

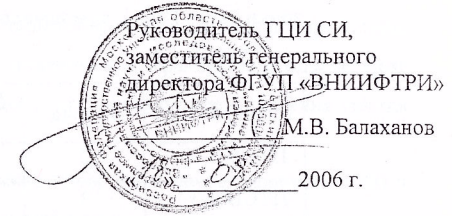
ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ РЕГУЛИРОВАНИЮ И МЕТРОЛОГИИ
ГОСУДАРСТВЕННОЕ ПРЕДПРИЯТИЕ
«ВСЕРОССИЙСКИЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ
ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИХ И РАДИОТЕХНИЧЕСКИХ ИЗМЕРЕНИЙ»
(ФГУП «ВНИИФТРИ»)
НАУЧНО-ПРОИЗВОДСТВЕННОЕ ПРЕДПРИЯТИЕ «ЭЛЕМЕР»
(ООО НПП «ЭЛЕМЕР»)

УТВЕРЖДАЮ

Руководитель ГЦИ СИ,
заместитель генерального
директора ФГУП «ВНИИФТРИ»

М.В. Балаханов

2006 г.



ТЕРМОМЕТРЫ СОПРОТИВЛЕНИЯ ПЛАТИНОВЫЕ ВИБРОПРОЧНЫЕ
ЭТАЛОННЫЕ
ПТСВ

Методика поверки

НКГЖ.408717.003МП

1 Введение

1.1 Настоящая методика поверки устанавливает методы и средства первичной и периодических поверок термометров сопротивления платиновых вибропрочных эталонных ПТСВ (далее – термометр) 2-го и 3-го разрядов.

Модификации термометра, разряд (класс), диапазоны измерений температуры и значения относительного сопротивления при температурах плавления галлия (W_{Ga}), тройной точки ртути (W_{Hg}), при температуре 100 °С (W_{100}) приведены в таблице 1.

Таблица 1

Модификация	Разряд	Диапазон измерений температуры, °С	W_{Ga} , не менее	W_{Hg} , не более	W_{100} , не менее
ПТСВ-1-2	2	Минус 50 ...450	1,11795	0,844235	1,3034
ПТСВ-1-3	3	Минус 50 ...450	1,11795	0,844235	1,3034
ПТСВ-2-3	3	Минус 200 ...200	1,11750	0,844990	1,3008
ПТСВ-3-3	3	Минус 50 ...500	1,11795	0,844235	1,3034
ПТСВ-4-2	2	Минус 50 ...232	1,11795	0,844235	1,3034
ПТСВ-4-3	3	Минус 50 ...232	1,11795	0,844235	1,3034
ПТСВ-5-3	3	Минус 50 ...250	1,11750	0,844990	1,3008

Примечание – По согласованию с заказчиком возможен выбор рабочего диапазона (поддиапазона) внутри указанного диапазона измерений.

1.2 Допускаемая доверительная абсолютная погрешность термометров 2-го и 3-го разрядов при доверительной вероятности 0,95 приведена в таблице 2.

Таблица 2

Модификация термометра	Доверительная погрешность, не более, °С								
	поддиапазон измерений, °С								
	-200...-50	-50...0	0...30	30...150	150...230	230...420	420...450	450...500	
ПТСВ-1-2	-	0,02	0,01	0,02	0,02	0,02	0,02	-	-
ПТСВ-1-3	-	0,03	0,02	0,03	0,04	0,04	0,04	-	-
ПТСВ-2-3	0,05	0,03	0,02	0,03	0,04	-	-	-	-
ПТСВ-3-3	-	0,03	0,02	0,03	0,04	0,04	0,04	0,07	-
ПТСВ-4-2	-	0,02	0,01	0,02	0,02	-	-	-	-
ПТСВ-4-3	-	0,03	0,02	0,03	0,04	-	-	-	-
ПТСВ-5-3	-	0,03	0,02	0,03	0,04	-	-	-	-

1 Введение

1.1 Настоящая методика поверки устанавливает методы и средства первичной и периодических поверок термометров сопротивления платиновых вибропрочных эталонных ПТСВ (далее – термометр) 2-го и 3-го разрядов.

Модификации термометра, разряд (класс), диапазоны измерений температуры и значения относительного сопротивления при температурах плавления галлия (W_{Ga}), тройной точки ртути (W_{Hg}), при температуре 100 °С (W_{100}) приведены в таблице 1.

