

**УТВЕРЖДЕНО**  
приказом Федерального агентства  
по техническому регулированию  
и метрологии  
от «13» апреля 2021 г. №512

Регистрационный № 81565-21

Лист № 1  
Всего листов 8

**ОПИСАНИЕ ТИПА СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ**

**Калибраторы температуры КТ-6**

**Назначение средства измерений**

Калибраторы температуры КТ-6 (далее по тексту – приборы или калибраторы) предназначены для воспроизведения температуры и измерений электрических сигналов: напряжения, силы постоянного тока и активного сопротивления постоянному току.

**Описание средства измерений**

Принцип действия калибраторов температуры КТ-6 в режиме воспроизведения температуры основан на возможности нагрева с помощью нагревательных элементов или охлаждения с помощью холодильной установки, металлического блока сравнения с отверстиями разных диаметров и (или) вставки в виде модели абсолютно черного тела (АЧТ).

Принцип действия калибратора температуры КТ-6 в режиме измерений электрических сигналов основан на аналого-цифровом преобразовании входного сигнала с последующей его обработкой и отображением полученной информации на дисплее калибратора в единицах измеряемой физической величины.

Калибраторы КТ-6 выполнены в настольном варианте, устанавливаемом на горизонтальной поверхности. Калибраторы состоят из: корпуса, металлического блока сравнения (или вставки в виде модели АЧТ), холодильной установки, регулятора температуры и прецизионного измерителя температуры.

На передней стенке корпуса калибратора расположены: кнопка включения/выключения питания, сенсорный дисплей, слот для установки SD-карты, разъемы прецизионного измерителя температуры, разъем источника питания (24 В) и USB разъем связи с компьютером. На задней стенке корпуса расположены: сетевой разъем, две вставки плавкие и ручка для переноски.

Металлический блок сравнения предназначен для установки средств измерений температуры погружного типа в каналы соответствующих диаметров. Калибратор в комплекте со вставкой АЧТ предназначен для использования в качестве излучателя радиационной температуры.

Холодильная установка сделана на термоэлектрических модулях Пельтье.

Микропроцессорный регулятор температуры предназначен для поддержания заданной температуры блока сравнения. Сигнал от встроенного эталонного термопреобразователя поступает на вход аналого-цифрового преобразователя (АЦП). После преобразования входного сигнала полученная информация обрабатывается микропроцессором (МП). В соответствии со статической характеристикой вычисляется температура. Результат измерений температуры отображается на дисплее. Исходя из измеренной температуры, уставки и коэффициентов регулирования (используется ПИД-закон регулирования), МП рассчитывает управляющее воздействие (мощность нагрева/охлаждения) и передает его на цифро-аналоговый преобразователь (ЦАП).

Прецизионный измеритель температуры состоит из двухканального коммутатора и аналого-цифрового преобразователя. Сигнал от датчика температуры попадает на вход коммутатора. Далее сигнал при помощи аналого-цифрового преобразователя преобразуется в цифровой код, который считывается микропроцессором калибратора.

Калибраторы температуры КТ-6 изготавливаются следующих модификаций: КТ-6.1, КТ-6.2, КТ-6.3. Модификации различаются по метрологическим и техническим характеристикам, а также по конструктивному исполнению. Калибраторы модификаций КТ-6.1, КТ-6.2 могут работать в комплекте со вставкой АЧТ и использоваться в качестве излучателей для воспроизведения и поддержания радиационной температуры.

Калибраторы могут применяться в качестве рабочего эталона:

- единицы температуры 2 разряда в области отрицательных температур и 3 разряда в области положительных температур по ГОСТ 8.558-2009 в качестве меры температуры с использованием металлического блока сравнения;

- единицы температуры 2 разряда по ГОСТ 8.558-2009 в качестве излучателя с использованием вставки в виде модели абсолютно черного тела (АЧТ).

Фотографии общего вида калибраторов с указанием мест нанесения знака утверждения типа и заводской пломбы представлены на рисунках 1-3.

