

ОПИСАНИЕ ТИПА СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

Термометры цифровые эталонные ТЦЭ-005

Назначение средства измерений

Термометры цифровые эталонные ТЦЭ-005 (далее – ТЦЭ) предназначены для измерений температуры различных сред и сопротивления термопреобразователей сопротивления платиновых (ТСП) по ГОСТ 6651-2009 (МЭК 60751), термометров сопротивления платиновых вибропрочных эталонных ПТСВ (2-го и 3-го разрядов), а также ТСП с индивидуальными статическими характеристиками (ИСХ).

Описание средства измерений

Принцип действия ТЦЭ основан на аналого-цифровом преобразовании измеряемых сигналов электрического сопротивления, поступаемых от ТСП.

ТЦЭ независимо по двум каналам преобразуют измеренные значения сопротивлений ТСП в значения температуры по номинальным статическим характеристикам (НСХ) в соответствии с ГОСТ 6651-2009, а также по ИСХ, представленным в виде функции Каллендара-Ван Дюзена или функций отклонения от полиномов МТШ-90. ТЦЭ могут вычислять разность температур и сопротивлений, подключенных к нему ТСП или ПТСВ.

ТЦЭ являются многофункциональными приборами, в состав которых входят: блок измерительный, первичные преобразователи ПТСВ и кабели измерительные.

ТЦЭ являются микропроцессорными переконфигурируемыми потребителем приборами с индикацией текущих значений измеряемых сопротивлений и температур и предназначены для функционирования в автономном режиме. Просмотр и изменение параметров конфигурации ТЦЭ производится как с кнопочной клавиатуры, так и с помощью компьютерной программы. Связь ТЦЭ с компьютером (ПК) осуществляется по интерфейсу RS232 или по интерфейсу USB 2.0 при помощи преобразователя интерфейса МИГР-05U-2.

ТЦЭ выпускаются в двух модификациях ТЦЭ-005/М2 и ТЦЭ-005/М3, отличающихся конструктивным исполнением корпуса и наличием жидкокристаллического дисплея (у модификации ТЦЭ-005/М2).

Для взаимодействия ТЦЭ с персональным компьютером используется внешнее программное обеспечение (ПО).

Фотографии общего вида ТЦЭ представлены на рисунках 1, 2, ПТСВ на рисунке 3.



Рис.1 - ТЦЭ-005/М2



Рис.2 - ТЦЭ-005/М3



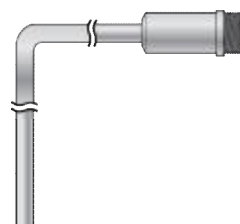
ПТСВ



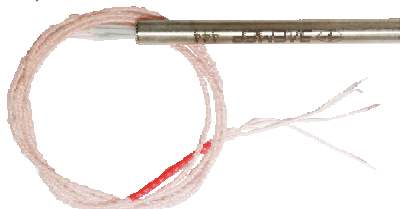
ПТСВ-2К-2, ПТСВ-2К-3, ПТСВ-6К-3, ПТСВ-6КМ-3



ПТСВ-8-3



ПТСВ-4Г-2 (ПТСВ-3Г-3)



ПТСВ-2-2, ПТСВ-2-3, ПТСВ-6М-3, ПТСВ-7М-2

Рис.3

Программное обеспечение

Термометры цифровые эталонные ТЦЭ-005 имеют встроенное, метрологически значимое ПО, и внешнее (автономное ПО). Встроенное ПО загружается в измерительный блок термометра на этапе производственного цикла и может быть изменено только на предприятии-изготовителе.

Внешнее ПО, предназначенное для взаимодействия ТЦЭ с компьютером, не оказывает влияния на метрологические характеристики ТЦЭ, а служит для просмотра, изменения параметров конфигурации и получения данных измерения в процессе эксплуатации ТЦЭ. Конфигурирование ТЦЭ включает в себя: включение/выключение измерительных каналов, установку параметров фильтрации, установку количества десятичных знаков, выбор градуировочной характеристики. ПО также предусматривает возможность выдачи текстовых сообщений о состоянии ТЦЭ и возникающих в процессе его работы ошибках и способах их устранения.

Идентификационные данные встроенного программного обеспечения приведены в таблице 1.