Таблица 1

Модификация	Разряд	Диапазон измерений температуры, °С	W_{Ga} , не менее	W_{Hg} , не более	W_{100} , не менее
ПТСВ-1-2	2	Минус 50 ...450	1,11795	0,844235	1,3924
ПТСВ-1-3	3	Минус 50 ...450	1,11795	0,844235	1,3924
ПТСВ-2-3	3	Минус 200 ...200	1,11750	0,844990	1,3908
ПТСВ-3-3	3	Минус 50 ...500	1,11795	0,844235	1,3924
ПТСВ-4-2	2	Минус 50 ...232	1,11795	0,844235	1,3924
ПТСВ-4-3	3	Минус 50 ...232	1,11795	0,844235	1,3924
ПТСВ-5-3	3	Минус 50 ...250	1,11750	0,844990	1,3908

Примечание – По согласованию с заказчиком возможен выбор рабочего диапазона (поддиапазона) внутри указанного диапазона измерений.

1.2 Допускаемая доверительная абсолютная погрешность термометров 2-ого и 3-его разрядов при доверительной вероятности 0,95 приведена в таблице 2.

Таблица 2

Модификация термометра	Доверительная погрешность не более, °С							
	поддиапазон измерений, °С							
	-200...-50	-50...0	0...30	30...150	150...230	230...420	420...450	450...500
ПТСВ-1-2	-	0,02	0,01	0,02	0,02	0,02	0,02	-
ПТСВ-1-3	-	0,03	0,02	0,03	0,04	0,04	0,04	-
ПТСВ-2-3	0,05	0,03	0,02	0,03	0,04	-	-	-
ПТСВ-3-3	-	0,03	0,02	0,03	0,04	0,04	0,04	0,07
ПТСВ-4-2	-	0,02	0,01	0,02	0,02	-	-	-
ПТСВ-4-3	-	0,03	0,02	0,03	0,04	-	-	-
ПТСВ-5-3	-	0,03	0,02	0,03	0,04	-	-	-

1.3 Поверка термометров ПТСВ 2-го разряда проводится согласно ГОСТ Р 8.571-98.

1.4 Поверка термометров ПТСВ 3-го разряда заключается в проверке сопротивления изоляции и измерении электрического сопротивления термометра при температурах рабочего диапазона с целью определения градуировочной характеристики, нестабильности и доверительной погрешности термометра. Определение градуировочной характеристики, нестабильности и доверительной погрешности термометра проводится методом сличения показаний поверяемого термометра с эталонным термометром 1-го разряда в устройствах, реализующих температуры рабочего диапазона поверяемого термометра и определение сопротивления термометра в тройной точке воды и при температуре плавления галлия (или тройной точки ртути).

1.5 Периодическая поверка термометра должна проводиться после наработки 1000 ч при максимальной температуре, но не реже одного раза в год.

2 Операции поверки

2.1 При проведении поверки термометра ПТСВ должны быть выполнены операции, указанные в таблице 3.

Таблица 3

Наименование операции	Номер пункта методики поверки	Обязательность проведения операций при	
		первичной поверке	периодической поверке
1. Внешний осмотр и опробование	8.1	да	да
2. Проверка электрического сопротивления изоляции	8.2	да	да
3. Определение метрологических характеристик термометров	8.3	да	да
3.1 Определение нестабильности	8.3.1	да	да
3.2 Определение относительного сопротивления	8.3.2	да	да
3.3 Определение градуировочной характеристики	8.3.3	да	да
3.4 Определение доверительной погрешности	8.3.4	да	да

3 Средства поверки

3.1 При проведении поверки должны применяться средства измерения и оборудование, приведенные в таблице 4.

Таблица 4

Наименование и тип	Номер операции по табл.3	Обозначение документа	Пределы измерений	Погрешность
1. Компаратор напряжений Р3003	3.1, 3.2, 3.3, 3.4	ТУ 25-04.3771-79	0...11,11110 В	кл. 0,0005
2. Мера электрического сопротивления	3.1, 3.2, 3.3, 3.4	ТУ 25-04.4078-72	100 Ом, 10 Ом	кл. 0,002
3. Термометр сопротивления платиновый типа ПТС-10, эталонный	3.3, 3.4	ТУ 50.741-89, ГОСТ 8.558-93	От минус 50 до плюс 630 °С	±(0,001...0,008)°С
4. Термометр сопротивления платиновый низкотемпературный типа ТСПН, эталонный	3.3, 3.4	ГОСТ 12877-76	От минус 196 до плюс 30 °С	±0,002 °С
5. Жидкостной термостат U15С с блоком сравнения	3.2, 3.3, 3.4	ТГЛ 32386	От минус 60 до плюс 260 °С	Нестабильность ± 0,01 °С
6. Малоинерционная трубчатая печь МТП-2М с регулятором температуры и блоком сравнения	3.1	ТУ П 50-239-84	От плюс 200 до плюс 1200 °С	Градиент 0,8 °С/м
7. Ампула тройной точки воды	3.1, 3.3		0,01 °С	0,0005 К
8. Устройство реализации точки плавления галлия	3.2, 3.4	ГОСТ Р 8.571-98	302,914 К	±0,5 мК
9. Устройство реализации точки затвердевания индия	3.3, 3.4	ГОСТ Р 8.571-98		±1 мК
10. Устройство реализации точки затвердевания олова	3.3, 3.4	ГОСТ Р 8.571-98		±2 мК
11. Устройство реализации точки затвердевания цинка	3.3, 3.4	ГОСТ Р 8.571-98		±4 мК

