

30-10-82 82

Издание официальное

Инструкция разработана Всесоюзным научно-исследовательским институтом имени Д. И. Менделеева взамен инструкции 157—54; утверждена Комитетом стандартов, мер и измерительных приборов при Совете Министров СССР 9 июня 1962 г. и введена в действие 1 ноября 1962 г.

# ИНСТРУКЦИЯ 157—62 *БС 8.461-82*

## ПО ПОВЕРКЕ ПЛАТИНОВЫХ И МЕДНЫХ ТЕХНИЧЕСКИХ ТЕРМОМЕТРОВ СОПРОТИВЛЕНИЯ \*

Инструкция распространяется на технические термометры сопротивления, предназначенные для измерения температуры в пределах от  $-200$  до  $+650^{\circ}\text{C}$ , находящиеся в применении, вновь изготовленные и выходящие из ремонта.

Соблюдение настоящей инструкции обязательно для всех организаций и предприятий, производящих поверку термометров сопротивления.

### 1. НАЗНАЧЕНИЕ И УСТРОЙСТВО

1. Для измерения температуры в пределах от  $-200$  до  $+650^{\circ}\text{C}$  широко применяются технические термометры сопротивления, действие которых основано на свойстве металлов увеличивать свое электрическое сопротивление при повышении температуры.

2. Термометр сопротивления работает в комплекте с электроизмерительными приборами, фиксирующими изменение сопротивления термометра.

3. Технические термометры сопротивления изготавливаются из платины (тип ТСП) и меди (тип ТСМ). Термометры типов ТСП и ТСМ по ГОСТ 6651—59 могут изготавливаться различных разновидностей.

4. Платиновые термометры, выпускаемые серийно, предназначены для измерения температуры в интервале от  $-200$  до  $+650^{\circ}\text{C}$ . Медные термометры сопротивления применяются для измерения температуры в интервалах от  $-50$  до  $+180^{\circ}\text{C}$ .

5. Чувствительный элемент (рис. 1) платинового термометра отечественного производства представляет собой платиновую проволоку диаметром  $0,07$  мм, бифигурно наматанную на стеклянную пластинку с зубчатыми краями. Длина пластинки  $100$  мм, ширина

\* Инструкция составлена в соответствии с ГОСТ 6651—59 «Термометры сопротивления».

10 мм. С обеих сторон эта пластинка для обеспечения ее изоляции и для придания элементу механической прочности прикрывается двумя прямоугольными слюдяными пластинками. Все три пластинки скреплены в пакет серебряной лентой.

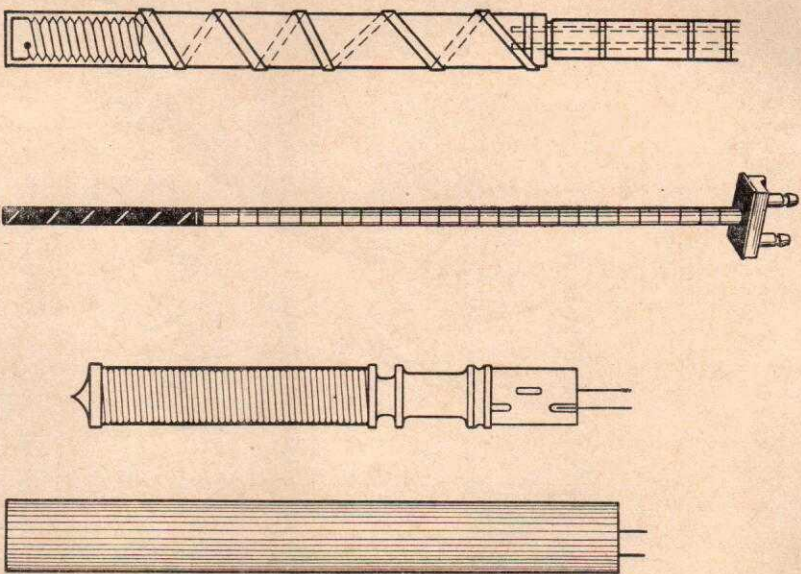


Рис. 1

Чувствительный элемент платинового термометра сопротивления на слюдяной пластинке

Рис. 2

Платиновый термометр сопротивления без арматуры

Рис. 3. Чувствительный элемент медного термометра сопротивления без защитной арматуры и в металлическом чехле

К каждому концу платиновой проволоки приваривается серебряный подводящий провод диаметром 1 мм. Изоляция подводящих проводов осуществляется фарфоровыми бусами; подводящие провода оканчиваются на головках из пластмассы, где они прикрепляются к латунным зажимам. Сопротивление подводящих проводов при температуре 0° С не должно превышать 0,15% номинальной величины  $R_0$ .

