

УТВЕРЖДАЮ
Руководитель ГЦИ СИ «Тест ПЭ»-
исполнительный директор
ЗАО «Метрологический центр
энергоресурсов»



А.В. Федоров

2006 г.

ИНСТРУКЦИЯ

ПРИБОРЫ КОМБИНИРОВАННЫЕ

TESTO 605, TESTO 615, TESTO 625, TESTO 635, TESTO 645, TESTO 650
фирмы «TESTO AG», Германия

Методика поверки

г.р. 17740-06

Общие положения

Настоящая методика поверки распространяется на приборы комбинированные TESTO 605, TESTO 615, TESTO 625, TESTO 635, TESTO 645, TESTO 650 (далее – приборы) и устанавливает порядок проведения их первичной и периодической поверки.

Первичную и периодическую поверку проводят органы Государственной метрологической службы или юридические лица, аккредитованные на право поверки в соответствии с действующим законодательством.

Межповерочный интервал – 1 год.

1 Операции поверки

При проведении первичной и периодической поверки должны быть выполнены операции, указанные в таблице 1.

Таблица 1.

№ п/п	Наименование операции	Номер пункта методики	Обязательность проведения операции при поверке	
			Первичная	Периодическая
1	Внешний осмотр и опробование	6.1	Да	Да
2	Определение погрешности измерений температуры зондом влажность-температура	6.2	Да	Да
3	Определение абсолютной погрешности измерений относительной влажности	6.3	Да	Да
4	Определение абсолютной погрешности измерений точки росы	6.4	Да	При наличии зонда точки росы
5	Определение основной абсолютной погрешности измерений температуры	6.5	Да	При наличии зонда температуры
6	Определение абсолютной погрешности измерений концентрации CO ₂ в атмосфере	6.6	Да	При наличии зонда CO ₂ в атмосфере
7	Определение абсолютной погрешности измерений концентрации CO в атмосфере	6.7	Да	При наличии зонда CO в атмосфере
8	Определение погрешности измерений давления	6.8	Да	При наличии зонда измерений давления

Примечание: допускается проведение поверки по одному или нескольким из каналов измерений.

2 Средства поверки

2.1 При проведении поверки должны применяться средства измерений и вспомогательное оборудование, указанные в таблице 2.

Таблица 2

№ п/п	Наименование и обозначение средства поверки	Метрологические характеристики
1	Термометр эталонный 2-го разряда ПТС-10 ПНЗ.879.001ТУ	Диапазон измерений от минус 200 до 630 °С

№ п/п	Наименование и обозначение средства поверки	Метрологические характеристики
2	Термостат	Диапазон термостатирования от минус 60 до 260 °С, погрешность термостатирования $\pm 0,02$ °С
3	Генератор влажного газа "Родник-2".	Абсолютная погрешность воспроизведения влажного газа $\pm 0,5$ %
4	Термопреобразователь сопротивления типа ЭЧП по ГОСТ Р 50356-92	Диапазон температуры от 0 до 1100 °С
5	Вольтметр В7-34	Погрешность измерений $\pm 0,02$ % от измеренного значения
6	Электропечь СУОЛ-04.4/12.5 по ГОСТ 13474-79	Номинальная температура 1250 °С
7	Генератор влажного газа «MG-101»	Диапазон воспроизведения точки росы от минус 80 до 20 °С, погрешность воспроизведения влажного газа $\pm 1,0$ °С
8	Термометр по ГОСТ 2156-76	Диапазон измерений от 0 до 50 °С. Цена деления 0,1 °С
9	Барометр-анероид М-67	Диапазон измерений от 610 до 790 мм.рт.ст.
10	ГСО-ПГС СО ₂ в азоте в баллонах под давлением по ТУ 6-16-2956-92.	Номера по Госреестру: 3750-87, 3757-87, 3758-87, 375-87, 3760-87
11	ГСО-ПГС СО в воздухе в баллонах под давлением по ТУ 6-16-2956-92.	Номера по Госреестру: 3844-87, 4265-88, 7590-99, 3850-87
12	Прецизионный цифровой термометр МИТ-8.10	Диапазон измерений температуры от минус 200 до 2000 °С, $\Delta = \pm 0,004^\circ\text{C} + T \times 10^{-5}$
13	Камера климатическая PSL-4GM	Диапазон температуры от минус 70 до 100 °С, $\Delta = \pm 0,3^\circ\text{C}$
14	Микроманометр МКМ-4	Класс точности 0,01. Диапазон измерений от 0,1 до 4,0 кПа.
15	Манометр грузопоршневой МП-2,5 1 разряда по ГОСТ 8291-83	Погрешность $\pm 0,01$ % от измеренного давления в диапазоне измерений от 25 кПа до 0,25 МПа
16	Манометр абсолютного давления МПА -15	Погрешность $\pm 6,65$ Па в диапазоне от 0 до 20 кПа; $\pm 13,3$ Па в диапазоне от 20 кПа до 133 кПа; $\pm 0,01$ % от действительного значения измеренного давления в диапазоне от 133 кПа до 400 кПа
17	Манометр грузопоршневой МП-6 0 и 1-го разрядов	Погрешности $\pm 0,005$ % и $\pm 0,01$ % от измеренного давления в диапазоне от 0,04 до 0,6 МПа
18	Манометр грузопоршневой МП-60 0 и 1-го разрядов	Погрешности $\pm 0,005$ % и $\pm 0,01$ % от измеренного давления в диапазоне от 0,1 до 6 МПа
19	Манометр грузопоршневой МП-600 0 и 1-го разрядов	Погрешности $\pm 0,005$ % и $\pm 0,01$ % от измеренного давления в диапазоне от 0,1 до 60 МПа