Продолжение таблицы 4

Наименование и тип	Номер операции по табл.3	Обозначение документа	Пределы измерений	Погрешность
12. Печь градуировочная ПГ-450	3.3, 3.4	ЛАВГ 248.00.00ПС	50...450 °С	Нестабильность ±0,005 К за 20 мин; градиент 0,0025 К/см
13. Устройство реализации тройной точки аргона *)	3.1, 3.3	КО7.260.00.00	83,8058	±1мК
14. Устройство реализации тройной точки ртути **)	3.3, 3.3	ЛАВГ 246.00.00	234,3156 К	±1мК
15. Барометр	1-3	СР-2	106,7 кПа	±0,5 кПа
16. Термометр	1-3	ТЛ-16	От 0 до 50 °С	
17. Ванна криогенных газов ВКГ	3.1, 3.3, 3.4	ВКГ	От 54 до 78 К	Нестабильность ±0,0003 К/мин; Градиент 0,0005 К/см
18. Сосуд Дьюара с водо-ледяной смесью	3		0 °С	±0,005 °С
19. Мегомметр типа Е6-17	2		От 10 до 3000 МОм	Кл 2.5
20. Прибор комбинированный Ц4312	1,2	ТУ 25-04-3300-77	От 0 до 100 МОм	10 %
21. Линейка металлическая	1	ГОСТ 427-75	1000 мм	1 мм
22. Штангенциркуль ЩУ	1	ГОСТ 166-80	От 0 до 125 мм	0,1 мм

*) Устройство используется при проведении поверки термометров модификации ПТСВ-2 при отсутствии ВКГ.

**) Устройство используется в случае определения W_{Hg} .

3.2 При поверке допускается применять другие средства поверки, не уступающие по техническим и метрологическим характеристикам средствам, указанным в п 3.1.

Все средства и оборудование, используемые при поверке, должны иметь действующие свидетельства о поверке и быть аттестованы.

4 Требования к квалификации поверителей

4.1 К проведению поверки допускаются лица, имеющие квалификацию инженера, ознакомленные с эксплуатационными документами на ПТСВ.

5 Требования безопасности

5.1 К работе с термометром допускаются лица, имеющие необходимую квалификацию, обученные правилам техники безопасности при работе с термометром, изучившие ЭД на термометр.

5.2 При подготовке и проведении поверки необходимо соблюдать требования ГОСТ 12.3.019-80, «Правил технической эксплуатации электроустановок потребителей», утвержденных Гостехнадзором.

Требования безопасности при проверке сопротивления изоляции – в соответствии с ГОСТ 12997-84 и ГОСТ12.3.19-80.

5.3 При проведении поверки необходимо также соблюдать меры безопасности, изложенные в НТД на поверяемый прибор и средства поверки.

5.4 При работе с термометром, с использованием ожиженных газов, необходимо пользоваться средствами индивидуальной защиты (очки и перчатки) и соблюдать осторожность, так как попадание жидких газов на незащищенные участки кожного покрова и слизистые оболочки приводит к тяжелым обморожениям.

5.5 При работе с термометром запрещается прикасаться к нагретым и охлажденным его частям, имеющим температуру выше 50 °С и ниже минус 30 °С во избежание получения ожогов и обморожений, а также запрещается помешать нагретые термометры на легковоспламеняющуюся поверхность во избежание возгораний.

5.6 При проведении поверки средства поверки должны быть надежно заземлены. Сопротивление заземления не должно превышать 0,1 Ом.

