

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ УНИТАРНОЕ ПРЕДПРИЯТИЕ
«ВСЕРОССИЙСКИЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ
МЕТРОЛОГИЧЕСКОЙ СЛУЖБЫ» (ФГУП «ВНИИМС»)

УТВЕРЖДАЮ



Заместитель директора
по производственной метрологии
ФГУП «ВНИИМС»

Н.В. Иванникова

07 2020 г.

Государственная система обеспечения единства измерений

Калибраторы температуры КТ-6

МЕТОДИКА ПОВЕРКИ

МП 207-045-2020

г. Москва
2020

Настоящая методика поверки распространяется на калибраторы температуры КТ-6, изготавливаемые ООО «ИзТех» и устанавливает методику их первичной и периодической поверки.

Интервал между поверками – 1 год.

1 ОПЕРАЦИИ И СРЕДСТВА ПОВЕРКИ

Операции, выполняемые при поверке, и применяемые средства поверки указаны в таблице 1.
Таблица 1

Наименование операции	№ пункта МП	Обязательность проведения при:		Сведения об эталонах и средствах измерений применяемые при поверке
		первичной поверке	периодической поверке	
Внешний осмотр	4.1	Да	Да	Эталоны не применяются
Проверка версии программного обеспечения	4.2	Да	Да	Эталоны не применяются
Проверка электрического сопротивления изоляции	4.3	Да	Нет	Мегомметр Ф4102/1, КТ 1,5, диапазон от 0 до 20000 Мом (регистрационный номер в Федеральном информационном фонде 9225-83)
Проверка метрологических характеристик с использованием металлического блока сравнения	4.4.1	Да	Да	Термометр сопротивления платиновый эталонный ПТС-10М, 1 разряд, диапазон от -50 до +660 °С (регистрационный номер в Федеральном информационном фонде 11804-99);
Определение доверительной абсолютной погрешности воспроизведения температуры (при доверительной вероятности 0,95) и диапазона воспроизведения температуры	4.4.1.1	Да	Да	Термометр сопротивления платиновый эталонный высокотемпературный ВТС, 2 разряд, диапазон от +420 до +850 °С (регистрационный номер в Федеральном информационном фонде 10008-99); Измеритель температуры многоканальный прецизионный МИТ 8.15 (регистрационный номер в Федеральном информационном фонде 19736-11);
Определение нестабильности поддержания температуры	4.4.1.2	Да	Да	Термопреобразователь сопротивления платиновый технический (ТС) типа ТС1388 с длиной чувствительного элемента $5 \pm 0,1$ мм и диаметром $6 \pm 0,1$ мм, кл. С, диапазон от -50 до +500 °С (регистрационный номер в Федеральном информационном фонде 58808-14);
Определение разности воспроизводимых температур в каналах одного диаметра	4.4.1.3	Да	Нет	Рулетка измерительная металлическая от 0 до 5000 мм, ц.д. 1 мм
Определение неоднородности температурного поля по высоте рабочей зоны	4.4.1.4	Да	Нет	

Наименование операции	№ пункта МП	Обязательность проведения при:		Сведения об эталонах и средствах измерений применяемые при поверке
		первичной поверке	периодической поверке	
Проверка метрологических характеристик с использованием вставки (излучателя) АЧТ (для модификаций КТ-6.1, КТ-6.2)	4.4.2	Да	Да	Эталонный пирометр полного или частичного излучения, 1 разряд, диапазон измерений температуры от -50 до +160 °С
Определение доверительной абсолютной погрешности воспроизведения температуры (при доверительной вероятности 0,95) и диапазона воспроизведения температуры	4.4.2.1	Да	Да	
Определение нестабильность поддержания температуры	4.4.2.2	Да	Да	
Проверка метрологических характеристик прецизионного измерителя	4.4.3	Да	Да	Меры электрического сопротивления МС3006 номиналом 1, 10, 100, 1000 Ом, 2 разряд; Компаратор-калибратор универсальный КМ300КТ, 2 разряд (режим воспроизведения напряжения постоянного тока), 1 разряд (режим воспроизведения силы постоянного тока)
Определение абсолютной погрешности измерений электрического сопротивления	4.4.3.1	Да	Да	
Определение абсолютной погрешности измерений напряжения постоянного тока (термо-ЭДС)	4.4.3.2	Да	Да	
Определение абсолютной погрешности измерений силы постоянного тока	4.4.3.3	Да	Да	

