воздуха, %  | 30÷80;   |
| 3) атмосферное давление, кПа           | 101,3±10 |
| 4) напряжение питания, В               | 220±4,4; |
| 5) частота питающей сети, Гц           | 50±0,5.  |

Внешние электрические и магнитные поля должны отсутствовать или находиться в пределах, не влияющих на работу ТЦЭ.

Поверяемые ТЦЭ и используемые средства поверки должны быть защищены от ударов, вибраций, тряски, влияющих на их работу.

4.5.2. Операции, проводимые со средствами поверки и поверяемыми ТЦЭ, должны выполняться в соответствии с указаниями, приведенными в эксплуатационной документации.

4.5.3. Перед проведением поверки выполняют следующие подготовительные работы:

4.5.3.1. ТЦЭ выдерживают в условиях, установленных в пп. 4.5.1.1)...4.5.1.3), в течение 4 ч.

4.5.3.2. Средства поверки подготавливают к работе в соответствии с эксплуатационной документацией.

#### 4.6. Проведение поверки

4.6.1. Внешний осмотр поверяемого ТЦЭ осуществляют в соответствии с п. 3.1.2 настоящего руководства по эксплуатации.

4.6.2. Опробование поверяемого ТЦЭ состоит в проверке его работоспособности в соответствии с п. 3.1.3 настоящего руководства по эксплуатации.

#### 4.6.3. Проверка электрической прочности изоляции

4.6.3.1. Проверку электрической прочности изоляции произвести между объединенными вместе входными и интерфейсными цепями относительно корпуса производят на установке GPI-745A испытательным напряжением 150 В.



Испытательное напряжение следует повышать плавно, начиная с нуля до испытательного в течение 5 – 10 с. Уменьшение напряжения до нуля должно производиться с такой же скоростью.

Изоляцию выдерживают под действием испытательного напряжения в течение 1 мин.

Во время проверки не должно происходить пробоев и поверхностного перекрытия изоляции.

#### 4.6.4. Проверка электрического сопротивления изоляции

4.6.4.1. Проверку электрического сопротивления изоляции цепей ТЦЭ производят на установке GPI-745A или другим прибором для измерения электрического сопротивления с рабочим напряжением не более 100 В.

4.6.4.2. Отсчет показаний производят по истечении 1 мин после приложения напряжения между соединенными вместе контактами испытуемой цепи и корпусом в соответствии с п. 4.6.3.1.

4.6.4.3. Сопротивление изоляции не должно быть менее 20 МОм.

4.6.4.4. Проверку электрического сопротивления изоляции ПТСВ проводят при температуре  $(20 \pm 5)$  °С и относительной влажности воздуха  $(60 \pm 15)$  % с помощью мегомметра с напряжением от 10 до 100 В.

Электрическое сопротивление изоляции между выводами и корпусом ПТСВ должно быть не менее 100 МОм.

#### 4.6.5. Определение значений основных погрешностей блока измерительного ТЦЭ с изменяемой конфигурацией

4.6.5.1. Определение значений погрешностей измерительных каналов ТЦЭ может проводиться с помощью программы «Настройка ТЦЭ».

4.6.5.2. Определение значений основных погрешностей блока измерительного ТЦЭ в конфигурации с входными сигналами в виде сопротивления проводят в поверяемых точках 10, 25, 100, 150 и 250 Ом в следующей последовательности:

4.6.5.2.1. Включают питание и выдерживают ТЦЭ во включенном состоянии в течение 10 мин.

4.6.5.2.2. Подсоединяют ПК к ТЦЭ, включают питание и запускают программу «Настройка ТЦЭ».

4.6.5.2.3. Устанавливают параметры конфигурации измерительного канала ТЦЭ, указанные в таблице 4.3 (указания по конфигурации с использованием программы «Настройка ТЦЭ» приведены в п. 3.2.1).

Таблица 4.3

Группа	Наименование параметр	Значение параметра
Фильтрация	Количество измерений для усреднения входного сигнала	32
	Порог фильтра	0.01 %
	Адаптивная фильтрация	■ вкл.

4.6.5.2.4. Выбирают внутренний эталонный резистор 100 Ом для поверяемого канала (см. п. 2.5.4.2).

4.6.5.2.5. Подключают к поверяемому каналу ТЦЭ эталонный резистор МС3005 номиналом 10 Ом.

4.6.5.2.6. Измеряют с помощью ТЦМ 9410/М2 температуру меры электрического сопротивления.

4.6.5.2.7. По известной зависимости сопротивления эталонного резистора от температуры (приведенной в формуляре на МС3005) уточняют значение сопротивления  $R_r$  эталонного резистора на момент поверки.

4.6.5.2.8. Через 2 мин считывают показания для меры электрической сопротивления  $R$ .

4.6.5.2.9. Вычисляют основную абсолютную погрешность измерения сопротивления  $\Delta R$  по формуле

$$\Delta R = R - R_r. \quad (4.1)$$

4.6.5.2.10. Повторяют пп. 4.6.5.2.5 - 4.6.5.2.9 для номиналов эталонного резистора 25 и 100 Ом, 150 и 250 Ом.

4.6.5.2.11. Значения основных абсолютных погрешностей измерений сопротивления, вычисленные по формуле (4.1), не должны превышать значений, указанных в таблице 2.1.

4.6.6. Определение значений основной абсолютной погрешности блока измерительного ТЦЭ в комплекте с ПТСВ

#### 4.6.6.1. Определение нестабильности ПТСВ

Нестабильность первичных преобразователей ПТСВ определяют по изменениям их сопротивлений в тройной точке воды после нагрева и охлаждения до температур границ рабочего диапазона. Методика определения нестабильности аналогична приведенной в ГОСТ Р 8.571-98.

При первичной поверке нестабильность ПТСВ определяют в следующем порядке:

4.6.6.1.1. Проводят измерение сопротивления ПТСВ в тройной точке воды ( $R_{ттв}$ ).

Ампула тройной точки воды должна быть предварительно подготовлена к работе согласно технической документации на данный прибор.

Преобразователи ПТСВ предварительно погружают в сосуд Дьюара с водо-ледяной смесью при температуре 0 °С и выдерживают там не менее 15 мин. Затем ПТСВ извлекают

из термостата, погружают в канал ампулы тройной точки воды и через 15 мин начинают измерения. За результат измерения сопротивления ПТСВ ( $R_{ттв1}$ ) принимают среднее арифметическое из результатов пяти отсчетов.

Полученное значение сопротивления ПТСВ  $R_{ттв1}$  не должно отличаться от номинального более чем на 0,2 %.

Преобразователи типа ПТСВ-2 перед измерениями в тройной точке воды и жидкостных термостатах помещают во влагозащитные гильзы.

4.6.6.1.2. После проверки  $R_{ттв1}$  ПТСВ помещают в печь или калибратор температуры при температуре верхнего предела рабочего диапазона измерения согласно таблице 2.3. Допускаемое отклонение температуры печи от верхнего предела рабочего диапазона ПТСВ  $\pm 5$  °С. После выдержки при этой температуре в течение 5 ч, ПТСВ помещают на 0,5 ч в среду с нормальной температурой (см. п. 4.5.1) и затем повторно измеряют сопротивление в тройной точке воды ( $R_{ттв2}$ ).