Примечание: при поверке допускается применять другие средства поверки, не уступающие по техническим и метрологическим характеристикам средствам, указанным в таблице 2.

2.2 Все средства поверки должны иметь действующие свидетельства о поверке или аттестаты.

3 Требования безопасности

3.1 Во время подготовки и проведения поверки должны соблюдаться правила безопасной работы, установленные в эксплуатационной документации на средства поверки.

4 Условия поверки

4.1 Все операции поверки должны проводиться в следующих условиях:

температура окружающего воздуха, °C

относительная влажность воздуха, %

атмосферное давление, кПа

20±5;

от 30 до 80;

от 84 до 106,7.

5 Подготовка к поверке

5.1 Перед проведением поверки подготовить средства поверки в соответствии с требованиями эксплуатационной документации на них.

6 Проведение поверки

6.1 Внешний осмотр, опробование.

При внешнем осмотре проверить:

- соответствие внешнего вида прибора и составных частей требованиям эксплуатационной документации;
- отсутствие механических повреждений, влияющих на работоспособность приборов.

Проверить прибор на функционирование в следующей последовательности:

- включить питание прибора, убедиться, что батарея питания не разряжена;
- проконтролировать показания прибора, на дисплее должно высвечиваться значение температуры, окружающего воздуха.
- проверить работоспособность прибора в соответствии с эксплуатационной документацией.

Результаты поверки по данному пункту считаются положительными, если установлено соответствие приборов перечисленным выше требованиям.

6.2 Определение погрешности измерений температуры зондом влажность-температура.

6.2.1 Проверка погрешности измерений температуры при использовании терморезисторов NTC входящих в состав электронного блока.

6.2.2 Установить в климатической камере поочередно пять значений температур равномерно распределенных по диапазону измерений, включая наибольшее и наименьшее значения.

6.2.3 Поместить поверяемый прибор и эталонный термопреобразователь, подключенный к прецизионному цифровому термометру. Выдержать их в течение 10 минут в климатической камере.

6.2.4 По истечении указанного времени считать результаты измерений температуры с дисплея электронного блока и цифрового термометра МИТ-8.10.

6.2.5 Определить абсолютную погрешность измерений температуры по формуле:

$$\Delta t = |T_{\text{изм}} - T_{\text{эт}}|, \text{ } ^\circ\text{C}$$

где: $T_{\text{изм}}$ – результат измерений поверяемого прибора;

$T_{\text{эт}}$ – результат измерений температуры эталонным термопреобразователем.

6.2.6 Повторить операции по п. 6.2.2-6.2.5 три раза.

Результаты поверки по данному пункту методики считаются положительными, если значения абсолютной погрешности измерений температуры находятся в пределах, указанных в таблице 3.

Таблица 3

Технические характеристики	Приборы TESTO					
	605	615	625	635	645	650
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений температуры, °C (сенсор NTC)	±0,5	±0,5	±0,5	±0,5	±0,2; ±0,3; ±0,4; ±0,5 (в зависимости от типа применяемого зонда)	±0,2; ±0,3; ±0,4; ±0,5 (в зависимости от типа применяемого зонда)

6.3 Определение абсолютной погрешности измерений относительной влажности.