Наименование операции	№ пункта МП	Обязательность проведения при:		Сведения об эталонах и средствах измерений применяемые при поверке
		первичной поверке	периодической поверке	
Примечания:				
1 Все эталоны и средства измерений, применяемые при поверке, должны иметь действующие свидетельства о поверке/сертификаты о калибровке.				
2 Допускается применение аналогичных средств поверки, обеспечивающих определение метрологических характеристик, поверяемых СИ с требуемой точностью.				

2 ТРЕБОВАНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ

При проведении поверки необходимо соблюдать:

- требования безопасности, которые предусматривают «Правила технической эксплуатации электроустановок потребителей» и «Правила по охране труда при эксплуатации электроустановок» (ПОТЭУ (2014));

- указания по технике безопасности, приведенные в эксплуатационной документации на эталоны и средства поверки.

К проведению поверки допускаются лица, ознакомленные с руководством по эксплуатации калибратора и прошедшие инструктаж по технике безопасности.

3 УСЛОВИЯ ПОВЕРКИ И ПОДГОТОВКА К НЕЙ

Поверку следует проводить при следующих условиях:

- температура окружающего воздуха 20 ± 5 °С;
- относительная влажность воздуха от 30 до 80 %;
- атмосферное давление от 84 до 106,7 кПа;
- напряжение питания 220 ± 22 В.

Должны отсутствовать: вибрация, тряска, удары, внешние электрические и магнитные поля, влияющие на работу электроизмерительной аппаратуры.

Не допускается в составе атмосферы наличие агрессивных примесей, активных по отношению к используемым материалам.

Подготовить к работе эталонные средства измерений и поверяемый калибратор в соответствии с эксплуатационной документацией.

Перед проведением поверки калибраторы должны быть выдержаны при нормальной температуре не менее 3 часов.

4 ПРОВЕДЕНИЕ ПОВЕРКИ

4.1 Внешний осмотр

При внешнем осмотре необходимо убедиться в отсутствии видимых повреждений. Все надписи должны быть четкими и ясными, на дисплее должны отображаться все сегменты.

Результаты проверки считают положительными, если выполняются вышеперечисленные требования.

4.2 Проверка версии программного обеспечения

Включить калибратор, считать с дисплея калибратора идентификационное наименование ПО и номер версии ПО.

Сравнить результаты с данными таблицы 2.

Таблица 2

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

Если номер версии ПО ниже указанного в таблице 2, дальнейшую поверку не проводят.

4.3 Проверка электрического сопротивления изоляции

Проверка электрического сопротивления изоляции проводится мегомметром с рабочим напряжением 100 В. Сопротивление измерить между зажимом защитного заземления калибратора и двумя контактами для подсоединения сетевого кабеля, соединенными между собой.

Сопротивление изоляции должно быть не менее 20 МОм.

4.4 Проверка метрологических характеристик

Поверку необходимо проводить, используя блоки сравнения: КТВ-5.1 для калибраторов КТ-6.1 и КТ-6.2; КТВ-6.1- для калибраторов КТ-6.3.

Допускается проводить поверку в диапазонах воспроизводимых температур, согласованных с пользователем, но лежащих внутри полного диапазона воспроизводимых температур используемого калибратора (при этом делают соответствующую запись в свидетельстве о поверке).

В случае использования калибратора для воспроизведения одного значения температуры поверка проводится для 3-х температурных точек: значения температуры при требуемой воспроизводимой температурной точке, а также значений на 10 °С выше и ниже требуемой температурной точки (при этом делают соответствующую запись в свидетельстве о поверке).

Допускается проводить поверку прецизионного измерителя в диапазонах измерений, согласованных с пользователем, но лежащих внутри полного диапазона измерений электрических сигналов используемого калибратора (при этом делают соответствующую запись в свидетельстве о поверке).