Для преобразователей типа ПТСВ-2 проводят также проверку после воздействия температуры минус 200 °С. Для этого ПТСВ-2 помещают в ванну с жидким азотом под атмосферным давлением (или в устройство реализации температуры тройной точки аргона) и после выдержки в течение 5 ч при указанном температурном состоянии, термометры выдерживают при нормальной температуре в течение не менее 0,5 ч и затем измеряют  $R_{ттв3}$ .

4.6.6.1.3. Значения разности сопротивлений ПТСВ  $\Delta R_{ттв2} = R_{ттв1} - R_{ттв2}$  (для преобразователя типа ПТСВ-2 и разности сопротивлений  $\Delta R_{ттв3} = R_{ттв1} - R_{ттв3}$ ) не должны быть более 0,004 °С и 0,007 °С, в температурном эквиваленте, для ПТСВ 2-ого и 3-его разрядов соответственно.

Примечание – Значения  $\Delta R_{ттв}$  в температурном эквиваленте определяются по выражению  $\Delta R_{ттв} / (dR/dT)_{ттв}$ , где  $(dR/dT)_{ттв}$  при температуре тройной точки воды для термометров ПТСВ составляет 0,4 Ом/°С.

4.6.6.1.4. При периодической поверке нестабильность термометров определяют в следующем порядке:

- 1) измеряют сопротивление термометра в тройной точке воды ( $R_{ттв1}$ ) по методике, изложенной в п. 4.6.6.1.1.
- 2) вычисляют разность между значением сопротивления ПТСВ  $R_{ттвп}$ , приведенным в свидетельстве о предыдущей поверке, и  $R_{ттв1}$  в температурном эквиваленте, согласно п. 4.6.6.1.3.

Значения разности сопротивлений ПТСВ  $\Delta R_{ттв} = R_{ттвп} - R_{ттв1}$  не должны быть более 0,003 °С и 0,005 °С, в температурном эквиваленте, для ПТСВ 2-ого и 3-его разрядов соответственно.

Если значение разности превышает указанные значения, то определяют нестабильность по п. 4.6.6.1.2 – п. 4.6.6.1.3.

4.6.6.1.5. ПТСВ, не удовлетворяющие требованиям нестабильности, бракуют или их разряд переводят в более низкий.

#### 4.6.6.2. Определение относительного сопротивления ПТСВ

4.6.6.2.1. Относительное сопротивление преобразователей ПТСВ в точке плавления галлия  $W_{Ga}$  или тройной точке ртути  $W_{Hg}$  определяют при первичной поверке перед градуировкой ПТСВ. Методика измерения сопротивления ПТСВ в указанных реперных точках в соответствии ГОСТ Р 8.571-98 следующая.

Преобразователь ПТСВ помещают в капсулу с галлием (ртутью) установки для реализации реперной точки после того, как зафиксировано начало фазового перехода. Через 15 мин начинают измерять сопротивление ПТСВ. Изменение значения сопротивления в температурном эквиваленте за 5 мин не должно превышать  $\pm 0,0005$  °С, что является критерием достижения теплового равновесия ПТСВ и металла. Если данное условие не выполняется, измерения повторяют до тех пор, пока не будет достигнуто тепловое равновесие. Далее выполняют не менее пяти отсчетов сопротивления ПТСВ на площадке фазового перехода, результаты фиксируют. За значение сопротивления в реперной точке принимают среднее арифметическое из результатов пяти отсчетов. После окончания измерений сопротивления в указанных реперных точках ПТСВ извлекают из капсулы и охлаждают на воздухе до комнатной температуры.

4.6.6.2.2. После определения значения сопротивления ПТСВ в реперной точке галлия  $R_{Ga}$  (ртути  $R_{Hg}$ ), определяют значение сопротивления ПТСВ в тройной точке воды по методике, изложенной в п. 4.6.6.1.1.

Рассчитывают относительное сопротивление ПТСВ в точке плавления галлия  $W_{Ga}$  (тройной точке ртути  $W_{Hg}$ ) по формулам

$$W_{Ga} = R_{Ga} / R_{ТТВ}, \quad (4.3)$$

$$\text{или } W_{Hg} = R_{Hg} / R_{ТТВ}. \quad (4.4)$$

Значение относительного сопротивления ПТСВ  $W_{Ga}$  не должно быть менее, а  $W_{Hg}$  не должно быть более значений, приведенных в таблице 2.3.

Примечание – Сопротивление преобразователей типа ПТСВ-2 в точке плавления галлия или тройной точке ртути и в тройной точке воды измеряют (по показаниям ТЦЭ, к которому подключен ПТСВ), помещая ПТСВ во влагозащитные гильзы.

4.6.6.2.3. Допускается, когда точка плавления галлия и тройная точка ртути входят в набор точек градуировки, определение относительных сопротивлений осуществлять во время проведения цикла градуировки.

4.6.6.2.4. Допускается заменить определение относительного сопротивления ПТСВ в точке плавления галлия и тройной точке ртути на определение относительного сопротивления ПТСВ при температуре 100 °С  $W_{100}$ .

Значение  $W_{100}$  определяют расчетным методом после проведения цикла градуировки. Расчет значения  $W_{100}$  должен проводиться по методике, изложенной в ГОСТ Р 8.571-98 (см. Приложение Б).

Полученное значение относительного сопротивления  $W_{100}$  не должно быть менее значений, приведенных в таблице 2.2.

#### 4.6.6.3. Определение градуировочной характеристики ПТСВ

Градуировочная характеристика ПТСВ представляет собой функцию  $\Delta W(W)$  или  $W(T)$ , где  $\Delta W(T)$  – функция отклонения относительного сопротивления термометра  $W(T)$  от стандартной функции МТШ-90  $W_r(T)$ .

Градуировку ПТСВ 2-го разряда для соответствующего рабочего диапазона температур проводят согласно ГОСТ Р 8.571-98.

Градуировку ПТСВ 3-го разряда проводят методом сличения градуируемого ПТСВ с эталонным термометром в устройствах, реализующих температуры рабочего диапазона градуируемого термометра, и градуировкой в тройной точке воды.

Примечание – Допускается проводить градуировку ПТСВ 3-го разряда в соответствующем рабочем диапазоне температур согласно ГОСТ Р 8.571-98.

##### 4.6.6.3.1. Градуировка ПТСВ 3-го разряда ниже 0 °С.

Градуировку термометров ПТСВ 3-го разряда в диапазонах температур ниже 0 °С проводят методом сличения градуируемого преобразователя с рабочим эталоном в устройствах, реализующих температуры рабочего диапазона градуируемого ПТСВ, и методом калибровки непосредственно в тройной точке воды (ттв).

В зависимости от рабочего диапазона термометра предусмотрены температуры и последовательность градуировки, указанные в таблице 4.4.