место нанесения знака утверждения типа	место нанесения заводской пломбы
--	----------------------------------



Рисунок 1 - Общий вид калибраторов модификации КТ-6.1

место нанесения знака утверждения типа	место нанесения заводской пломбы
--	----------------------------------



Рисунок 2 - Общий вид калибраторов модификации КТ-6.2



Рисунок 3 - Общий вид калибраторов модификации КТ-6.3

Пломбирование калибраторов осуществляется с тыльной стороны корпуса при помощи специальной наклейки с логотипом предприятия-изготовителя. Заводской номер наносится на наклейку, прикрепленную с тыльной стороны корпуса калибратора. Конструкция калибратора не предусматривает нанесение знака поверки.

### Программное обеспечение

Программное обеспечение (ПО) калибраторов температуры КТ-6 состоит из встроенной и внешней частей ПО. Для функционирования калибраторов необходимо наличие встроенной части ПО.

Метрологически значимой является только встроенная часть ПО, загружаемая в калибратор на предприятии-изготовителе во время производственного цикла. Конструкция СИ исключает возможность несанкционированного влияния на ПО СИ и измерительную информацию.

Уровень защиты встроенной части ПО от непреднамеренных и преднамеренных изменений – «средний» в соответствии с рекомендацией по метрологии Р 50.2.077-2014: программное обеспечение защищено от преднамеренных изменений с помощью специальных программных средств.

Идентификационные данные встроенной части ПО приведены в таблице 1.

Таблица 1

Идентификационные данные (признаки)	Значение
Идентификационное наименование встроенного ПО	КТ-6
Номер версии (идентификационный номер) ПО, не ниже	v1.00
Цифровой идентификатор программного обеспечения	отсутствует

Внешнее ПО, устанавливаемое на персональный компьютер, предназначено для отображения результатов измерений в графическом и в цифровом режимах, а также для сохранения данных измерений для последующей их обработки.

### Метрологические и технические характеристики

Метрологические характеристики калибраторов температуры КТ-6 с использованием металлического блока сравнения представлены в таблице 2.

Метрологические характеристики калибраторов температуры КТ-6 мод. КТ-6.1, КТ-6.2 с использованием вставки (излучателя) АЧТ представлены в таблице 3.

Основные технические характеристики калибраторов температуры КТ-6 представлены в таблице 4.

Метрологические характеристики прецизионного измерителя калибраторов температуры КТ-6 представлены в таблице 5.

Таблица 2

Наименование характеристики	Значение (в зависимости от модификации калибратора) <sup>(1)</sup>		
	КТ-6.1	КТ-6.2	КТ-6.3
Диапазон воспроизводимых температур, °С	от -50 <sup>(2)</sup> до +160	от -30 <sup>(2)</sup> до +140	от +100 до +850
Доверительные границы абсолютной погрешности воспроизведения температуры (при доверительной вероятности 0,95), °С, не более	±0,03		±(0,05+5·10 <sup>-4</sup> ·t) <sup>(3)</sup>
Нестабильность поддержания температуры в течение 30 минут (после стабилизации), °С	±0,005		±0,05
Разность воспроизводимых температур в каналах одного диаметра, °С	±0,005		±(0,01+3·10 <sup>-5</sup> ·t) <sup>(3)</sup>
Неоднородность температурного поля по высоте рабочей зоны 60 мм от дна каналов блока, °С	±(0,03+3·10 <sup>-4</sup> · t ) <sup>(3)</sup>		±(0,03+5·10 <sup>-4</sup> ·t) <sup>(3)</sup>
Примечания:			
(1) - Допускается использование калибраторов в диапазонах воспроизводимых температур, согласованных с пользователем, но лежащих внутри полного диапазона воспроизводимых температур используемого калибратора;			
(2) - При температуре окружающего воздуха не более +20 °С;			
(3) - t – значение воспроизводимой температуры, °С			

Таблица 3

Наименование характеристики	Значение (в зависимости от модификации калибратора) <sup>(1)</sup>	
	КТ-6.1	КТ-6.2
Диапазон воспроизводимых температур, °С <sup>(1)</sup>	от -50 <sup>(2)</sup> до +160	от -30 <sup>(2)</sup> до +140
Доверительные границы абсолютной погрешности воспроизведения температуры (при доверительной вероятности 0,95), °С, не более	±(1+4,5·10 <sup>-3</sup> · t ) <sup>(3)</sup>	
Нестабильность поддержания температуры в стационарном режиме в течение 15 минут, °С	±0,2	
Коэффициент излучения внутренней полости вставки АЧТ	0,99	
Примечания:		
(1) - Допускается использование калибраторов в диапазонах воспроизводимых температур, согласованных с пользователем, но лежащих внутри полного диапазона воспроизводимых температур используемого калибратора;		
(2) - При температуре окружающего воздуха не более +20 °С;		
(3) - t – значение воспроизводимой температуры, °С		