5.7 Все работы по обслуживанию и ремонту термометра проводить только при достижении всеми его частями температуры (25 ± 15) °С

6 Условия поверки

6.1 При проведении поверки должны быть соблюдены (если не оговаривается отдельно) следующие условия:

температура окружающего воздуха, °С	20 ± 2,5;
относительная влажность окружающего воздуха, %	от 30 до 80;
атмосферное давление, кПа;	(101,3 ± 10);
номинальное напряжение питания, В	220 ± 5;
отсутствие внешних электрических и магнитных полей;	
отсутствие вибрации;	

6.2 Операции, производимые со средствами поверки и с поверяемыми термометрами должны соответствовать указаниям, приведенным в эксплуатационной документации.

7 Подготовка к поверке

7.1 Средства поверки и вспомогательное оборудование, применяемые при поверке, должны быть подготовлены к работе в соответствии с эксплуатационной документацией.

7.2 Проверить соответствие условий поверки требованиям раздела 6.

7.3 Протереть погружаемые части термометра ректифицированным техническим спиртом (ГОСТ 18300-87).

8 Проведение поверки

8.1 Внешний осмотр и опробование

Комплектность, упаковка, маркировка и габаритные размеры термометра должны соответствовать требованиям нормативной документации на термометры.

Корпус термометра не должен иметь механических повреждений и дефектов.

8.1.2 В комплект эксплуатационной документации должны входить паспорт термометра ПТСВ с отметкой ОТК и свидетельство о предыдущей поверке (при периодической поверке).

8.1.3 Опробование заключается в проверке целостности электрических цепей термометра. Опробование электрической схемы проводят с помощью прибора комбинированного Ц4312.

Нарушения электрической цепи термометра не допускаются.

8.1.4 Термометры, не удовлетворяющие требованиям, изложенным выше, дальнейшим операциям поверки не подвергаются.

8.2 Проверка электрического сопротивления изоляции термометра

Проверку проводят при температуре $(20 \pm 5)^\circ\text{C}$ и относительной влажности воздуха $(60 \pm 15)\%$ с помощью мегомметра с напряжением от 10 до 100 В.

Электрическое сопротивление изоляции между выводами и корпусом термометра должно быть не менее 100 МОм. В противном случае термометр бракуется.

8.3 Определение метрологических характеристик термометров

8.3.1 Определение нестабильности термометров

Нестабильность термометров 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 термометров определяют в следующем порядке.

8.3.1.1 Проводят измерение сопротивления термометра в тройной точке воды ($R_{\text{ттв}}$).

Методика измерения следующая.

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

Термометр предварительно погружают в сосуд Дьюара с водо-ледяной смесью при температуре 0°C и выдерживают там не менее 15 мин. Затем термометр извлекают из термостата, погружают в канал ампулы тройной точки воды и через 15 мин начинают измерения. За результат измерения сопротивления термометра ($R_{\text{ттв1}}$) принимают среднее арифметическое из результатов пяти отсчетов.

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

Примечание – Термометры модификации ПТСВ-2 перед измерениями в тройной точке воды и жидкостных термостатах помещают во влагозащитные гильзы.

8.3.1.2 После проверки $R_{\text{ттв1}}$ термометры помещают в печь или калибратор температуры при температуре верхнего предела рабочего диапазона измерения согласно таблице 1. Допускаемое отклонение температуры печи от верхнего предела рабочего диапазона термометра $\pm 5^\circ\text{C}$. После выдержки при этой температуре в течение 5 ч, термометры помещают на 0,5 ч в среду с нормальной температурой (см. п. 5.1) и затем повторно измеряют сопротивление в тройной точке воды ($R_{\text{ттв2}}$).

Для термометров модификации ПТСВ-2 проводят также проверку после воздействия температуры минус 200°C . Для этого термометры 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 $R_{\text{ттв3}}$.

8.3.1.3 Значения разности сопротивления термометра $\Delta R_{\text{ттв2}} = R_{\text{ттв1}} - R_{\text{ттв2}}$ (для модификации ПТСВ-2 и разности сопротивлений термометра $\Delta R_{\text{ттв3}} = R_{\text{ттв1}} - R_{\text{ттв3}}$) не должны быть более $0,004^\circ\text{C}$ и $0,007^\circ\text{C}$, в температурном эквиваленте, для термометров 2-ого и 3-его разрядов соответственно.

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

8.3.1.4 При периодической поверке нестабильность термометров определяют в следующем порядке.

- 1) Измеряют сопротивление термометра в тройной точке воды ($R_{\text{ттв1}}$) по методике, изложенной в 8.3.1.1.
- 2) Вычисляют разность между значением сопротивления термометра $R_{\text{ттвп}}$, приведенным в свидетельстве о предыдущей поверке, и $R_{\text{ттв1}}$ в температурном эквиваленте, согласно 8.3.1.3.