Допускается по согласованию с пользователем проводить поверку одного из каналов прецизионного измерителя (при этом делают соответствующую запись в свидетельстве о поверке).

Допускается по согласованию с пользователем не проводить поверку прецизионного измерителя (при этом делают соответствующую запись в свидетельстве о поверке).

4.4.1 Проверка метрологических характеристик с использованием металлического блока сравнения

Кольцевые (воздушные) зазоры между внутренними диаметрами используемых при поверке отверстий вставного блока и наружных диаметров используемого эталона и внешнего ТС калибратора (при наличии) не должны превышать 0,5 мм при температуре не более 650 °С (включ.) и 1,0 мм при температуре св. 650 до 850 °С.

Для улучшения теплопроводности (уменьшения кольцевого зазора) допускается использовать мелкодисперсный порошок Al_2O_3 .

Для поверки калибраторов рекомендуется использовать теплоизолирующие крышки или тепловые барьеры, а также защитные чехлы для выступающей части защитной обочорки чувствительных элементов эталонов.

4.4.1.1 Определение доверительной абсолютной погрешности воспроизведения температуры (при доверительной вероятности 0,95) и диапазона воспроизведения температуры

Определение доверительной погрешности воспроизведения температуры проводить при следующих значениях температуры:

для модификации КТ-6.1	$T_H^{(*)}$, 0, 100, 160 °С;
для модификации КТ-6.2	-30, 0, 100, 140 °С;
для модификации КТ-6.3	100, 300, 500, 850 °С

Примечание:

(*) T_H – нижняя воспроизводимая температура (но не ниже минус 50 °С), рассчитываемая по формуле 1:

$$T_H = T_{окр} - 70 \quad (1),$$

где $T_{\text{окр}}$ – температура окружающего воздуха, °С.

Доверительную погрешность воспроизведения температуры (Δ_K , °С) определить, как разность между значением температуры по показаниям дисплея калибратора (T_K) и значением температуры, измеренной эталонным термометром ($T_{\text{Э}}$).

Установить эталонный термометр на дно канала блока калибратора соответствующего диаметра. При установившемся температурном режиме провести серию из десяти измерений температуры эталонным термометром с интервалом в 1 минуту, одновременно фиксируя показания текущей температуры калибратора.

Вычислить доверительную погрешность воспроизведения температуры по формуле 2:

$$\Delta_K = T_K - T_{\text{Э}} \quad (2).$$

Вычислить среднее значение $\Delta_{K\text{ср}}$ из десяти показаний.

Результат проверки считать положительным, если диапазон воспроизведения температуры соответствует описанию типа, а доверительная погрешность воспроизведения температуры не превышает значения, указанного в описании типа.

4.4.1.2 Определение нестабильность поддержания температуры

Определение нестабильности поддержания температуры проводить при следующих значениях температуры:

для модификации КТ-6.1	$T_H^{(*)}$, 0, 100, 160 °С;
для модификации КТ-6.2	-30, 0, 100, 140 °С;
для модификации КТ-6.3	100, 300, 500, 850 °С

Примечание:

(*) T_H – нижняя воспроизводимая температура (но не ниже минус 50 °С), рассчитываемая по формуле 1.

Установить эталонный термометр на дно канала блока калибратора соответствующего диаметра. При установившемся температурном режиме в течение 30 минут провести последовательно 10 измерений температуры с интервалом в 3 минуты.

Нестабильность ($T_{\text{нест}}$, °С) вычислить по формуле 3:

$$T_{\text{нест}} = \max |T_i - T_{\text{ср}}| \quad (3),$$

где T_i – значение температуры, измеренное эталонным термометром в каждом из 10 измерений, °С;

$T_{\text{ср}}$ – среднее арифметическое 10 значений температуры, измеренное эталонным термометром в течение 30 минут, °С

Полученные значения нестабильности не должны превышать значений, указанных в описании типа.