Таблица 4.4

Диапазон измерений температуры ПТСВ	Испытуемые точки
от минус 50 до 0 °С	ттв, минус 50 °С (или ттр), ттв
от минус 200 до 0 °С	ттв, минус 200 °С (или тта), ттв

П р и м е ч а н и е – В таблице 4.4 использованы обозначения: ттв – тройная точка воды, ттр – тройная точка ртути, тта – тройная точка аргона.

*Диапазон от минус 50 до 0 °С*

Измеряют сопротивление термометра в ттв ( $R_{ттв 1}$ ) согласно методике п. 4.6.6.1.1.

Для градуировки преобразователей типа ПТСВ-1, ПТСВ-3, ПТСВ-4, ПТСВ-5 их вместе с эталонным термометром помещают в блок сравнения жидкостного термостата при температуре, соответствующей границе рабочего диапазона (минус  $50 \pm 1$ ). Измерение сопротивления эталонного термометра и поверяемого ПТСВ проводят при установлении допускаемого температурного режима, когда изменение температуры по показаниям эталонного термометра за 5 мин не превышает  $0,01$  °С.

Проводят не менее пяти парных последовательных измерений сопротивлений для эталонного термометра и поверяемого ПТСВ.

За результат измерения сопротивлений принимают среднее арифметическое из пяти измерений.

Затем повторно измеряют сопротивление ПТСВ в ттв ( $R_{ттв 2}$ ).

Используя среднее арифметическое значение сопротивления ПТСВ в тройной точке воды  $(R_{ттв 1} + R_{ттв 2}) / 2$ , рассчитывают среднее арифметическое значение относительного сопротивления градуируемого ПТСВ ( $W$ ) при данной температуре.

Рассчитывают среднее арифметическое значение относительного сопротивления эталонного термометра при этой же температуре и по его паспорту определяют соответствующее значение  $W_r(T)$  стандартной функции МТШ-90.

Используя полученные значения  $W_r$  и  $W$ , рассчитывают

$$\Delta W = W - W_r. \quad (4.5)$$

Затем по методике ГОСТ Р 8.571-98 (см. Приложение Б) рассчитывают градуировочную характеристику термометра  $\Delta W(W)$  или  $W(T)$ .

Примечание – Допускается заменить измерения сопротивления градуируемого термометра в жидкостном термостате при температуре минус 50 измерениями в устройстве реализации тройной точки ртути - реперной точки МТШ-90.

*Диапазон от минус 200 до 0 °С*

При градуировке преобразователей типа ПТСВ-2 методика согласно ГОСТ Р 8.571-98 заключается в измерении их сопротивлений в тройной точке воды и в последующем одновременном измерении сопротивлений градуируемых ПТСВ и эталонного термометра при температуре кипения азота (минус  $196,1 \pm 0,5$ ) °С при атмосферном давлении.

Термометры типа ПТСВ-2 перед измерениями в тройной точке воды и жидкостных термостатах помещают во влагозащитные гильзы. При градуировке в тройной точке воды ПТСВ-2 погружают в ампулу так, чтобы чувствительный элемент отстоял от дна колодца

ампулы на  $(10 \pm 2)$  мм. Глубина погружения должна быть не менее 300 мм. К измерениям приступают через 15 мин после погружения ПТСВ-2 в ампулу.

Измеряют сопротивление в ттв ( $R_{ттв}$  1) согласно методике п. 4.6.6.1.1. Для проведения градуировки при температуре кипения азотной ванны преобразователи вместе с эталонным термометром помещают в блок сравнения установки для реализации ванн ожиженных газов при атмосферном давлении. Измерение сопротивления проводят в соответствии с эксплуатационными документами на указанную установку.

Проводят не менее 5-ти парных последовательных измерений сопротивлений для эталонного термометра и поверяемого ПТСВ-2.

За результат измерения сопротивлений принимают среднее арифметическое из пяти измерений.

Затем повторно измеряют сопротивление ПТСВ-2 в ттв ( $R_{ттв}$  2).

По результатам измерений сопротивлений градуируемого ПТСВ-2 и эталонного термометра при температуре азотной ванны ( $196,1 \pm 0,5$ ) °С и результатам измерений сопротивления градуируемого ПТСВ-2 в тройной точке воды рассчитывают для этой температуры средние арифметические значения  $W$ ,  $W_r$ ,  $\Delta W$  градуируемого термометра следующим образом.

Рассчитывают значения температуры  $T_i$  и относительного сопротивления  $W(T_i)$  эталонного термометра и поверяемого ПТСВ для каждого измерения.

Рассчитывают значения функции отклонения  $\Delta W(T_i)$  поверяемого ПТСВ для каждого измерения по формуле

$$\Delta W(T_i) = W(T_i) - W_r(T_i). \quad (4.6)$$

Рассчитывают среднее арифметическое значение температуры  $T$  ПТСВ по всем измерениям данной градуировки и среднее значение относительного сопротивления  $W_r$ .

Далее по методике ГОСТР 8.571-98 (см. Приложение Б) рассчитывают градуировочную характеристику термометра  $\Delta W(W)$  или  $W(T)$ .

Примечание – Допускается проводить градуировку термометров ПТСВ для диапазона температур от минус 196,1 до 0 °С методом калибровки непосредственно реперных точках МТШ-90 ниже 0 °С. В этом случае градуировочную характеристику термометра  $\Delta W(W)$  или  $W(T)$  рассчитывают согласно Положения о МТШ-90.

4.6.6.3.2. Градуировка термометров ПТСВ 3-го разряда в диапазоне температур выше 0 °С

Градуировку ПТСВ 3-го разряда в диапазоне температур выше 0 °С проводят методом сличения градуируемого ПТСВ с эталонным термометром в устройствах, реализующих температуры рабочего диапазона градуируемого ПТСВ и методом калибровки непосредственно в тройной точке воды (ттв).

В зависимости от рабочего диапазона ПТСВ предусмотрены температуры и последовательность градуировки, указанные в таблице 4.5.

Таблица 4.5

Диапазон измерений температуры ПТСВ	Испытуемые точки, °С
от 0 до плюс 156 °С	ттв, 156, ттв
от 0 до плюс 200 °С	ттв, 156, ттв
от 0 до плюс 232 °С	ттв, 156, 232, ттв
от 0 до плюс 250 °С	ттв, 156, 232, ттв
от 0 до плюс 420 °С	ттв, 420, 232, ттв
от 0 до плюс 500 °С	ттв, 420, 232, 500, ттв, 420

Сопротивление градуируемого ПТСВ в ттв измеряют также как для диапазона температур ниже 0 °С ( $R_{ттв 1}$  и  $R_{ттв 2}$ ). При измерениях в других точках температуры градуировки не должны отличаться от указанных в таблице 6 более чем на  $\pm 2$  °С.