Значения разности сопротивлений термометра $\Delta R_{\text{ттв}} = R_{\text{ттвп}} - R_{\text{ттв1}}$ не должны быть более $0,003^\circ\text{C}$ и $0,005^\circ\text{C}$, в температурном эквиваленте, для термометров 2-ого и 3-его разрядов соответственно.

Если значение разности превышает указанные значения, то определяют нестабильность по 8.3.1.2 – 8.3.1.3.

8.3.1.5 Термометры, не удовлетворяющие требованиям нестабильности, бракуют или их разряд переводят в более низкий.

8.3.2 Определение относительного сопротивления.

8.3.2.1 Относительное сопротивление термометра в точке плавления галлия W_{Ga} или тройной точке ртути W_{Hg} определяют при первичной поверке перед градуировкой термометра.

Методика измерения сопротивления термометров в указанных реперных точках должна соответствовать приведенной в ГОСТ Р 8.571-98 пп.9.7.2 ÷ 9.7.5

8.3.2.2 После определения значения сопротивления термометра в реперной точке галлия R_{Ga} (ртути R_{Hg}), определяют значение сопротивления термометра в тройной точке воды по методике, изложенной в п. 8.3.1.1.

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

$$W_{Ga} = R_{Ga} / R_{ттв}, \quad (8.1) \text{ или}$$

$$W_{Hg} = R_{Hg} / R_{ттв}, \quad (8.2)$$

Значение относительного сопротивления термометра W_{Ga} должно быть не менее, а W_{Hg} не более значений, приведенных в таблице 1.

Примечание – Сопротивление термометров модификации ПТСВ-2 в точке плавления галлия или тройной точке ртути и в тройной точке воды измеряют, помещая термометры во влагозащитные гильзы.

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

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

Значение W_{100} определяют расчетным методом после проведения цикла градуировки. Расчет значения W_{100} должен проводиться по методике, соответствующей изложенной в ГОСТ Р 8.571-98 Приложение Б.2.

Полученное значение относительного сопротивления W_{100} должно быть не менее значений, приведенных в таблице 4.

8.3.3 Определение градуировочной характеристики

Градуировочная характеристика термометра 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 $W_T(T)$.

Градуировку термометров ПТСВ 2-го разряда для соответствующего рабочего диапазона температур проводят согласно ГОСТ Р 8.571-98 (см. п. 1.3).

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

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

8.3.3.1 Градуировка термометров ПТСВ 3-го разряда ниже 0 °С.

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

В зависимости от рабочего диапазона термометра предусмотрены температуры и последовательность градуировки, указанные в таблице 5.

Таблица 5

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

Примечание – В таблице 5 использованы обозначения: ттв – тройная точка воды, ттр – тройная точка ртути, тта – тройная точка аргона.

а) Диапазон от минус 50 до 0 °С

Измеряют сопротивление термометра в ттв ($R_{ттв}$) согласно методике п 8.3.1.1.

Для градуировки термометров модификаций 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±1). Измерение сопротивления эталонного и поверяемого термометра проводят при установлении допускаемого температурного режима, когда изменение температуры по показаниям эталонного термометра за 5 мин не превышают 0,01 °С. Проводят не менее 5-ти парных последовательных измерений сопротивлений для эталонного и поверяемого термометров.

За результат измерения сопротивлений принимают среднее арифметическое из пяти измерений.

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

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

Рассчитывают среднее арифметическое значение относительного сопротивления эталонного термометра при этой же температуре и по его паспорту определяют соответствующее значение $W_T(T)$ стандартной функции МТШ-9.

Используя полученные значения W_T и W , рассчитывают $\Delta W = W - W_T$.

Затем по методике ГОСТ Р 8.571-98 (Приложение Б, п. Б.2) 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.

б) Диапазон от минус 20 до 0 °С

При градуировке термометров модификаций ПТСВ-2 используется методика ГОСТ Р 8.571-98 (пп. 9.8.4, 9.8.5, 9.8.6, 9.8.7, 9.8.10) для термометров типа ТСПН.

По результатам измерений сопротивлений градуируемого и эталонного термометров при температуре азотной ванны (минус 196, $1 \pm 0,5$) °С и результатам измерений сопротивления градуируемого термометра в тройной точке воды рассчитывают для этой температуры средние арифметические значения W , W_T , ΔW градуируемого термометра, согласно методики ГОСТ Р 8.571-98 пп. 10.2.15, 10.2.16, 10.2.17.