6.3.1 Первичный преобразователь поверяемого прибора поместить в рабочую камеру эталонного генератора “Родник-2”;

6.3.2 Задать в рабочей камере генератора “Родник-2” температуру, равную $(20 \pm 5)^\circ\text{C}$.

6.3.3 Последовательно задать в рабочей камере генератора “Родник-2” следующие значения относительной влажности:

$$\varphi_{\Sigma 1} = 6 \pm 1 \%;$$

$$\varphi_{\Sigma 2} = 20 \pm 3 \%;$$

$$\varphi_{\Sigma 3} = 50 \pm 3 \%;$$

$$\varphi_{\Sigma 4} = 70 \pm 3 \%;$$

$$\varphi_{\Sigma 5} = 93 \pm 2 \%;$$

6.3.4 Выдержать первичный преобразователь прибора при заданном значении относительной влажности не менее 30 мин, после истечения указанного времени провести измерения относительной влажности φ_i ;

6.3.5 Определить абсолютную погрешность измерений относительной влажности в каждой контрольной точке по формуле:

$$\Delta_{\varphi} = \varphi_i - \varphi_{\Sigma i}.$$

6.3.6 Результаты поверки по данному пункту методики считаются положительными, если значения абсолютной погрешности измерений относительной влажности, находятся в пределах, указанных в таблице 4.

Таблица 4

Технические характеристики	Приборы TESTO					
	605	615	625	635	645	650
Пределы абсолютной погрешности измерения относительной влажности, %	± 3	± 3	$\pm 2,5$	± 2	$\pm 1; \pm 2; \pm 2,5$ (в зависимости от типа применяемого первичного преобразователя)	$\pm 1; \pm 2; \pm 2,5$ (в зависимости от типа применяемого первичного преобразователя)

6.4 Определение абсолютной погрешности измерений точки росы (только для приборов TESTO 645, TESTO 650 с зондами определения точки росы).

6.4.1 Поместить первичный преобразователь поверяемого прибора в проточную камеру, подключенную к выходу генератора влажного газа.

6.4.2 Установить расход газа через проточную камеру в диапазоне от 1 до 2 л/мин.

6.4.3 Установить на выходе генератора влажного газа значение точки росы в диапазоне от минус 22 до минус 20 $^\circ\text{C}$. Значение влажности считают установившимся, если показания не изменяются по истечении 5 минут.

6.4.4 Считать измеренные значения точки росы поверяемого прибора (T_i) и значение точки росы на выходе генератора влажного газа (T_{0i});

6.4.5 Повторить операции по п.п. 6.4.3, 6.4.4 для следующих значений точки росы установленных на выходе генератора влажного газа:

в диапазоне от минус 32 до минус 30 $^\circ\text{C}$ т.р.;

в диапазоне от минус 39 до минус 41 $^\circ\text{C}$ т.р.;

6.4.6 Определить абсолютную погрешность измерений точки росы Δ_i по формуле:

$$\Delta_i = T_i - T_{0i}$$

6.4.7 Результаты поверки по данному пункту методики считаются положительными, если значения абсолютной погрешности измерения точки росы находятся в пределах $\pm 4^\circ\text{C}$.

6.5 Определение погрешности измерений температуры (для TESTO 635, TESTO 645, TESTO 650).

6.5.1 Определение погрешности измерений температуры с использованием погружных первичных преобразователей.

6.5.1.1 В термостате поочередно установить температуру соответствующую десяти значениям диапазона измерений прибора, включая наибольшее и наименьшее значения. Диапазон измерений определяется типом применяемого первичного преобразователя.

6.5.1.2 Включить поверяемый прибор.

6.5.1.3 Поместить эталонный термометр и первичный преобразователь поверяемого прибора в жидкостный термостат на глубину погружаемой части и выдержать их при заданной температуре в течении 10 минут.

6.5.1.4 Считать результаты измерений температуры эталонным термометром ($T_{эi}$) и поверяемым прибором (T_i).

6.5.1.5 Извлечь из термостата первичный преобразователь испытуемого прибора и через 2 минуты повторить операции по п.п. 6.5.1.3, 6.5.1.4.

6.5.1.6 Повторить операции по п.п. 6.5.1.3 - 6.5.1.5, для каждого из установленных в термостате значений температуры.