4.4.1.3 Определение разности воспроизводимых температур в каналах одного диаметра

Определение разности воспроизведения температуры в каналах с одинаковыми диаметрами проводить при следующих значениях температуры:

для модификации КТ-6.1	$T_H^{(*)}$, 0, 160 °С;
для модификации КТ-6.2	-30, 0, 140 °С;
для модификации КТ-6.3	100, 300, 500 °С

(*) T_H – нижняя воспроизводимая температура (но не ниже минус 50 °С), рассчитываемая по формуле 1.

Установить эталонный (основной) термометр на дно канала соответствующего диаметра (например, канал 7,5 мм). В исследуемый канал (6,5 мм) на дно установить вспомогательный термопреобразователь сопротивления соответствующего диаметра.

При установившемся температурном режиме измерить температуру основного (эталонного) термометра (T_{O1}) и температуру вспомогательного термопреобразователя сопротивления (T_{TC1}). Провести серию из пяти измерений и определить разность показаний между термометрами ($\Delta_1, ^\circ\text{C}$) по формуле 4:

$$\Delta_1 = T_{O1} - T_{TC1} \quad (4).$$

Вычислить среднее значение $\Delta_{1\text{ср}}$ из пяти показаний.

Перенести вспомогательный термопреобразователь сопротивления (ТС) в другой исследуемый канал 6,5 мм.

При установившемся температурном режиме измерить температуру основного (эталонного) термометра (T_{O2}) и температуру вспомогательного термопреобразователя сопротивления (T_{TC2}). Провести серию из пяти измерений и определить разность показаний между термометрами ($\Delta_2, ^\circ\text{C}$) по формуле 5:

$$\Delta_2 = T_{O2} - T_{TC2} \quad (5).$$

Вычислить среднее значение $\Delta_{2\text{ср}}$ из пяти показаний.

Вычислить разность воспроизведения температуры в каналах с одинаковыми диаметрами ($\Delta_P, ^\circ\text{C}$) по формуле 6:

$$\Delta_P = |\Delta_{1\text{ср}} - \Delta_{2\text{ср}}| \quad (6).$$

Полученные значения не должны превышать значений, указанных в описании типа.

4.4.1.4 Определение неоднородности температурного поля по высоте рабочей зоны

Определение неоднородности температурного поля по высоте рабочей зоны проводить при следующих значениях температуры:

для модификации КТ-6.1	$T_H^{(*)}, 0, 160 ^\circ\text{C};$
для модификации КТ-6.2	$-30, 0, 140 ^\circ\text{C};$
для модификации КТ-6.3	$100, 300, 500 ^\circ\text{C}$

(*) T_H – нижняя воспроизводимая температура (но не ниже минус $50 ^\circ\text{C}$), рассчитываемая по формуле 1.

Эталонный термометр и вспомогательный термопреобразователь сопротивления (ТС) поместить на дно каналов блока сравнения калибратора соответствующих диаметров ($H = 0$ мм). При установившемся температурном режиме провести серию из пяти измерений температуры эталонным термометром (T_1) и вспомогательным ТС (T_2) и определить разность показаний между термометрами ($\Delta t_{H0}, ^\circ\text{C}$) по формуле 7:

$$\Delta t_{H0} = T_1 - T_2 \quad (7).$$

Вычислить среднее значение $\Delta t_{H0\text{ср}}$ из пяти показаний.

Затем вспомогательный ТС последовательно установить на высоте H , равной 30 и 60 мм от дна канала рабочего блока калибратора. Каждый раз по истечении 10 минут провести серию из пяти измерений температуры.

Аналогично вычислить ($\Delta t_{H30\text{ср}}, ^\circ\text{C}$) и ($\Delta t_{H60\text{ср}}, ^\circ\text{C}$).

Из полученных значений $\Delta t_{H0\text{ср}}$, $\Delta t_{H30\text{ср}}$ и $\Delta t_{H60\text{ср}}$ выбрать максимальное $\Delta t_{H\text{max}}$ и минимальное $\Delta t_{H\text{min}}$.

Вычислить неоднородность температурного поля по формуле 8:

$$\Delta t_{\text{НТП}} = \frac{\Delta t_{H\text{max}} - \Delta t_{H\text{min}}}{2} \quad (8).$$

Полученное значение $\Delta t_{\text{НТП}}$ не должно превышать значения неоднородности температурного поля, указанного в описании типа.