Далее по методике ГОСТ Р 8.571-98 (Приложение Б, п.Б.2) 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.

8.3.3.2 Градуировка термометров ПТСВ 3-го разряда выше 0 °С

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

В зависимости от рабочего диапазона термометра предусмотрены температуры и последовательность градуировки, указанные в таблице 6.

Таблица 6

Диапазон измерений температуры ПТСВ	Испытуемые точки, °С
От 0 до плюс 156 °С	ттв, 156, ттв
От 0 до плюс 200 °С	ттв, 156, 232, 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 термометра 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 ± 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 6, проводят измерения сопротивлений эталонного и поверяемого термометров. Измерение сопротивления эталонного и поверяемого термометров проводят при установлении допускаемого температурного режима, когда изменение температуры по показаниям эталонного термометра за 5 мин не превышает 0,01 °С. Проводят не менее 5-ти отсчетов для эталонного и поверяемого термометров.

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 $W_T(T)$ стандартной функции МТШ-90.

Используя полученные значения W_T и W , рассчитывают $\Delta W = W - W_T$ для градуируемого термометра.

Затем по методике ГОСТ Р 8.571-98 (Приложение А, п. Б.2), используя полученные значения ΔW , W_T и W , рассчитывают градуировочную характеристику термометра $\Delta W(W)$ или $W(T)$.

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

$$\Delta W = a(W-1) + b(W-1)^2 + c(W-1)^3 \quad (8.3),$$

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

Допускается градуировку термометров ПТСВ 3-го разряда проводить в устройствах для реализации реперных точек, соответствующих температурам, указанным в таблицах 5 и 6, согласно ГОСТ Р 8.571-98.

Примечание – При градуировке термометра на область температур ниже и выше 0 °С, допускается вторую серию измерений по определению сопротивления термометра в ттв (R_{ттв} 2) проводить по окончании измерений сопротивления градуируемого термометра при всех остальных температурах.

8.3.4 Определение доверительной погрешности

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

8.3.4.2 Для проверки доверительной погрешности термометра 3-го разряда проводят измерения методом сличения показаний поверяемого термометра и эталонного термометра (не ниже 1 разряда) в устройствах, реализующих температуры рабочего диапазона, по методике, изложенной в пп. 8.3.3.1 и 8.3.3.2.

Измерения для термометров ПТСВ проводят при температурах, указанных в таблице 7, в соответствии с рабочим диапазоном термометра.

Таблица 7

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 термометры ПТСВ вместе с эталонным термометром помещают в блок сравнения жидкостного термостата (криостата) или печи, и при температурах, соответствующих приведенным в таблице 7, проводят измерения сопротивлений эталонного и поверяемого термометров. Значения проверяемых температур не должны отличаться от указанных в таблице 7 более, чем на ±2 °С.

Измерение сопротивления эталонного и поверяемого термометров проводят при установлении допускаемого температурного режима, когда изменение температуры по показаниям эталонного термометра за 5 мин не превышает 0,005 °С. Проводят не менее 5-ти отсчетов для эталонного и поверяемого термометров.

За результат измерения сопротивлений принимают среднее арифметическое из пяти отсчетов.

По результатам измерений рассчитывают значение относительного сопротивления поверяемого термометра (W_п) при данной температуре.

Затем находят, используя полученную ранее градуировочную характеристику поверяемого термометра (см. пп. 8.3.3.3, 8.3.3.2, 8.3.3.1), значение температуры (T_п), соответствующее W_п.

Рассчитывают также значение относительного сопротивления эталонного термометра (W_э) при той же температуре. По паспорту (градуировочной характеристике) для эталонного термометра определяют соответствующее значение температуры (T_э).

Разность значений температуры по показаниям двух термометров $\Delta T = |T_p - T_{\text{э}}|$ не должна превышать допускаемых значений, приведенных в таблице 7.

Примечание – Измерения по п.8.3.4.2 допускается совмещать с операциями по градуировке термометров ПТСВ 3-го разряда выше 0 °С по п.8.3.3.2.

8.3.4.3 Если термометр 2-го разряда не удовлетворяет требованиям таблицы 2 (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 7, по допускаемым значениям разности температур, то его переводят в разряд РСИ в соответствии с ГОСТ Р 8.571-98 или бракуют.

Методика измерения сопротивления термометров в указанных реперных точках должна соответствовать приведенной в ГОСТ Р 8.571-98 пп.9.7.2 ÷ 9.7.5

8.3.2.2 После определения значения сопротивления термометра в реперной точке галлия R_{Ga} (ртути R_{Hg}), определяют значение сопротивления термометра в тройной точке воды по методике, изложенной в п. 8.3.1.1.