Для градуировки термометров ПТСВ их вместе с эталонным термометром помещают в блок сравнения жидкостного термостата или печи и при температурах, соответствующих приведенным в таблице 4.5, проводят измерения сопротивлений эталонного и поверяемого ПТСВ. Измерение сопротивления эталонного термометра и поверяемого ПТСВ проводят при установлении допускаемого температурного режима, когда изменение температуры по показаниям эталонного термометра за 5 мин не превышает 0,01 °С. Проводят не менее пяти отсчетов для эталонного термометра и поверяемого ПТСВ.

За результат измерения сопротивлений принимают среднее арифметическое из пяти отсчетов.

По результатам измерений рассчитывают значение относительного сопротивления градуируемого термометра ( $W$ ) при данной температуре.

Рассчитывают также значение относительного сопротивления эталонного термометра при этой же температуре и по его паспорту определяют соответствующее значение  $W_r(T)$  стандартной функции МТШ-90.

Используя полученные значения  $W_r$  и  $W$ , рассчитывают  $\Delta W = W - W_r$  для градуируемого ПТСВ.

Затем по методике ГОСТ Р 8.571-98 (Приложение А), используя полученные значения  $\Delta W$ ,  $W_r$  и  $W$ , рассчитывают градуировочную характеристику термометра  $\Delta W(W)$  или  $W(T)$ .

4.6.6.3.3. Для диапазона температур, включающего в себя температуры ниже и выше 0 °С по результатам градуировки, вычисляются коэффициенты функции отклонения от стандартной по формуле

$$\Delta W = a(W-1) + b(W-1)^2 + c(W-1)^3, \quad (4.7)$$

где коэффициент «а» вычисляется из результатов градуировки ниже 0 °С (для преобразователей типа ПТСВ-2 коэффициент «с» равен 0).



Допускается градуировку ПТСВ 3-го разряда проводить в устройствах для реализации реперных точек, соответствующих температурам, указанным в таблицах 4.4 и 4.5, согласно ГОСТ Р 8.571-98.

Примечание – При градуировке ПТСВ на область температур ниже и выше 0 °С, допускается вторую серию измерений по определению сопротивления ПТСВ в ттв (R<sub>ттв</sub> 2) проводить по окончании измерений сопротивления градуируемого ПТСВ при всех остальных температурах.

4.6.6.4. Определение доверительной погрешности блока измерительного ТЦЭ в комплекте с ПТСВ

Доверительную погрешность поверяемых ПТСВ 2-го разряда при доверительной вероятности 0,95 проверяют по методике ГОСТ Р 8.571-98 (п.10.1.1 – п. 10.1.6). Расчетные значения доверительной погрешности не должны быть более значений, указанных в таблице 2.3.

4.6.6.4.1. Для проверки доверительной погрешности блока измерительного ТЦЭ в комплекте с ПТСВ 3-го разряда проводят измерения методом сличения показаний поверяемого ТЦЭ и эталонного термометра (не ниже 1 разряда) в устройствах, реализующих температуры рабочего диапазона.

4.6.6.4.2. Подключают ПТСВ к блоку измерительному ТЦЭ согласно рисунку В.1 приложения В.

4.6.6.4.3. Выполняют п. 4.6.5.2.1 – п. 4.6.5.2.3. Выбирают тип внутренних эталонных резисторов (100 Ом) для двух измерительных каналов и соответствующую градуировку для подключенного ПТСВ по пп. 2.5 с учетом ранее полученных градуировочных характеристик ПТСВ (п. 4.6.6.3).

4.6.6.4.4. Измерения проводят при температурах, указанных в таблице 4.6, в соответствии с рабочим диапазоном термометра.

Таблица 4.6

Диапазон измерений температуры ПТСВ	Проверяемые температуры, °С	Допускаемые значения разности температур $\Delta T =  T_p - T_{\text{э}} $ , не более, °С
минус 50 (0 °С)...156°С	80	0,02
минус 200 (0 °С)...200°С	минус 100, 100	0,03 при минус 100°С; 0,025 при 100 °С
минус 50 (0 °С)...232°С	100, 195	0,025 при 100°С 0,035 при 196 °С
минус 50 (0 °С)...250°С	100, 200	0,025 при 100°С 0,035 при 200 °С
минус 50 (0 °С)...420°С	100, 320	0,025 при 100°С 0,04 при 320 °С
минус 50 (0 °С)...500°С	100, 320	0,025 при 100°С 0,04 при 320 °С

При измерениях подключенные к блоку измерительному ТЦЭ преобразователи ПТСВ вместе с эталонным термометром помещают в блок сравнения жидкостного термостата

(криостата) или печи, и при температурах, соответствующих приведенным в таблице 4.6, проводят измерения температуры. Значения проверяемых температур не должны отличаться от указанных в таблице 4.6 более, чем на  $\pm 2$  °С.

Измерение температуры эталонного термометра и ПТСВ проводят при установлении допустимого температурного режима, когда изменение температуры по показаниям эталонного термометра за 5 мин не превышает 0,005 °С.

4.6.6.4.5. Проводят измерение температуры ПТСВ  $T_{п}$  по показаниям ТЦЭ. Для отображения измеренных значений необходимо в окне программы «Настройка ТЦЭ» перейти на закладку «Измерения» и нажать кнопку «Измерение».

4.6.6.4.6. Проводят измерение сопротивления для эталонного термометра (не менее пяти отсчетов). За результат измерения сопротивлений принимают среднее арифметическое из пяти отсчетов. Рассчитывают значение относительного сопротивления эталонного термометра ( $W_{э}$ ) при той же температуре. По паспорту (градуировочной характеристике) для эталонного термометра определяют соответствующее значение температуры ( $T_{э}$ ).

4.6.6.4.7. Определяют разность полученных значений температуры ( $T_{п}$  и  $T_{э}$ ):

$$\Delta T = | T_{п} - T_{э} | . \quad (4.8)$$

Разность температур  $\Delta T$  не должна превышать допустимых значений, приведенных в таблице 4.6.

Примечание – Измерения по п. 4.6.6.4.1 – п. 4.6.6.4.7 допускается совмещать с операциями по градуировке термометров ПТСВ 3-го разряда выше 0 °С по п. 4.6.6.3.2.

4.6.6.4.8. Если термометр 2-го разряда не удовлетворяет требованиям таблицы 2.3 (или таблиц 7 и 9 ГОСТ Р 8.571-98 для соответствующих рабочих диапазонов температур), то его переводят в более низкий разряд или бракуют.

Если термометр 3-го разряда не удовлетворяет требованиям таблицы 4.6 по допустимым значениям разности температур, то его переводят в разряд РСИ в соответствии с ГОСТ Р 8.571-98 или бракуют.

#### 4.6.7. Оформление результатов поверки

4.6.7.1. Положительные результаты поверки блока электронного и ТЦЭ оформляют свидетельством о поверке установленной формы по ПР 50.2.006-94.

При отрицательных результатах поверки ТЦЭ не допускается к применению до выяснения причин неисправностей и их устранения.

После устранения обнаруженных неисправностей, проводят повторную поверку.

Результаты повторной поверки считают окончательными.