4.4.2 Проверка метрологических характеристик с использованием вставки (излучателя) АЧТ (для модификаций КТ-6.1, КТ-6.2)

При поверке на значениях воспроизводимых температур ниже 0 °С необходимо закрывать теплоизолирующей крышкой отверстие вставки АЧТ между измерениями температуры.

4.4.2.1 Определение доверительной абсолютной погрешности воспроизведения температуры (при доверительной вероятности 0,95) и диапазона воспроизведения температуры

Определение доверительной погрешности воспроизведения температуры проводить при следующих значениях температуры:

для модификации КТ-6.1	$T_H^{(*)}$, 0, 100, 160 °С;
для модификации КТ-6.2	-30, 0, 100, 140 °С

Примечание:

(*) T_H – нижняя воспроизводимая температура (но не ниже минус 50 °С), рассчитываемая по формуле 1.

Доверительную погрешность воспроизведения температуры ($\Delta_{\text{АЧТ}}$, °С) определить как разность между значением температуры по показаниям дисплея калибратора (T_K) и значением температуры, измеренной эталонным пирометром полного или частичного излучения 1-го разряда по ГОСТ 8.558-2009 ($T_{\text{Э}}$).

Расположить эталон перед полостью АЧТ.

Установить на эталоне коэффициент излучения, соответствующий коэффициенту излучения внутренней полости используемой вставки АЧТ.

При установившемся температурном режиме провести серию из десяти измерений температуры эталонным пирометром с интервалом в 1 минуту, одновременно фиксируя показания текущей температуры калибратора.

Вычислить доверительную погрешность воспроизведения температуры по формуле 9:

$$\Delta_{\text{АЧТ}} = T_K - T_{\text{Э}} \quad (9).$$

Вычислить среднее значение $\Delta_{\text{АЧТср}}$ из десяти показаний.

Результат поверки считать положительным если диапазон воспроизведения температуры соответствует, а доверительная погрешность воспроизведения $\Delta_{\text{АЧТср}}$ не превышает значения, указанного в описании типа.

4.4.2.2 Определение нестабильность поддержания температуры

Определение нестабильности поддержания температуры проводить при следующих значениях температуры:

для модификации КТ-6.1	$T_H^{(*)}$, 0, 100, 160 °С;
для модификации КТ-6.2	-30, 0, 100, 140 °С

(*) T_H – нижняя воспроизводимая температура (но не ниже минус 50 °С), рассчитываемая по формуле 1.

Расположить эталон перед полостью АЧТ.

Установить на эталоне коэффициент излучения, соответствующий коэффициенту излучения внутренней полости используемой вставки АЧТ.

При установившемся температурном режиме в течение 30 минут провести последовательно 10 измерений температуры с интервалом в 3 минуты.

Вычислить нестабильность ($T_{\text{нестАЧТ}}$, °С) по формуле по формуле 10:

$$T_{\text{нестАЧТ}} = \max |T_i - T_{\text{ср}}| \quad (10),$$

где T_i – значение температуры, измеренное эталонным пирометром в каждом из 10 измерений, °С;

T_{cp} – среднее арифметическое 10 значений температуры, измеренное эталонным пирометром в течение 30 минут, °С.

Полученные значения нестабильности не должны превышать значений, указанных в описании типа.

4.4.3 Проверка метрологических характеристик прецизионного измерителя

4.4.3.1 Определение абсолютной погрешности измерений электрического сопротивления

Перед проведением поверки необходимо дождаться выхода «термостата опор» калибратора на режим.

Погрешность измерения сопротивления определяют в четырех контрольных точках: 1, 10, 100, 1000 Ом.

Подключить КТ-6 к компьютеру (ПК). Запустить на ПК управляющую программу «kt6.exe» и установить связь между калибратором и ПК.

Установить на всех каналах прецизионного измерителя тип измерений – «Ом».

Подключить меру электрического сопротивления номиналом 1 Ом к 1 каналу прецизионного измерителя. Через 1 минуту записать с дисплея ПК (по графику) среднее значение измеренного сопротивления - R_K .