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

$$W_{Ga} = R_{Ga} / R_{ттв}, \quad (8.1) \text{ или}$$

$$W_{Hg} = R_{Hg} / R_{ттв}, \quad (8.2)$$

Значение относительного сопротивления термометра W_{Ga} должно быть не менее, а W_{Hg} не более значений, приведенных в таблице 1.

Примечание – Сопротивление термометров модификации ПТСВ-2 в точке плавления галлия или тройной точке ртути и в тройной точке воды измеряют, помещая термометры во влагозащитные гильзы.

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

8.3.2.4 Допускается заменить определение относительного сопротивления термометра в точке плавления галлия и тройной точке ртути на определение относительного сопротивления термометра при температуре 100 °C W_{100} .

Значение W_{100} определяют расчетным методом после проведения цикла градуировки. Расчет значения W_{100} должен проводиться по методике, соответствующей изложенной в ГОСТ Р 8.571-98 Приложение Б.2.

Полученное значение относительного сопротивления W_{100} должно быть не менее значений, приведенных в таблице 4.

8.3.3 Определение градуировочной характеристики

Градуировочная характеристика термометра 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 $W_T(T)$.

Градуировку термометров ПТСВ 2-го разряда для соответствующего рабочего диапазона температур проводят согласно ГОСТ Р 8.571-98 (см. п. 1.3).

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

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

8.3.3.1 Градуировка термометров ПТСВ 3-го разряда ниже 0 °C.

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

В зависимости от рабочего диапазона термометра предусмотрены температуры и последовательность градуировки, указанные в таблице 5.

Таблица 5

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

Примечание – В таблице 5 использованы обозначения: ттв – тройная точка воды, ттр – тройная точка ртути, тта – тройная точка аргона.

а) Диапазон от минус 50 до 0 °C

Измеряют сопротивление термометра в ттв ($R_{ттв}$) согласно методике п 8.3.1.1.

Для градуировки термометров модификаций 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±1). Измерение сопротивления эталонного и поверяемого термометра проводят при установлении допускаемого температурного режима, когда изменение температуры по показаниям эталонного термометра за 5 мин не превышает 0,01 °C. Проводят не менее 5-ти парных последовательных измерений сопротивлений для эталонного и поверяемого термометров.

За результат измерения сопротивлений принимают среднее арифметическое из пяти измерений.

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

Используя среднее арифметическое значение сопротивления термометра в тройной точке воды ($R_{ттв}$ 1 + $R_{ттв}$ 2) / 2, рассчитывают среднее арифметическое значение относительного сопротивления градуируемого термометра (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-9.

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

Затем по методике ГОСТ Р 8.571-98 (Приложение Б, п. Б.2) 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.

б) Диапазон от минус 20 до 0 °С

При градуировке термометров модификаций ПТСВ-2 используется методика ГОСТ Р 8.571-98 (пп. 9.8.4, 9.8.5, 9.8.6, 9.8.7, 9.8.10) для термометров типа ТСПН.

По результатам измерений сопротивлений градуируемого и эталонного термометров при температуре азотной ванны (минус 196, $1 \pm 0,5$) °С и результатам измерений сопротивления градуируемого термометра в тройной точке воды рассчитывают для этой температуры средние арифметические значения W , W_r , ΔW градуируемого термометра, согласно методики ГОСТ Р 8.571-98 пп. 10.2.15, 10.2.16, 10.2.17.

Далее по методике ГОСТ Р 8.571-98 (Приложение Б, п.Б.2) 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.

8.3.3.2 Градуировка термометров ПТСВ 3-го разряда выше 0 °С

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

В зависимости от рабочего диапазона термометра предусмотрены температуры и последовательность градуировки, указанные в таблице 6.

Таблица 6

Диапазон измерений температуры ПТСВ	Испытуемые точки, °С
От 0 до плюс 156 °С	ттв, 156, ттв
От 0 до плюс 200 °С	ттв, 156, 232, 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 термометра 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 ± 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 6, проводят измерения сопротивлений эталонного и поверяемого термометров. Измерение сопротивления эталонного и поверяемого термометров проводят при установлении допускаемого температурного режима, когда изменение температуры по показаниям эталонного термометра за 5 мин не превышает 0,01 °С. Проводят не менее 5-ти отсчетов для эталонного и поверяемого термометров.

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 термометра.

Затем по методике ГОСТ Р 8.571-98 (Приложение А, п. Б.2), используя полученные значения ΔW , W_r и W , рассчитывают градуировочную характеристику термометра $\Delta W(W)$ или $W(T)$.