Таблица 4

Наименование характеристики	Значение (в зависимости от модификации калибратора)		
	КТ-6.1	КТ-6.2	КТ-6.3
Глубина каналов в блоке сравнения, мм	от 155 до 165		
Диаметры каналов в блоке сравнения, мм <sup>(1)</sup> : - блок сравнения КТВ-5.1 или КТВ-6.1 <sup>(2)</sup> - блок сравнения КТВ-5.2 или КТВ-6.2 - блок сравнения КТВ-5.3 или КТВ-6.3	2×6,5; 7,5 5,5; 8,5 4,5; 10,5		
Рабочая зона от дна каналов в блоке сравнения, мм	от 0 до 60		
Значение единицы младшего разряда дисплея, °С	0,01/0,001		0,01
Дискретность задания температуры, °С	0,01		0,01
Габаритные размеры калибратора (ширина × высота × глубина), мм, не более	155 × 300 × 250	130 × 300 × 250	
Масса, кг, не более	8,0	6,5	7,0
Максимальная потребляемая мощность, Вт, не более	360		
Напряжение питания, В	от 198 до 242		
Частота питающей сети, Гц	от 49 до 51		
Средняя наработка на отказ, ч, не менее	10000		
Средний срок службы, лет, не менее	5		
Условия эксплуатации: - температура окружающего воздуха, °С - относительная влажность воздуха, %, не более - атмосферное давление, кПа	от +15 до +25  от 30 до 80 от 84 до 106,7		
Примечания: (1) – по заказу допускается изготовление блоков сравнения с количеством и диаметрами каналов, отличными от стандартных. (2) – блоки сравнения КТВ-5 применяются в калибраторах КТ-6.1 и КТ-6.2; КТВ-6 - в калибраторах КТ-6.3.			

Таблица 5

Наименование характеристики	Значение <sup>(1)</sup>
Количество каналов измерений	2
Ток питания термопреобразователей сопротивления (ТС), мА	0,4
Диапазон измерений электрического сопротивления, Ом	от 0,01 до 1500
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений электрического сопротивления, Ом	$\pm(0,001+10^{-5} \cdot R)^{(2)}$
Диапазон измерений напряжения постоянного тока (термо-ЭДС), мВ	от -500 до +500
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений напряжения постоянного тока (термо-ЭДС), мВ	$\pm(0,001+7 \cdot 10^{-5} \cdot  U )^{(3)}$
Диапазон измерений силы постоянного тока, мА	от -30 до +30
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений силы постоянного тока, мА	$\pm(0,0005+10^{-4} \cdot  I )^{(4)}$
Напряжение встроенного блока питания, В	от 20,4 до 27,6
Режимы измерений	Ом, мВ, мА, НСХ ТС, ИСХ ТС, НСХ ТП, ИСХ ТП, ИЗМ. ПР.