6.5.1.7 Определить абсолютную (Δ_T) или относительную δ_T погрешность прибора, в каждой контрольной точке (тип погрешности выбирается в зависимости от заданной точки диапазона и приведен в Приложении 1), по формулам:

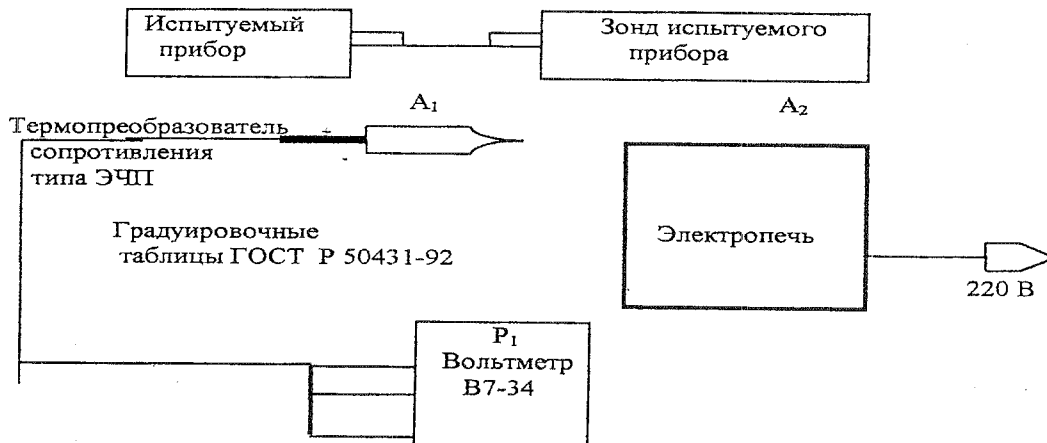
$$\Delta_T = T_i - T_{эi}, ^\circ\text{C}$$

$$\delta_T = \frac{T_{эi} - T_i}{T_{эi}} 100, \%$$

6.5.1.8 Результаты поверки по данному пункту считаются положительными, если значения погрешности измерений температуры находятся в пределах, приведенных в таблице 5.

6.5.2.1 Определение погрешности измерений температуры поверхностными первичными преобразователями.

Собрать схему согласно рис.1.



А₁ - термопреобразователь сопротивления типа ЭЧП для диапазона температур от 0 до 1100 °С; А₂ - электродпечь; Р₁ - вольтметр дифференциальный В7-34

Рис.1.

6.5.2.2 Поместить в электродпечь первичный преобразователь поверяемого прибора и термопреобразователь сопротивления ЭЧП, подключенный к вольтметру.

6.5.2.3 В электродпечи поочередно установить температуру соответствующую десяти точкам диапазона измерений прибора, включая наибольшее и наименьшее значения. Диапазон измерений определяется типом применяемого первичного преобразователя.

6.5.2.4 Считать результаты измерений температуры эталонным термометром ($T_{эi}$) и поверяемым прибором (T_i) при каждом установленном значении температуры. Время выдержки первичных преобразователей при каждой температуре не менее 20 минут.

6.5.2.5 Определить абсолютную (Δ_T) или относительную δ_T погрешность прибора, в каждой контрольной точке (тип погрешности выбирается в зависимости от задаваемой точки диапазона и приведен в Приложении 1), по формулам:

$$\Delta_T = T_i - T_{эi}, ^\circ\text{C}$$

$$\delta_T = \frac{T_{эi} - T_i}{T_{эi}} 100, \%$$

6.5.1.6 Результаты поверки по данному пункту считаются положительными, если значения погрешности измерений температуры находятся в пределах, приведенных в таблице 5.

Точки отрицательных температур, при необходимости, проверяются согласно п. 6.5.1. настоящей методики поверки.

Таблица 5

Технические характеристики	Приборы TESTO		
	635	645	650
Пределы допускаемой погрешности измерений температуры (термопара К)	$\pm 0,3 ^\circ\text{C}$ (в диапазоне от минус 30 до $60 ^\circ\text{C}$) $\pm 0,5 \%$ (в остальном диапазоне измерений)	$\pm 0,3 ^\circ\text{C}$ (в диапазоне от минус 30 до $60 ^\circ\text{C}$) $\pm 0,5 \%$ (в остальном диапазоне измерений)	$\pm 0,4 ^\circ\text{C}$ (в диапазоне от минус 30 до $200 ^\circ\text{C}$), $\pm 1 \%$ (в остальном диапазоне измерений)
Пределы допускаемой погрешности измерений температуры (сенсор Pt100)	---	$\pm 0,2 ^\circ\text{C}$ (в диапазоне от минус 30 до плюс $200 ^\circ\text{C}$), $\pm 1 ^\circ\text{C}$ (в остальном диапазоне измерений)	$\pm 0,1 ^\circ\text{C}$ (в диапазоне от минус 30 до $100 ^\circ\text{C}$), $\pm 0,4 ^\circ\text{C}$ (в диапазоне от 100 до $200 ^\circ\text{C}$), $\pm 1 ^\circ\text{C}$ (в остальном диапазоне измерений)

6.6 Определение абсолютной погрешности измерений концентрации CO_2 в атмосфере.