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

$$\Delta W = a(W-1) + b(W-1)^2 + c(W-1)^3 \quad (8.3),$$

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

Допускается градуировку термометров ПТСВ 3-го разряда проводить в устройствах для реализации реперных точек, соответствующих температурам, указанным в таблицах 5 и 6, согласно ГОСТ Р 8.571-98.

Примечание – При градуировке термометра на область температур ниже и выше 0 °С, допускается вторую серию измерений по определению сопротивления термометра в ттв (R_{ттв} 2) проводить по окончании измерений сопротивления градуируемого термометра при всех остальных температурах.

8.3.4 Определение доверительной погрешности

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

8.3.4.2 Для проверки доверительной погрешности термометра 3-го разряда проводят измерения методом сличения показаний поверяемого термометра и эталонного термометра (не ниже 1 разряда) в устройствах, реализующих температуры рабочего диапазона, по методике, изложенной в пп. 8.3.3.1 и 8.3.3.2.

Измерения для термометров ПТСВ проводят при температурах, указанных в таблице 7, в соответствии с рабочим диапазоном термометра.

Таблица 7

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 термометры ПТСВ вместе с эталонным термометром помещают в блок сравнения жидкостного термостата (криостата) или печи, и при температурах, соответствующих приведенным в таблице 7, проводят измерения сопротивлений эталонного и поверяемого термометров. Значения проверяемых температур не должны отличаться от указанных в таблице 7 более, чем на ±2 °С.

Измерение сопротивления эталонного и поверяемого термометров проводят при установлении допускаемого температурного режима, когда изменение температуры по показаниям эталонного термометра за 5 мин не превышает 0,005 °С. Проводят не менее 5-ти отсчетов для эталонного и поверяемого термометров.

За результат измерения сопротивлений принимают среднее арифметическое из пяти отсчетов.

По результатам измерений рассчитывают значение относительного сопротивления поверяемого термометра (W_п) при данной температуре.

Затем находят, используя полученную ранее градуировочную характеристику поверяемого термометра (см. пп. 8.3.3.3, 8.3.3.2, 8.3.3.1), значение температуры (T_п), соответствующее W_п.

Рассчитывают также значение относительного сопротивления эталонного термометра (W_э) при той же температуре. По паспорту (градуировочной характеристике) для эталонного термометра определяют соответствующее значение температуры (T_э).

Разность значений температуры по показаниям двух термометров $\Delta T = |T_p - T_{\text{э}}|$ не должна превышать допускаемых значений, приведенных в таблице 7.

Примечание – Измерения по п.8.3.4.2 допускается совмещать с операциями по градуировке термометров ПТСВ 3-го разряда выше 0 °С по п.8.3.3.2.

8.3.4.3 Если термометр 2-го разряда не удовлетворяет требованиям таблицы 2 (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 7, по допускаемым значениям разности температур, то его переводят в разряд РСИ в соответствии с ГОСТ Р 8.571-98 или бракуют.

9 Оформление результатов поверки

9.1 При положительных результатах поверки данные поверки ПТСВ заносятся в таблицу 7 р. 18 РЭ.

9.2 Положительные результаты первичной и периодической поверок органами Государственной метрологической службы или другими уполномоченными организациями, имеющими право поверки приборов, оформляются выдачей свидетельства о поверке ПТСВ.

В свидетельство должны быть включены следующие данные:

- наименование средства измерения и обозначение его типа;
- заводской номер;
- изготовитель и год изготовления;
- диапазон градуировки термометра;
- разряд эталонного средства измерения, или значение погрешности в случае перевода в разряд РСИ по п.8.3.4.3;
- значение измерительного тока, при котором определяли градуировочные характеристики;
- значения температур градуировки и соответствующие им значения функции отклонения относительного сопротивления по МТШ-90;
- дата поверки;
- указание срока проведения следующей поверки;
- наименование владельца термометра;
- градуировочная характеристика термометра по МТШ-90 в виде полинома функции $\Delta W(T)$, или таблицы функции $\Delta W(W)$, или таблицы функции $W(T)$;
- оттиск поверительного клейма, в соответствии с ПР 50.2.006.- 94 или печати поверяющей организации.

9.3 В случае отрицательных результатов ПТСВ не допускается к применению, в соответствии с ПР 50.2.006.- 94 оттиск поверительного клейма гасится, «Свидетельство о поверке» аннулируется, владельцу выписывается «Извещение о непригодности» или делается соответствующая запись в технической документации.