Таблица 1

Идентификационные данные (признаки)	Значение
Наименование программного обеспечения	Встроенное ПО для ТЦЭ
Идентификационное наименование ПО	ITE_M2_Ver2_12
Номер версии (идентификационный номер) ПО	2.12
Цифровой идентификатор программного обеспечения	Не применяется
Алгоритм вычисления цифрового идентификатора программного обеспечения	Отсутствует
Примечание: (*) и более поздние версии.	

Идентификационные данные автономного программного обеспечения приведены в таблице 2.

Таблица 2

Идентификационные данные (признаки)	Значение
Наименование программного обеспечения	ПО «Настройка ТЦЭ»
Идентификационное наименование ПО	SetupTCE-005_M2_v1.07.exe
Номер версии (идентификационный номер) ПО	1.07 ^(*)
Цифровой идентификатор программного обеспечения	Не применяется
Алгоритм вычисления цифрового идентификатора программного обеспечения	Отсутствует
Примечание: ^(*) и более поздние версии.	

Уровень защиты встроенного программного обеспечения от непреднамеренных и преднамеренных изменений соответствует уровню «высокий» в соответствии с рекомендацией по метрологии Р 50.2.077-2014. Данное ПО защищено от преднамеренных изменений с помощью специальных программных средств.

Метрологические и технические характеристики

Диапазон измерений сопротивления ^(*):

- с эталонным резистором номиналом 25 Ом: от 0 до 100 Ом;
- с эталонным резистором номиналом 100 Ом: от 0 до 375 Ом.

Диапазоны измерений и пределы допускаемых основных абсолютных погрешностей измеряемых величин приведены в таблицах 1, 2, 3.

Примечание: ^(*) При использовании внешних эталонных резисторов их погрешность должна быть $\pm 0,0005\%$.

Таблица 3 - Режим измерений электрического сопротивления ТЦЭ-005

Номинальное значение сопротивления эталонного резистора R ₀ , Ом	Диапазон измерений сопротивления, Ом	Пределы допускаемой основной абсолютной погрешности измерения сопротивления ΔR_t ^(*) , Ом	
		Индекс заказа	
		A	B
25	0÷25	$\pm 0,0003$	$\pm 0,0003$
	25÷100	$\pm(0,0003 \times R/25)$	$\pm(0,0003 \times R/25)$
100	0÷100	$\pm 0,0005$	$\pm 0,001$
	100÷375	$\pm(0,0005 \times R/100)$	$\pm(0,001 \times R/100)$

Примечания:

1 R - значение измеряемого сопротивления, Ом.

2 ^(*) Расширенная неопределенность измерения сопротивления не превышает ΔR_t .

Таблица 4 – Режим измерений температуры

НСХ ТСП	a, °C ⁻¹	Номинальное значение сопротивления эталонного резистора, Ом	Диапазон измерений температуры, °C	Пределы допускаемой основной абсолютной погрешности измерений температуры относительно НСХ ^(*) Δ_t , °C	
				Индекс заказа	
				A	B
Pt10	0,00385	25	-200÷+400	$\pm 0,01$	$\pm 0,01$
			+400÷+850	$\pm(0,01 + 1,5 \times 10^{-5} \times (\frac{1}{2} - 400))$	$\pm(0,01 + 1,5 \times 10^{-5} \times (\frac{1}{2} - 400))$
Pt25	0,00385	25	-200÷0	$\pm 0,003$	$\pm 0,003$
			0÷+850	$\pm(0,003 + 1,5 \times 10^{-5} \times \frac{1}{2})$	$\pm(0,003 + 1,5 \times 10^{-5} \times \frac{1}{2})$