## **5. ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ**

5.1. Техническое обслуживание ТЦЭ сводится к соблюдению правил эксплуатации, хранения и транспортирования, изложенных в настоящем руководстве по эксплуатации, профилактическим осмотрам, периодической поверке и ремонтным работам.

5.2. Профилактические осмотры проводятся в порядке, установленном на объектах эксплуатации ТЦЭ и включают:

- а) внешний осмотр;
- б) проверку прочности соединения ТЦЭ и первичных преобразователей (ПТСВ);
- в) проверку работоспособности.

5.3. Периодическую поверку ТЦЭ производят не реже одного раза в год в соответствии с указаниями, приведенными в разделе 4 настоящего руководства по эксплуатации.

5.4. ТЦЭ с неисправностями, не подлежащими устранению при профилактическом осмотре, или не прошедшие периодическую поверку, подлежит текущему ремонту.

Ремонт ТЦЭ производится на предприятии-изготовителе.

## **6. ХРАНЕНИЕ**

6.1. Условия хранения ТЦЭ в транспортной таре на складе изготовителя и потребителя должны соответствовать условиям I по ГОСТ 15150-69. В воздухе не должны присутствовать агрессивные примеси.

6.2. Расположение ТЦЭ в хранилищах должно обеспечивать свободный доступ к ним.

6.3. ТЦЭ следует хранить на стеллажах.

6.4. Расстояние между стенами, полом хранилища и ТЦЭ должно быть не менее 100 мм.

## **7. ТРАНСПОРТИРОВАНИЕ**

7.1. ТЦЭ транспортируется всеми видами транспорта в крытых транспортных средствах. Крепление тары в транспортных средствах должно производиться согласно правилам, действующим на соответствующих видах транспорта.

7.2. Условия транспортирования ТЦЭ должны соответствовать условиям 5 по ГОСТ 15150-69, но при температуре окружающего воздуха от минус 25 до плюс 50°С с соблюдением мер защиты от ударов и вибраций.

7.3. Транспортировать ТЦЭ следует упакованными в пакеты или поштучно.

7.4. Транспортировать ТЦЭ в коробках следует в соответствии с требованиями ГОСТ 21929-76.

## **8. УТИЛИЗАЦИЯ**

8.1. ТЦЭ не содержит вредных материалов и веществ, требующих специальных методов утилизации.

8.2. После окончания срока службы ТЦЭ подвергается мероприятиям по подготовке и отправке на утилизацию. При этом следует руководствоваться нормативно-техническими документами, принятыми в эксплуатирующей организации.

## ПРИЛОЖЕНИЕ А

### ФОРМА ЗАКАЗА

#### Часть 1 – термометр цифровой эталонный ТЦЭ-005/МЗ

$\frac{\text{ТЦЭ-005/МЗ}}{1} - \frac{X}{2} - \frac{X}{3}$

1. Тип прибора\*

2. Наличие и длина дополнительных кабелей:

- КИ-ТЦЭ (рисунок А.6)\*\*
- КИ-ПТСВ (рисунок А.5)\*\*\*
- К1 (рисунок А.7)\*\*\*\*

- длина кабеля *L*каб, мм, в базовом исполнении для КИ-ТЦЭ и КИ-ПТСВ – 1500 мм

- длина кабеля *L*каб, мм, в базовом исполнении для К1 – 1200 мм

3. Обозначение технических условий

#### **Примечания:**

\* В базовый комплект поставки входит диск, с программным обеспечением «Настройка ТЦЭ» и модуль интерфейсный МИГР-05U-2 для питания и подключения ТЦЭ-005/МЗ к ПК (через USB-порт).

\*\* Кабель КИ-ТЦЭ – для подсоединения к ТЦЭ-005/МЗ первичных преобразователей температуры. Кабель имеет на выходе 4 провода. **Один кабель КИ-ТЦЭ входит в базовый комплект поставки ТЦЭ-005/МЗ.**

\*\*\* Кабель КИ-ПТСВ – для подсоединения ПТСВ-1, ПТСВ-2К, ПТСВ-3, ПТСВ-3Г, ПТСВ-4, ПТСВ-4Г, ПТСВ-5, ПТСВ-8, ПТСВ-6К, ПТСВ-6Км к термометру цифровому эталонному ТЦЭ-005/МЗ. В базовый комплект поставки не входит (**по заказу**).

\*\*\*\* Кабель К1 – Кабель для подключения ТЦЭ-005/МЗ к ИКСУ-2012. В базовый комплект поставки не входит (**по заказу**).

#### **ПРИМЕР ЗАКАЗА**

$\frac{\text{ТЦЭ-005/МЗ}}{1} - \frac{\text{К1} - 1200}{2} - \frac{\text{ТУ 4381-075-13282997-09}}{3}$

## Продолжение приложения А

### Часть 2 – термометры сопротивления платиновые вибропрочные эталонные ПТСВ (опция)

$\frac{\text{ПТСВ}}{1} - \frac{\text{X}}{2} - \frac{\text{X}}{3} - \frac{\text{X}}{4} - \frac{\text{X}}{5} - \frac{\text{X}}{6} - \frac{\text{X}}{7}$

1. Тип прибора

2. Модификация термометра ПТСВ (таблица А.1; приложение А)

3. Разряд термометра (таблица А.2)

4. Длина монтажной части, мм (таблица А.1)

5. Длина кабеля ПТСВ  $L_{\text{каб}}$ , мм\*

- Базовое исполнение для ПТСВ-2, ПТСВ-6м, ПТСВ-7м (4 провода МГТФ-0,03мм<sup>2</sup>) – 1500 мм

- Базовое исполнение для ПТСВ-2К, ПТСВ-6К, ПТСВ-6Км (гидроизолированный кабель) – 2000 мм

6. Наличие и длина дополнительных кабелей:

• КИ №1 (рисунок А.8)\*\*

• КИ-ПТСВ (рисунок А.5)\*\*\*

- длина кабеля  $L_{\text{каб}}$ , мм, в базовом исполнении для КИ-ТЦЭ и КИ-ПТСВ – 1500 мм

7. Обозначение технических условий:

- ТУ 4211-041-13282997-2002 ( для ПТСВ-1-2, ПТСВ-1-3, ПТСВ-2-3, ПТСВ-3-3, ПТСВ-4-2, ПТСВ-4-3, ПТСВ-5-3)

- ТУ 4211-120-13282997-2013 (для ПТСВ-3Г-3, ПТСВ-4Г-2, ПТСВ-8-3)

- ТУ 4211-118-13282997-2013 (для ПТСВ-2-2, ПТСВ-2К-2, ПТСВ-2К-3, ПТСВ-6К-3, ПТСВ-6Км-3, ПТСВ-7м-2, ПТСВ-7м-3)

#### Примечания:

\* Указывается только для капсульных (рисунок А.2) и кабельных (рисунок А.3) ПТСВ.