Чувствительный элемент термометра сопротивления помещается в защитную алюминиевую трубку, в нижней части которой помещен массивный вкладыш с плоской прорезью для чувствительного элемента.

В термометрах, предназначенных для измерения низких температур, защитная трубка с помещенным в нее чувствительным элементом заливается парафином.

Общий вид платинового термометра показан на рис. 2.

6. Чувствительный элемент медного термометра отечественного производства (рис. 3) состоит из медной изолированной проволоки диаметром 0,1 мм, намотанной в несколько слоев на цилиндрическую пластмассовую колодку и покрытую слоем глифталевого лака. Длина чувствительного элемента 40 мм.

Чувствительный элемент заключен в тонкостенную металлическую гильзу длиной 105 мм.

К каждому концу проволоки чувствительного элемента припаян вывод, представляющий собой медный провод диаметром 1,0—1,5 мм. Вывод изолирован один от другого и от наружной арматуры в нижней части асбестовым шнуром, а в верхней части — керамическими трубочками.

Выводы оканчиваются на пластмассовой головке термометра, имеющей два зажима.

Чувствительный элемент с помощью подводящих проводов соединяется с зажимами на головке термометра, служащими для подключения электроизмерительной схемы. Зажимы должны быть изготовлены из химически стойкого материала, не оказывающего вредного влияния на материал проволоки чувствительного элемента и развивающего незначительную э. д. с. в паре с медью.

Чувствительный элемент вместе с подводящими проволоками помещается в защитную арматуру, которая не должна химически влиять на него, а, кроме того, должна быть жесткой, жароустойчивой и при технических измерениях выдерживать значительное давление. Помимо этого, арматура должна исключать возможность попадания влаги на чувствительный элемент термометра. Это требование особенно существенно для термометров, применяемых при отрицательных температурах, так как вследствие конденсации влаги на чувствительном элементе электроизоляционные свойства его каркаса ухудшаются, и может произойти замыкание отдельных витков проволоки.

7. Термометры сопротивления как платиновые, так и медные помещаются в герметичные стальные защитные трубки (рис. 4). Исключение составляют термометры, предназначенные для измерения температуры помещений.

8. Основным условием взаимозаменяемости термометров при их эксплуатации является равенство сопротивлений всех термометров при каждой заданной температуре в пределах установленных допусков. Только в этом случае отпадает необходимость в сложных вычислениях и становится возможным нанесение стандартных гра-

дусных шкал на циферблаты тех электроизмерительных приборов, в комплекте с которыми работают термометры сопротивления. Взаимозаменяемость технических термометров сопротивления достигается тем, что все они имеют одинаковое сопротивление при  $0^{\circ}\text{C}$  ( $R_0$ ) и изготовляются из металла одинаковой чистоты.

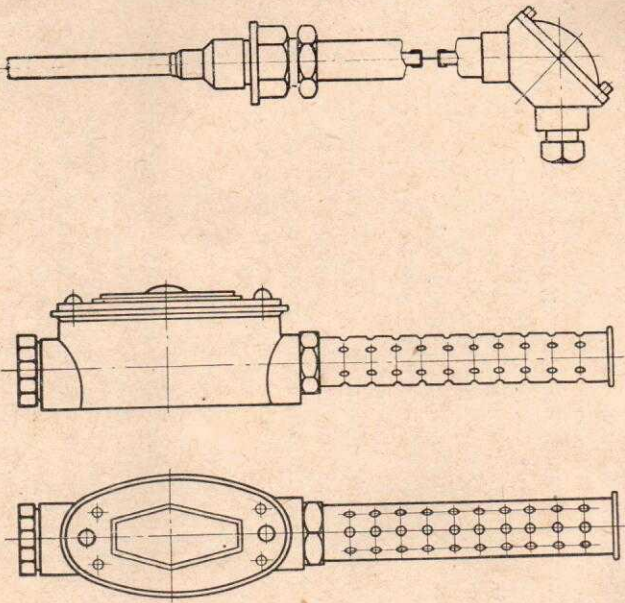


Рис. 4. Технические термометры сопротивления

9. Технические требования к платиновым и медным техническим термометрам сопротивления приведены в приложении I к настоящей инструкции. Градуировочные таблицы платиновых термометров сопротивлениям 10 ом (гр. 20), 46 ом (гр. 21) и 100 ом (гр. 22) и медных термометров с сопротивлением 53 ом (гр. 23) и 100 ом (гр. 24) по ГОСТ 6651—59 приведены в приложении 2.

### II. ПОВЕРЯЕМЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ И СРЕДСТВА ПОВЕРКИ

10. Элементы термометров сопротивления, подлежащие поверке, и средства, применяемые для этой цели, указаны в таблице.