Pt50	0,00385	25	-200÷-130	±0,002	±0,002
			-130÷+310	$\pm(0,002 + 10^{-5} \times (\frac{1}{2} \times 130 + 130))$	$\pm(0,002 + 10^{-5} \times (\frac{1}{2} \times 130 + 130))$
		100	-200÷+260	±0,003	±0,006
			+260÷+850	$\pm(0,003 + 0,8 \times 10^{-5} \times (\frac{1}{2} \times 260 - 260))$	$\pm(0,006 + 1,5 \times 10^{-5} \times (\frac{1}{2} \times 260 - 260))$
Pt100	0,00385	100	-200÷0	±0,0015	±0,003
			0÷+780	$\pm(0,0015 + 0,8 \times 10^{-5} \times \frac{1}{2} \times 780)$	$\pm(0,003 + 1,5 \times 10^{-5} \times \frac{1}{2} \times 780)$
10П (Pt'10)	0,00391	25	-200÷+400	±0,01	±0,01
			+400÷+850	$\pm(0,01 + 1,5 \times 10^{-5} \times (\frac{1}{2} \times 400 - 400))$	$\pm(0,01 + 1,5 \times 10^{-5} \times (\frac{1}{2} \times 400 - 400))$
25П (Pt'25)	0,00391	25	-200÷0	±0,003	±0,003
			0÷+850	$\pm(0,003 + 1,5 \times 10^{-5} \times \frac{1}{2} \times 850)$	$\pm(0,003 + 1,5 \times 10^{-5} \times \frac{1}{2} \times 850)$
50П (Pt'50)	0,00391	25	-200÷-130	±0,002	±0,002
			-130÷+310	$\pm(0,002 + 1,5 \times 10^{-5} \times (\frac{1}{2} \times 130 + 130))$	$\pm(0,002 + 1,5 \times 10^{-5} \times (\frac{1}{2} \times 130 + 130))$
		100	-200÷+260	±0,003	±0,006
			+260÷+850	$\pm(0,003 + 0,8 \times 10^{-5} \times (\frac{1}{2} \times 260 - 260))$	$\pm(0,006 + 1,5 \times 10^{-5} \times (\frac{1}{2} \times 260 - 260))$
100П (Pt'100)	0,00391	100	-200÷0	±0,0015	±0,003
			0÷+780	$\pm(0,0015 + 0,8 \times 10^{-5} \times \frac{1}{2} \times 780)$	$\pm(0,003 + 1,5 \times 10^{-5} \times \frac{1}{2} \times 780)$

Примечания:

- 1^(*) – Расширенная неопределенность измерения температуры не превышает пределов допускаемой основной абсолютной погрешности измерений температуры относительно НСХ.
2 t - значение измеряемой температуры, °С.

Таблица 5 – Метрологические характеристики ПТСВ, регистрационный № 32777-06

Тип первичного преобразователя	Основные метрологические характеристики ПТСВ				
	Относительное сопротивление ПТСВ		W ₁₀₀ , не менее	Диапазон измерений, °С	Пределы доверительной погрешности при доверительной вероятности 0,95 ^(*) Δ ₂ , °С
	W _{Ga} , не менее	W _{Hg} , не менее			
ПТСВ-1 (2-ой разряд)	1,11795	0,844235	1,3924	-50÷0	±0,02
				0÷+30	±0,01
				+30÷+150	±0,02
				+150÷+230	±0,02
				+230÷+420	±0,02
				+420÷+450	±0,02
ПТСВ-1 (3-ий разряд)	1,11795	0,844235	1,3924	-50÷0	±0,03
				0÷+30	±0,02
				+30÷+150	±0,03
				+150÷+230	±0,04
				+230÷+420	±0,04
				+420÷+450	±0,04
ПТСВ-2 (3-ий разряд)	1,11795	0,844235	1,3924	-200÷-50	±0,05
				-50÷0	±0,03
				0÷30	±0,02
				30÷+150	±0,03
				+150÷+230	±0,04
ПТСВ-3 (3-ий разряд)	1,11795	0,844235	1,3924	-50÷0	±0,03
				0÷+30	±0,02
				+30÷+150	±0,03
				+150÷+230	±0,04
				+230÷+420	±0,04
				+420÷+450	±0,04
				+450÷+500	±0,07

ПТСВ-4 (2-ой разряд)	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-ий разряд)	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-ий разряд)	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 6 – Основные метрологические характеристики ПТСВ, регистрационный № 57690-14

Тип первичного преобразователя	Основные метрологические характеристики ПТСВ				
	Относительное сопротивление ПТСВ		W_{100} , не менее	Диапазон измерений, °C	Пределы доверительной погрешности при доверительной вероятности 0,95 ^(*) Δ_2 , °C
	W_{Ga} , не менее	W_{Hg} , не менее			
ПТСВ-2 (2-ой разряд)	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>
ПТСВ-2 (3-ий разряд)	1,11795	0,844235	1,3924	+50÷+160	<u>±0,02</u>
				-200÷50	<u>±0,04</u>
				-50÷0	<u>±0,03</u>
				0	<u>±0,02</u>
ПТСВ-6м (3-ий разряд)	1,11460	0,85049	1,3850	0÷+50	<u>±0,02</u>
				+50÷+160	<u>±0,03</u>
				-200÷-50	<u>±0,04</u>
				-50÷0	<u>±0,03</u>
ПТСВ-2К (2-ой разряд)	1,11795	0,844235	1,3924	0	<u>±0,02</u>
				0÷+60	<u>±0,02</u>
				-60÷0	<u>±0,02</u>
				0	<u>±0,01</u>
ПТСВ-2К (3-ий разряд)	1,11760	0,844990	1,3908	0÷+50	<u>±0,02</u>
				+50÷+150	<u>±0,03</u>
				-50÷0	<u>±0,02</u>
				0	<u>±0,02</u>
ПТСВ-6К (3-ий разряд)	1,11750	0,844990	1,3908	0	<u>±0,02</u>
				0÷+50	<u>±0,02</u>
				-50÷0	<u>±0,02</u>
				+50÷+160	<u>±0,03</u>