\*\* Кабель КИ №1 – для подсоединения ПТСВ-1, ПТСВ-3, ПТСВ-3Г, ПТСВ-4, ПТСВ-4Г, ПТСВ-5, ПТСВ-8 к измерительной аппаратуре. Кабель имеет на выходе 4 провода МГТФ-0,07 мм<sup>2</sup>. **Один кабель КИ №1 входит в базовый комплект поставки.**

\*\*\* Кабель КИ-ПТСВ – для подсоединения ПТСВ-1, ПТСВ-2К, ПТСВ-3, ПТСВ-3Г, ПТСВ-4, ПТСВ-4Г, ПТСВ-5, ПТСВ-6К, ПТСВ-6Км, ПТСВ-8 к термометру цифровому эталонному ТЦЭ-005. В базовый комплект поставки не входит (**по заказу**).

#### ПРИМЕР ЗАКАЗА

ПТСВ – 2К – 3 – 40 – 2000 – КИ-ПТСВ–1500 – ТУ 4211-118-13282997-2013  
1 2 3 4 5 6 7

## Продолжение приложения А

Таблица А.1 – Технические характеристики термометров ПТСВ 2-го и 3-го разряда

Модификация термометра	Разряд	Диапазон измерений температуры, °С	Время термической реакции, с, не более	Длина погружаемой части L, мм	Диаметр погружаемой части d, мм	Масса, г, не более	Относительное сопротивление термометра, $W_{100}$
<b>Стержневые</b>							
ПТСВ-1	2	минус 50...450	40	550	6	105	$W_{100} \geq 1,3924$
ПТСВ-1	3	минус 50...450	40	550	6	105	$W_{100} \geq 1,3924$
ПТСВ-3	3	минус 50...500	40	550	6	105	$W_{100} \geq 1,3924$
	3	минус 50...250	40	350	6	90	$W_{100} \geq 1,3924$
ПТСВ-3Г	3	минус 50...500	40	260	6	58	$W_{100} \geq 1,3924$
ПТСВ-4	2	минус 50...232	40	550	6	105	$W_{100} \geq 1,3924$
ПТСВ-4	3	минус 50...232	40	550	6	105	$W_{100} \geq 1,3924$
ПТСВ-4Г	2	минус 50...232	40	260	6	58	$W_{100} \geq 1,3924$
ПТСВ-5	3	минус 50...250	40	550	6	105	$W_{100} \geq 1,3908$
	3	минус 50...250	40	350	6	90	$W_{100} \geq 1,3908$
ПТСВ-8	3	0 ... 660	40	550	6	78	$W_{100} \geq 1,3924$
<b>Капсульные</b>							
ПТСВ-2	2	минус 200...160	10	65	6	17	$W_{100} \geq 1,3924$
ПТСВ-2	3	минус 200...200	10	65	6	17	$W_{100} \geq 1,3924$
ПТСВ-6м	3	минус 200...200	8	25	3,2	2,2	$W_{100} \geq 1,3850$
ПТСВ-7м	2	минус 50 ... 50	8	25	3,2	2,2	$W_{100} \geq 1,3850$
ПТСВ-7м	3	минус 50 ... 50	8	25	3,2	2,2	$W_{100} \geq 1,3850$
<b>Кабельные</b>							
ПТСВ-2К	2	минус 60...60	18	40	5	55	$W_{100} \geq 1,3908$
ПТСВ-2К	3	минус 50...150	18	40	5	55	$W_{100} \geq 1,3908$
ПТСВ-6К	3	минус 50 ... 160	16	40	4	30	$W_{100} \geq 1,3908$
ПТСВ-6Км	3	минус 50 ... 150	8	25	3,2	20	$W_{100} \geq 1,3850$

## Продолжение приложения А

Таблица А.2 – Метрологические характеристики термометров ПТСВ 2-го и 3-го разряда

Модификация термометра	Разряд	Доверительная погрешность при доверительной вероятности 0,95 не более, °С (для диапазона применения, °С)														
		-200...-60	-60...-50	-50...0	0	0...30	30...50	50...60	60...150	150...160	160...200	200...230	230...250	250...450	450...500	500...660
<b>Стержневые</b>																
ПТСВ-1	2	-	-	0,02	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	-	-
ПТСВ-1	3	-	-	0,03	0,02	0,02	0,03	0,03	0,03	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	-	-
ПТСВ-3	3	-	-	0,03	0,02	0,02	0,03	0,03	0,03	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,07	-
ПТСВ-3Г	3	-	-	0,03	0,02	0,02	0,02	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,04	0,04	0,07	-
ПТСВ-4	2	-	-	0,02	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	-	-	-	-
ПТСВ-4	3	-	-	0,03	0,02	0,02	0,03	0,03	0,03	0,04	0,04	0,04	-	-	-	-
ПТСВ-4Г	2	-	-	0,02	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	-	-	-	-
ПТСВ-5	3	-	-	0,03	0,02	0,02	0,03	0,03	0,03	0,04	0,04	0,04	-	-	-	-
ПТСВ-8	3	-	-	-	0,02	0,03	0,03	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,06	0,06	0,15	0,15
<b>Капсульные</b>																
ПТСВ-2	2	0,03	0,03	0,02	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02	-	-	-	-	-	-
ПТСВ-2	3	0,05	0,05	0,03	0,02	0,02	0,03	0,03	0,03	0,04	0,04	-	-	-	-	-
ПТСВ-6м	3	0,04	0,04	0,03	0,02	0,02	0,02	0,03	0,03	0,03	0,03	-	-	-	-	-
ПТСВ-7м	2	-	-	0,02	0,01	0,01	0,01	-	-	-	-	-	-	-	-	-
ПТСВ-7м	3	-	-	0,02	0,02	0,02	0,02	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<b>Кабельные</b>																
ПТСВ-2К	2	-	0,02	0,02	0,01	0,02	0,02	0,02	-	-	-	-	-	-	-	-
ПТСВ-2К	3	-	-	0,02	0,02	0,02	0,02	0,03	0,03	-	-	-	-	-	-	-
ПТСВ-6К	3	-	-	0,02	0,02	0,02	0,02	0,03	0,03	0,03	-	-	-	-	-	-
ПТСВ-6Км	3	-	-	0,02	0,02	0,02	0,02	0,03	0,03	-	-	-	-	-	-	-