6.6.1 Определение погрешности измерений концентрации CO_2 в атмосфере проводить при поочередной подаче на первичный преобразователь прибора ПГС перечисленных в таблице 5, в следующей последовательности 1-2-3-2-1-3.

Для исключения влияния отклонения атмосферного давления от нормального ($101,5$ кПа), необходимо значение концентрации ГСО-ПГС, указанное в паспорте для нормального давления, привести к действительному давлению по формуле:

$$A_{op} = \frac{A_0}{1 + 0,02(101,5 - P)} \text{ (ppm) },$$

где A_0 - значение концентрации измеряемого компонента в проверяемой точке, указанное в паспорте на ГСО-ПГС, ppm,

P - атмосферное давление МПа.

6.6.2 Определить погрешности измерений концентрации в атмосфере CO_2 по формуле:

$$\delta_{пр.} = A_{op} - A_j,$$

где A_j - показания поверяемого прибора, ppm.

Результаты поверки по данному пункту считаются положительными, если значения погрешности измерения концентрации CO_2 в атмосфере находятся в пределах ± 100 ppm (в диапазоне до 5000 ppm) и ± 300 ppm (в остальном диапазоне).

6.7 Определение погрешности измерений концентрации СО в атмосфере.

6.7.1 Определение погрешности измерений содержания СО в атмосфере СО проводить при поочередной подаче на первичный преобразователь прибора ПГС, перечисленные в таблице 5, в следующей последовательности 1-2-3-2-1-3.

Для исключения влияния отклонения атмосферного давления от нормального (101,5 кПа), необходимо значение концентрации ПГС, указанное в паспорте для нормального давления, привести к действительному давлению по формуле:

$$A_{op} = \frac{A_0}{1 + 0,02(101,5 - P)} \text{ (ppm) },$$

где A_0 - значение концентрации измеряемого компонента в проверяемой точке, указанное в паспорте на ГСО-ПГС, ppm,

P – атмосферное давление МПа.

5.4.2 Определить погрешности измерений концентрации в атмосфере СО по формуле:

$$\delta_{пр.} = A_{op} - A_j,$$

где A_j - показания поверяемого прибора, ppm.

Результаты поверки по данному пункту считаются положительными, если значения погрешности измерений концентрации СО находятся в пределах ± 5 ppm (в диапазоне до 100 ppm) и ± 5 % от измеренного значения (в диапазоне свыше 100 ppm).

Таблица 5

Диапазон измерений объемной доли, ppm	Номинальное значение объемной доли ppm, определяемого компонента ПГС, пределы допускаемого отклонения			Номер ПГС по реестру ГСО
	ПГС№1	ПГС№2	ПГС№3	
Канал CO ₂				
до 2500	ПНГ			
	400 ± 25			3750-87
		1500 ± 100		3757-87
			2300 ± 200	3758-87
св. 2500 до 5000	3000 ± 200			3758-87
		3500 ± 250	4750 ± 250	3759-87
св. 5000 до 10000	5500 ± 500	7500 ± 500	9500 ± 500	3760-87
Канал CO				
до 100	ПНГ (воздух)			
		34 ± 4		3844-87
			69,0 ± 7,0	4265-88
св. 100	130 ± 7			4265-88
		200 ± 10		7590-99
			450 ± 30	3850-87

6.8 Определение погрешности измерений давления (только для TESTO, 635 TESTO 650).

6.8.1 Определение основной погрешности и вариации.

Прибор подключить к эталонному прибору и к электрической сети и настроить на режим поверки в соответствии с Руководством по эксплуатации. После включения прибор выдерживать в течение 30 минут, затем дважды произвести набор и сброс давления до значения, равного верхнему пределу измерений. После каждого набора и сброса давления прибор выдерживать в течение 2 минут. На прибор с помощью эталонного прибора последовательно подать давление, соответствующее пяти равномерно распределенным точкам диапазона измерений, при плавно возрастающем давлении (прямой ход), а затем, после выдержки на верхнем пределе измерений не менее 5 минут, при плавно убывающем давлении (обратный ход). Оценка годности прибора проводится по результатам одного поверочного цикла (прямой ход и обратный ход).