ПТСВ-6Км (3-ий разряд)	1,11190	0,848887	1,3850	-50÷0	±0,02
				0	±0,02
				0÷+50	±0,02
				+50÷+150	±0,03
ПТСВ-7м (2-ой разряд)	1,11795	0,844235	1,3924	-50÷0	±0,02
				0	±0,01
				0÷+50	±0,01
ПТСВ-7м (3-ий разряд)	1,11575	0,846970	1,3850	-50÷0	±0,02
				0	±0,02
				0÷+50	±0,02

Таблица 7 – Основные метрологические характеристики ПТСВ-4Г-2, ПТСВ-3Г-3, ПТСВ-8-3, регистрационный № 57557-14

Тип первичного преобразователя	Основные метрологические характеристики ПТСВ				
	Относительное сопротивление ПТСВ		W ₁₀₀ , не менее	Диапазон измерений, °С	Пределы доверительной погрешности при доверительной вероятности 0,95 ^(*) Δ ₂ , °С
	W _{Ga} , не менее	W _{Hg} , не менее			
ПТСВ-4Г (2-ой разряд)	1,11795	0,844235	1,3924	-50÷0	±0,02
				0	±0,01
				0÷+50	±0,01
				+50÷+150	±0,02
				+150÷+230	±0,02
ПТСВ-3Г (3-ий разряд)	1,11795	0,844235	1,3924	-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
				+450÷+500	±0,07
ПТСВ-8 (3-ий разряд)	1,11795	0,844235	1,3924	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

Примечания:

- 1 W_{Ga}, - относительное сопротивление при температуре плавления галлия.
- 2 W_{Hg}, - относительное сопротивление при температуре тройной точки ртути.
- 3 W₁₀₀ - относительное сопротивление при температуре 100 °С.
- 4 t - измеряемая температура, °С.
- 5 (*) – Расширенная неопределенность измерения температуры не превышает пределов допускаемой основной абсолютной (доверительной) погрешности.

Пределы доверительной погрешности ТЦЭ в комплекте с ПТСВ при доверительной вероятности 0,95(±D_a) определяются по формуле:

$$D_a = 1,1 \cdot \sqrt{D_1^2 + D_2^2},$$

где D_1, D_2 - пределы допускаемой основной абсолютной (доверительной) погрешности соответственно из таблицы 3 и таблиц 4, 5, 6.

Пределы допускаемой основной абсолютной погрешности измерений температуры относительно ИСХ определяются по формуле

$$D_t = \frac{DR(R_t)}{\frac{dR_t}{dt}},$$

где DR – пределы допускаемой основной абсолютной погрешности измерения сопротивления, приведенные в таблице 1;

R_t – сопротивление ТСП при температуре t ;

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

терполяционным по уравнениям п. 5.2 ГОСТ 6651-2009 (рассчитываемая для значения температуры t по зависимостям сопротивление – температура, приведенным в приложении А ГОСТ 8.461-2009.

Пределы допускаемой дополнительной погрешности, вызванной изменением температуры окружающего воздуха на 10 °С от нормальной (20±5), °С, %

Габаритные размеры, мм, не более:

±0,5γ
205×157×62
(для ТЦЭ-005/М2);
101×40×22
(для ТЦЭ-005/М3)

Масса ТЦЭ, кг, не более

0,9

Средняя наработка на отказ, ч, не менее

50000

Средний срок службы, лет, не менее

12

В соответствии с ГОСТ Р 52937-2008 по устойчивости к климатическим воздействиям при эксплуатации ТЦЭ соответствуют группе исполнения В1, но в расширенной области температур от 0 до плюс 35 °С.

Знак утверждения типа

наносится на эксплуатационную документацию типографским способом и на прибор.