**Продолжение приложения А**

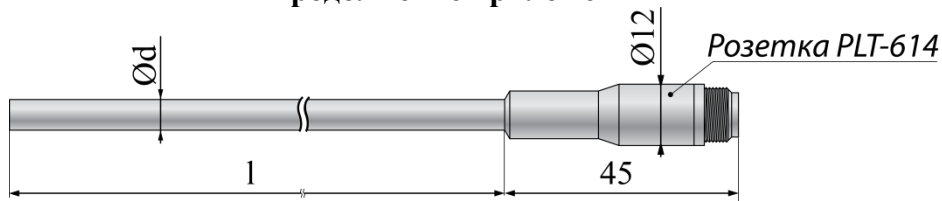


Рисунок А.1 - ПТСВ-1, ПТСВ-3, ПТСВ-4, ПТСВ-5, ПТСВ-8

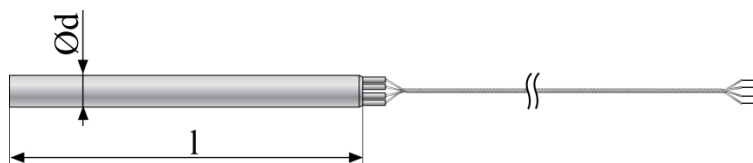


Рисунок А.2 - ПТСВ-2, ПТСВ-6м, ПТСВ-7м

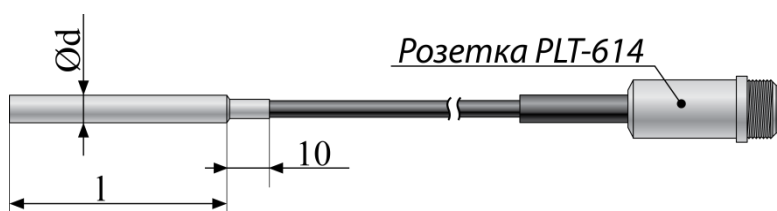


Рисунок А.3 - ПТСВ-2К, ПТСВ-6К, ПТСВ-6Км

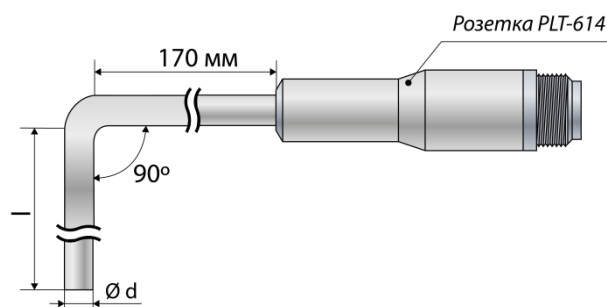


Рисунок А.4 - ПТСВ-3Г, ПТСВ-4Г

## Продолжение приложения А

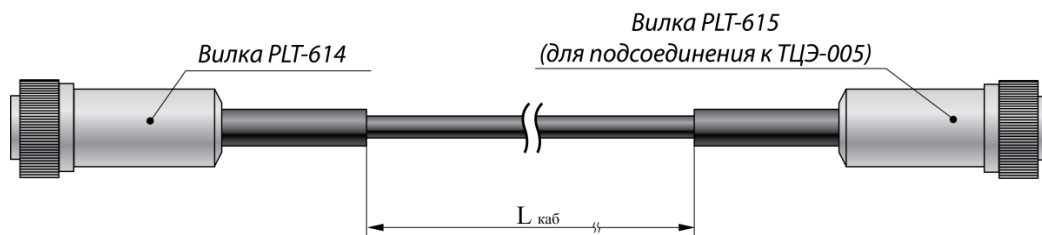


Рисунок А.5 - Кабель измерительный КИ-ПТСВ

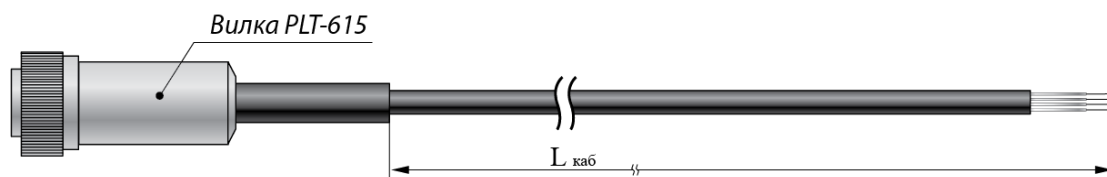


Рисунок А.6 - Кабель измерительный КИ-ТЦЭ

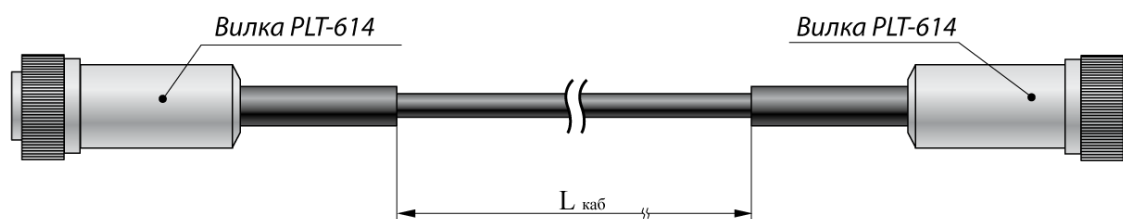


Рисунок А.7 - Кабель интерфейсный К1

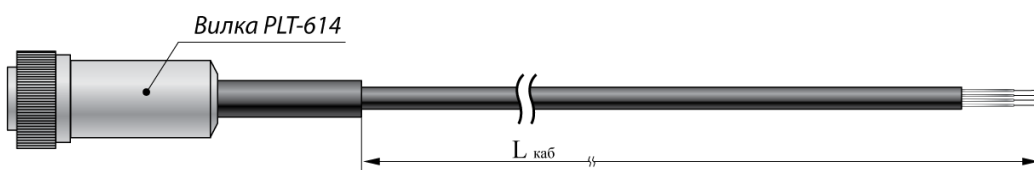


Рисунок А.8 - Кабель измерительный КИ №1 (из комплекта ПТСВ)

## ПРИЛОЖЕНИЕ Б

### Определение коэффициентов функции Каллендара – Ван Дюзена

Функция Каллендара – Ван Дюзена описывает зависимость сопротивления платинового термометра сопротивления от температуры и представлена в виде уравнения

$$W_t = 1 + At + Bt^2 + C(t-100)t^3, \quad \text{-(Б.1)}$$

где  $W_t$  – отношение сопротивления ТСП при температуре  $t$  к сопротивлению ТСП при температуре  $t = 0$  °С;  $C = 0$  для  $t \geq 0$  °С.

Коэффициенты  $A$ ,  $B$  и  $C$  определяются индивидуально для конкретного платинового термометра сопротивления. Одна из методик нахождения коэффициентов заключается в измерении сопротивления термометра в 4-х точках:

сопротивление  $R_0$  при температуре 0 °С;

сопротивление  $R_{100}$  при температуре 100 °С;

сопротивление  $R_h$  при температуре  $t_h > 100$ °С;

сопротивление  $R_l$  при температуре  $t_l < 0$  °С.