Повторить процедуру измерений в остальных контрольных точках.

Погрешность измерения сопротивления (Δ_R , Ом) вычислить по формуле 11:

$$\Delta_R = R_K - R_{MC} \quad (11),$$

где R_K – показание прецизионного измерителя калибратора температуры, Ом;

R_{MC} – значение меры электрического сопротивления, Ом.

Полученные значения Δ_R не должны превышать значений, указанных в описании типа.

4.4.3.2 Определение абсолютной погрешности измерений напряжения постоянного тока (термо-ЭДС)

Перед проведением поверки необходимо дождаться выхода «термостата опор» калибратора на режим. У компаратора-калибратора универсального КМ300КТ откалибровать смещение нуля в режиме воспроизведения напряжения постоянного тока в соответствии с инструкцией на него.

Погрешность измерения напряжения определяют в пяти контрольных точках -500, -250, 0, 250, 500 мВ.

Подключить КТ-6 к компьютеру (ПК). Запустить на ПК управляющую программу «kt6.exe» и установить связь между калибратором и ПК.

Установить на всех каналах прецизионного измерителя тип измерений – «мВ» (милливольты).

Подключить компаратор-калибратор универсальный КМ300КТ к 1 каналу прецизионного измерителя. Установить на компараторе выходное напряжение 0 мВ. Через 1 минуту записать с дисплея ПК (по графику) среднее значение измеренного напряжения - U_K .

Повторить процедуру измерений в остальных контрольных точках.

Погрешность измерения напряжения (Δ_U , мВ) вычислить по формуле 12:

$$\Delta_U = U_K - U_{KM} \quad (12),$$

где U_K – показания прецизионного измерителя калибратора температуры, мВ;

U_{KM} – значение напряжения, поданного с компаратора-калибратора, мВ.

Полученные значения Δ_U не должны превышать значений, указанных в описании типа.

4.4.3.3 Определение абсолютной погрешности измерений силы постоянного тока

Перед проведением поверки необходимо дождаться выхода «термостата опор» калибратора на режим. У компаратора-калибратора универсального КМ300КТ откалибровать смещение нуля в режиме воспроизведения силы постоянного тока в соответствии с инструкцией на него.

Погрешность измерения силы тока определяют в пяти контрольных точках -30, -15, 0, 15, 30 мА.

Подключить КТ-6 к компьютеру (ПК). Запустить на ПК управляющую программу «kt6.exe» и установить связь между калибратором и ПК.

Установить на всех каналах измерителя тип измерений mA (миллиамперы).

Подключить компаратор-калибратор универсальный КМ300КТ к 1 каналу прецизионного измерителя при помощи шнура МИТШ-5.1. Установить на компараторе выходной ток 0 мА. Через 1 минуту записать с дисплея ПК (по графику) среднее значение измеренной силы тока - I_K .

Повторить процедуру измерений в остальных контрольных точках.

Погрешность измерения силы тока (Δ_I , мА) вычислить по формуле 13:

$$\Delta_I = I_K - I_{KM} \quad (13),$$

где I_K – показания прецизионного измерителя калибратора температуры, мА;

I_{KM} – значение силы тока, поданного с компаратора-калибратора, мА.

Полученные значения Δ_I не должны превышать значений, указанных в описании типа.

6 ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ

6.1 Средства измерений, прошедшие поверку с положительным результатом, признаются годными и допускаются к применению.

Результаты поверки средств измерений подтверждаются сведениями о результатах поверки средств измерений, включенными в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений. По заявлению владельца средства измерений или лица, представившего его на поверку, на средство измерений выдается свидетельство о поверке.

6.2 При отрицательных результатах поверки в соответствии с действующим законодательством в области обеспечения единства измерений РФ на средство измерений оформляется извещение о непригодности к применению.

Научный сотрудник
отдела метрологического обеспечения термометрии
ФГУП «ВНИИМС»


Л.Д. Маркин

Начальник
отдела метрологического обеспечения термометрии
ФГУП «ВНИИМС»


А.А. Игнатов