Комплектность средства измерений

Таблица 8

№ пп	Наименование и шифр	Обозначение	Кол-во	Примечание
1	Термометры цифровые эталонные ТЦЭ-005/М2	НКГЖ.405591.007-01	1 шт.	Модификация в соответствии с заказом
	Термометры цифровые эталонные ТЦЭ-005/М3	НКГЖ.405591.007-02	1 шт.	
2	Кабели измерительные КИ		1 компл.	Модификация ПТСВ в соответствии с заказом и таблицами 4, 5, 6.
3	Термометры сопротивления платиновые вибропрочные эталонные ПТСВ	НКГЖ.408717.XXX	В соответствии с заказом	
4	Программное обеспечение	ПО «Настройка ТЦЭ»	1 шт.	
5	Руководство по эксплуатации.	НКГЖ.405591.007-01РЭ	1 экз.	
		НКГЖ.405591.007-02РЭ	1 экз.	
6	Паспорт	НКГЖ.405591.007-01ПС НКГЖ.405591.007-02ПС	1 экз.	

Поверка

осуществляется в соответствии с документами НКГЖ.405591.007-01РЭ разделом 4 «Методика поверки» руководств по эксплуатации «Термометр цифровой эталонный ТЦЭ-005/М2», НКГЖ.405591.007-02РЭ разделом 4 «Термометр цифровой эталонный ЭТЦ-005/М3», утвержденными ФГУП «ВНИИМС» 15.04.2015 г.

Основные средства поверки:

- набор однозначных мер электрического сопротивления термостатированных типа МС3050Т с номинальными сопротивлениями: 10 Ом (ПГ: $\pm 0,0001$ %); 25 Ом; 100 Ом; 150 Ом (ПГ: $\pm 0,0002$ %);
- термометр сопротивления платиновый эталонный 1-го разряда ПТС-25: диапазон измерений: от минус 196 до 200 °С;
- калибраторы температуры «ЭЛЕМЕР-КТ-650Н»: диапазон воспроизводимой температуры: от 50 до 680 °С, нестабильность поддержания температуры за 30 мин (в режиме термостата) не более: $\pm(0,005 + 0,003 \times /100)$;
- ампула тройной точки воды: воспроизводимая температура 0,01 °С, ПГ: $\pm 0,2$ мК;
- ампулы реперных точек: галлия (Ga), ПГ: $\pm 0,1$ мК; индия (In), ПГ: $\pm 0,5$ мК; олова (Sn), ПГ: $\pm 0,3$ мК; цинка (Zn), ПГ: $\pm 0,5$ мК; алюминия (Al), ПГ: $\pm 2,0$ мК;
- Прецизионный термометрический мост F700В, ВЭТ 34-30-10: предел измерений: 100 Ом, 75 Ом, 50 Ом, ПГ: $\pm 0,000001$ %; $\pm 0,0000005$ %.

Нормативные документы, устанавливающие требования к термометрам цифровым эталонным ТЦЭ-005

ГОСТ Р 52931-2008. Приборы контроля и регулирования технологических процессов. Общие технические условия.

ТУ 4381-075-13282997-09. Термометры цифровые эталонные ТЦЭ-005. Технические условия.

ГОСТ Р 8.571-98. ГСИ. Термометры сопротивления платиновые эталонные 1-го и 2-го разрядов. Методика поверки.

ГОСТ 8.558-2009. ГСИ. Государственная поверочная схема для средств измерений температуры.

Изготовитель

Общество с ограниченной ответственностью Научно-производственное предприятие «ЭЛЕМЕР» (ООО НПП «ЭЛЕМЕР»)

124460, г. Москва, г. Зеленоград, корп. 1145, н.п. 1

ИНН 5044003551

Тел.: (495) 925-51-47, факс: (499) 710-00-01

E-mail: elemer@elemer.ru

Испытательный центр

Федеральное государственное унитарное предприятие «Всероссийский научно-исследовательский институт метрологической службы» (ФГУП «ВНИИМС»)

Адрес: 119361, г. Москва, ул. Озерная, д.46

Тел./факс: (495) 437-55-77 / 437-56-66

E-mail: office@vniims.ru, www.vniims.ru

Аттестат аккредитации ФГУП «ВНИИМС» по проведению испытаний средств измерений в целях утверждения типа № 30004-13 от 26.07.2013 г

Заместитель

Руководителя Федерального
агентства по техническому
регулированию и метрологии

С.С. Голубев

М.п. «_____» _____ 2015 г.