Далее вычисляются следующие коэффициенты:

$$\alpha = \frac{R_{100} - R_0}{100 \cdot R_0}, \quad \text{(Б.2)}$$

$$\delta = \frac{t_h - \frac{R_h - R_0}{\alpha \cdot R_0}}{\left(\frac{t_h}{100} - 1\right)\left(\frac{t_h}{100}\right)}, \quad \text{(Б.3)}$$

$$\beta = \frac{t_l - \left[ \frac{R_l - R_0}{\alpha \cdot R_0} + \delta \left(\frac{t_l}{100} - 1\right)\left(\frac{t_l}{100}\right) \right]}{\left(\frac{t_l}{100} - 1\right)\left(\frac{t_l}{100}\right)^3}. \quad \text{(Б.4)}$$

Искомые коэффициенты  $A$ ,  $B$  и  $C$  вычисляются как

$$A = \alpha + \frac{\alpha \cdot \delta}{100}, \quad \text{(Б.5)}$$

$$B = -\frac{\alpha \cdot \delta}{100^2}, \quad \text{(Б.6)}$$

$$C = -\frac{\alpha \cdot \beta}{100^4}. \quad \text{(Б.7)}$$

## ПРИЛОЖЕНИЕ В

### Схема электрическая подключений

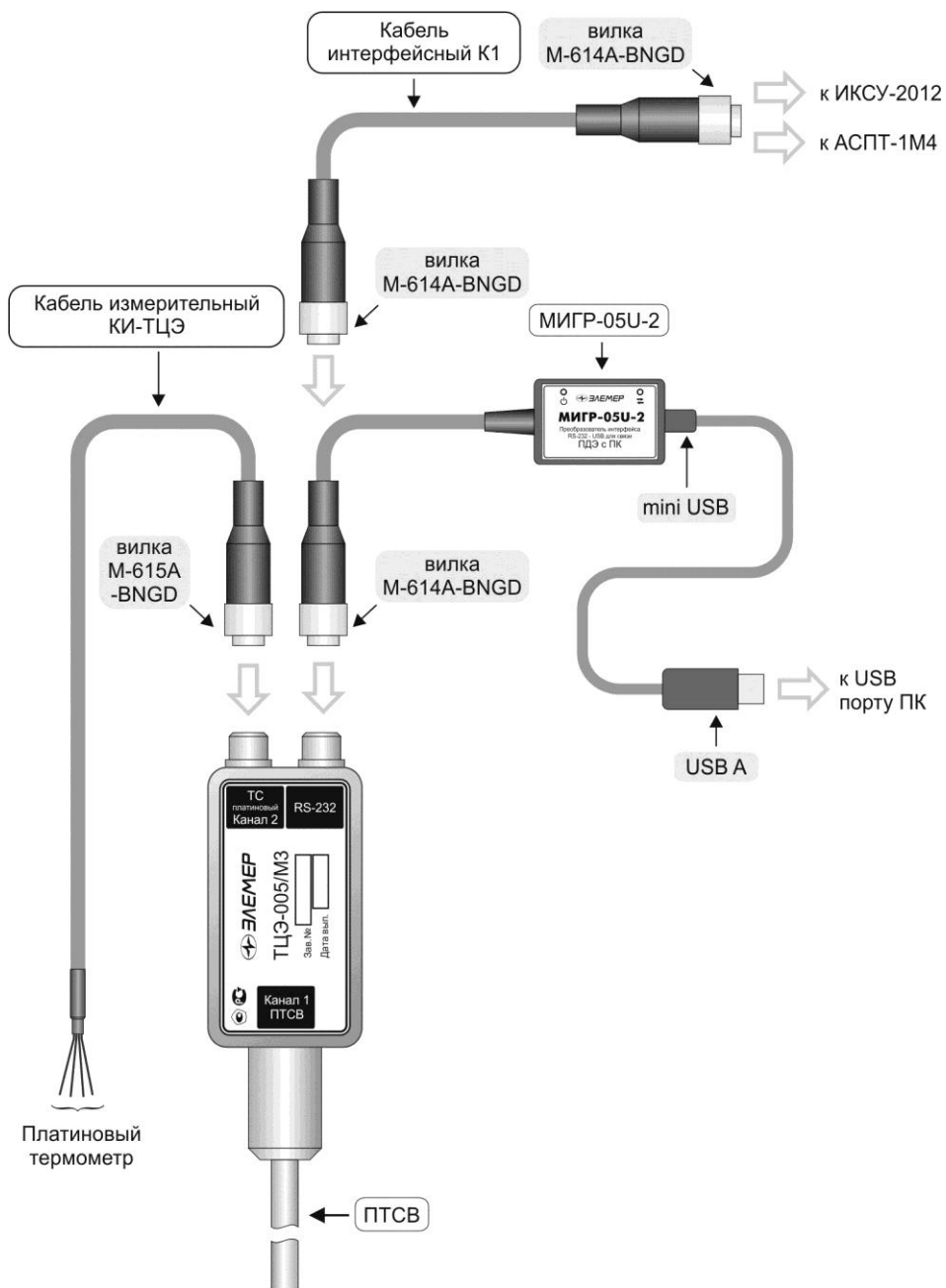


Рисунок В.1

Продолжение приложения В

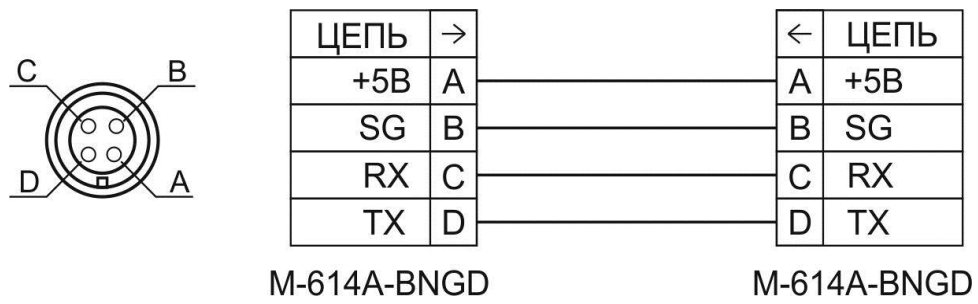


Рисунок В.2 – Кабель интерфейсный К1

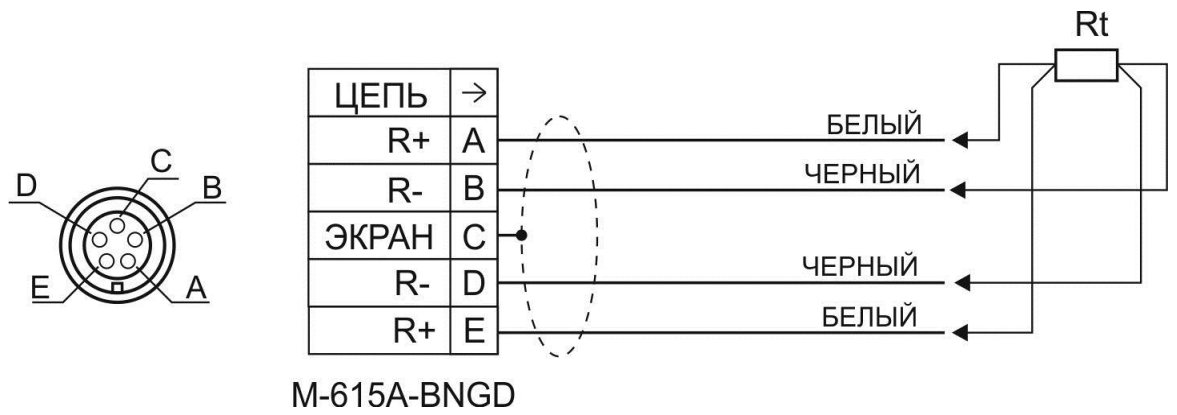


Рисунок В.3 – Кабель измерительный КИ-ТЦЭ