Основную погрешность ($Y_{пп}$) моделей, у которых нормируется приведенная погрешность, определить как выраженное в процентах от верхнего предела измерений ($P_{вп}$) отклонение показаний прибора ($|P_{пов}|$) от действительного значения давления, как по прямому, так и по обратному ходу. При этом действительное значение определить по эталонному прибору ($P_э$).

$$Y_{пп} = \frac{(|P_э - P_{пов}|)_{\max}}{P_{вп}} \times 100\%,$$

где: $P_{пов}$ и $P_э$ – соответственно, показания поверяемого и эталонного приборов;
 $P_{вп}$ – диапазон измерений (численно равный верхнему пределу измерений).

6.8.2 Основную погрешность ($Y_{отн}$) моделей, у которых нормируется относительная погрешность, определить как максимальное выраженное в процентах от текущего значения измерений отклонение показаний прибора от действительного значения давления, как по прямому, так и по обратному ходу. При этом действительное значение определить по эталонному прибору.

$$Y_{отн} = \frac{(|P_э - P_{пов}|)_{\max}}{P_{тп}} \times 100\%,$$

где $P_{тп}$ – текущие значения давления.

6.8.3 Основную погрешность ($Y_{абп}$) моделей, у которых нормируется абсолютная погрешность, определить как максимальное выраженное в единицах измеряемой величины отклонение показаний прибора от действительного значения давления, как по прямому, так и по обратному ходу. При этом действительное значение определить по эталонному прибору.

$$Y_{абп} = (|P_э - P_{пов}|)_{\max},$$

где $P_{пов}$ и $P_э$ – соответственно, показания поверяемого и эталонного приборов.

Результаты поверки по данному пункту считаются положительными, если значения погрешностей находятся в пределах, указанных в таблице 6.

Таблица 6

Техническая характеристика	TESTO 635	TESTO 650
Пределы допускаемой погрешности измерений давления	$\pm 5 \text{ гПа}$	$\pm 0,3 \text{ Па}; \pm 0,03 \text{ гПа}; \pm 0,1 \text{ гПа}; \pm 1 \text{ гПа};$ $\pm 2 \text{ гПа}; \pm 5 \text{ гПа};$ $\pm 0,5 \% \text{ от изм. знач.},$ $\pm 1 \% \text{ от изм. знач.}$ (в зависимости от типа зонда)

7 Оформление результатов поверки

При положительных результатах поверки оформляется свидетельство о поверке в соответствии с ПР 50.2.006-94. При отрицательных результатах поверки выдается извещение о непригодности.

Заместитель руководителя ГЦИ СИ «Тест ПЭ»



С.А. Абрамов

Инженер-метролог ГЦИ СИ «Тест ПЭ»



М.Ю. Родин

Приложение 1

Технические характеристики	TESTO		
	635	645	650
Пределы допускаемой погрешности измерений температуры (термопара К)	$\pm 0,3\text{ }^{\circ}\text{C}$ (в диапазоне от минус 30 до 60 $^{\circ}\text{C}$) $\pm 0,5\text{ }\%$ (в остальном диапазоне измерений)	$\pm 0,3\text{ }^{\circ}\text{C}$ (в диапазоне от минус 30 до 60 $^{\circ}\text{C}$) $\pm 0,5\text{ }\%$ (в остальном диапазоне измерений)	$\pm 0,4\text{ }^{\circ}\text{C}$ (в диапазоне от минус 30 до 200 $^{\circ}\text{C}$), $\pm 1\text{ }\%$ (в остальном диапазоне измерений)
Пределы допускаемой погрешности измерений температуры (сенсор Pt100)	---	$\pm 0,2\text{ }^{\circ}\text{C}$ (в диапазоне от минус 30 до 200 $^{\circ}\text{C}$), $\pm 1\text{ }^{\circ}\text{C}$ (в остальном диапазоне измерений)	$\pm 0,1\text{ }^{\circ}\text{C}$ (в диапазоне от минус 30 до 100 $^{\circ}\text{C}$), $\pm 0,4\text{ }^{\circ}\text{C}$ (в диапазоне от 100 до 200 $^{\circ}\text{C}$), $\pm 1\text{ }^{\circ}\text{C}$ (в остальном диапазоне измерений)