Наименование характеристики	Значение <sup>(1)</sup>
Типы номинальных статических характеристик преобразования (НСХ) подключаемых ТС в соответствии с ГОСТ 6651-2009	10М, 50М, 100М, 500М, 1000М, 10П, 50П, 100П, 500П, 1000П, Pt10, Pt50, Pt100, Pt500, Pt1000, 10Н, 50Н, 100Н, 500Н, 1000Н
Типы индивидуальных статических характеристик преобразования (ИСХ) подключаемых ТС	МТШ-90, КВД, Полином, Таблица
Типы НСХ подключаемых термоэлектрических преобразователей (ТП) в соответствии с ГОСТ Р 8.585-2001	Е, J, М, Т, К, N, L, R, S, В, А-1, А-2, А-3
Типы ИСХ сигналов подключаемых ТП	Полином, Таблица
Диапазоны измерений силы постоянного тока измерительных преобразователей, мА	от 0 до 5 от 4 до 20 от 0 до 20
Диапазоны измерений температуры в зависимости от R <sub>0</sub> подключенного ТС, °С:	Соответствует диапазону измерений температуры подключенного ТС, но не более, чем:
0,6 Ом	от -200 до +962
1 Ом	от -200 до +962
10 Ом	от -200 до +962
25 Ом	от -200 до +962
50 Ом	от -200 до +962
100 Ом	от -200 до +962
500 Ом	от -200 до +500
1000 Ом	от -200 до +125
Пределы допускаемой абсолютной погрешности при измерении температуры в зависимости от R <sub>0</sub> подключенного ТС, °С: <sup>(5)</sup>	
0,6 Ом	±0,45
1 Ом	±0,26
10 Ом	±(0,028+10 <sup>-5</sup> · t ) <sup>(6)</sup>
25 Ом	±(0,013+10 <sup>-5</sup> · t ) <sup>(6)</sup>
50 Ом	±(0,008+10 <sup>-5</sup> · t ) <sup>(6)</sup>
100 Ом	±(0,005+10 <sup>-5</sup> · t ) <sup>(6)</sup>
500 Ом	±(0,003+10 <sup>-5</sup> · t ) <sup>(6)</sup>
1000 Ом	±(0,003+10 <sup>-5</sup> · t ) <sup>(6)</sup>
Пределы допускаемой абсолютной погрешности при измерении температуры в зависимости от типа ТП, °С: <sup>(7)</sup>	
Е, J, Т, К, N, L, М	±0,1
R, S, В, А-1, А-2, А-3	±0,2
Примечания:	
(1) - Допускается использование прецизионного измерителя калибраторов в диапазонах измерений электрических сигналов, согласованных с пользователем, но лежащих внутри полного диапазона измерений электрических сигналов измерителя (в зависимости от используемого режима измерений);	
(2) - R – значение измеряемого электрического сопротивления, Ом;	
(3) - U – значение измеряемого напряжения постоянного тока (термо-ЭДС), мВ;	
(4) - I – значение измеряемой силы постоянного тока, мА;	
(5) - Без учета погрешности ТС;	
(6) - t – значение измеряемой температуры, °С;	
(7) - Без учета погрешности ТП	

### Знак утверждения типа

наносится на корпус калибратора при помощи наклейки, а также на титульный лист руководства по эксплуатации типографским способом или методом штемпелевания.

### Комплектность средства измерений

Комплект поставки калибраторов температуры КТ-6 приведен в таблице 6.

Таблица 6

Наименование	Обозначение	Количество
Калибратор температуры КТ-6	ЕМТК 177.0001.00	1 шт.
Металлический блок сравнения	-	1 шт.
Вставка (излучатель) в виде модели абсолютно черного тела (АЧТ)	-	1 шт. (по дополнительному заказу)
Шнур для подключения ТС	МИТШ-1.2	1 шт.
Шнур для подключения ТП	МИТШ-2.2.1	1 шт.
Шнур для измерения силы тока	МИТШ-5.1	1 шт.
Кабель связи с компьютером	-	1 шт.
Кабель сетевой	-	1 шт.
Руководство по эксплуатации	ЕМТК 177.0000.00 РЭ	1 экз.
Методика поверки	МП 207-045-2020	1 экз.

### Сведения о методиках (методах) измерений

приведены в разделе 4 «Порядок работы» Руководства по эксплуатации на средство измерений.

### Нормативные и технические документы, устанавливающие требования к калибраторам температуры КТ-6

ГОСТ 6651-2009 ГСИ. Термопреобразователи сопротивления из платины, меди и никеля. Общие технические требования и методы испытаний.

ГОСТ Р 8.585-2001 ГСИ. Преобразователи термоэлектрические. Номинальные статические характеристики преобразования.

ГОСТ 26.011-80 Средства измерений и автоматизации. Сигналы тока и напряжения электрические непрерывные входные и выходные.

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

Приказ Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 30.12.2019 г. № 3457 «Об утверждении государственной поверочной схемы для средств измерений постоянного электрического напряжения и электродвижущей силы».

Приказ Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 01.10.2018 г. № 2091 «Об утверждении государственной поверочной схемы для средств измерений силы постоянного электрического тока в диапазоне от  $1 \times 10^{-16}$  до 100 А».

Приказ Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 30.12.2019 г. № 3456 «Об утверждении государственной поверочной схемы для средств измерений электрического сопротивления постоянного и переменного тока».

ТУ 4381-177-56835627-20 «Калибраторы температуры КТ-6. Технические условия».