№ п/п	Элементы, подлежащие поверке	Средства поверки	Технические данные	Примечание
1	Внешний вид и маркировка	Визуально	—	—
2	Сопротивление изоляции	Мегомметр	Равняется напряжению 500 в	Проверка проводится при выпуске из производства или ремонта

№ п/п	Элементы, подлежащие поверке	Средства поверки	Технические данные	Примечание
3	Сопротивление термометра при температуре 0 и $100^{\circ}\text{C}$ . Величина отношения $\frac{R_{100}}{R_0}$	Компенсационная установка с потенциометром лабораторного типа или двойной мост постоянного тока. Контрольные термометры с погрешностью * с номинальными значениями сопротивления при $0^{\circ}\text{C}$ , равными 10, 46, 53, 100 ом. Барометр	Класс 0,02 Класс 0,02 или 0,05 с поправками	—
	Термостат для поверки в нулевой точке. Водяной кипятильник	С погрешностью отсчета не более 0,1 мм ст.	—	—

\* Контрольный термометр сопротивления должен быть изготовлен из того же материала, что и проверяемый (номинальное значение сопротивления контрольного термометра должно быть близко к сопротивлению проверяемого термометра), и иметь свидетельство о поверке, в котором должна быть указана величина отношения  $\frac{R_{100}}{R_0}$  с погрешностью, не превышающей  $\pm 0,005\%$  для термометров класса I и  $\pm 0,01\%$  для термометров классов II и III. Между сроками поверки изменение величины отношения  $\frac{R_{100}}{R_0}$  контрольного термометра не должно превышать значений, указанных выше.

### III. ПОВЕРКА

11. Внешний осмотр. При внешнем осмотре устанавливаются соответствие термометра требованиям п. 3 приложения I, а также проверяют отсутствие видимых на глаз повреждений защитной арматуры, головки и зажимов термометра.

Внешнему осмотру подвергается также извлеченный из защитной арматуры (перед измерениями сопротивления  $R_0$  и  $R_{100}$ ) чувствительный элемент, в котором не должно быть видимых на глаз повреждений и дефектов.

12. Для измерения сопротивления изоляции (п. 2 приложения I) зажимы термометра замыкаются накоротко и подключаются к одному из зажимов мегомметра с рабочим напряжением 500 в. Провод от

второго зажима мегомметра прижимают к металлической защитной трубке термометра. Измерение сопротивления изоляции при температуре верхнего предела применения надо производить через 2 ч после помещения термометра в среду с соответствующей температурой.

13. Проверка отношения  $\frac{R_{100}}{R_0}$  (п. 1 приложения 1) термометров должна производиться сравнением поверяемого термометра с контрольным с помощью двойного моста, в котором контрольный термометр включается в качестве образцового, а поверяемый — в качестве неизвестного сопротивления.

Перед испытанием чувствительный элемент поверяемого термометра должен быть извлечен из арматуры и помещен в стеклянную или металлическую пробирку с внутренним диаметром 12—13 мм для платиновых термометров на стеклянной пластинке и 9—10 мм — для медных термометров.

Для устранения при проверке воздушных конвекционных потоков пробирки следует сверху плотно закрывать ватой. Вместо пробирки можно пользоваться водонепроницаемыми чехлами. Если же конструкция термометра не позволяет извлечь чувствительный элемент из арматуры, то испытание должно производиться до сборки термометра. При испытании должны быть соблюдены одинаковые температурные условия для образцового и поверяемого термометров.

Уравновешивание моста должно производиться дважды: первый раз — после помещения и выдержки контрольного и поверяемого термометров в течение 30 мин в тающем льду; второй раз — после помещения и выдержки их в течение 30 мин в кипятивильнике в насыщенных парах кипящей воды.

Примечание. При втором уравновешивании моста изменение положения первых трех декад моста не допускается; в случае невозможности произвести уравновешивание моста без изменения первых трех декад отсчет должен производиться путем экстраполяции по величине отклонения гальванометра.

14. При отсутствии контрольного термометра для определения отношения  $\frac{R_{100}}{R_0}$  измеряются величины сопротивлений  $R_{100}$  и  $R_0$  термометра с помощью компенсационной установки или двойного моста. Пробирку с термометром погружают в кипятивильник. При этом с помощью барометра измеряется атмосферное давление, которое затем учитывается при определении температуры кипения воды.

15. Для измерения величины сопротивления  $R_0$  термометров при температуре 0°С применяются лед и вода, которые должны иметь электропроводность не более  $1 \cdot 10^{-4}$  ом<sup>-1</sup> см<sup>-1</sup> при 20°С. Лед в приборе должен быть тщательно утрамбован, чтобы в смеси льда и воды не оставалось пузырей воздуха. Углотнение льда должно производиться как перед началом измерений, так и периодически во время измерений.

Измерение  $R_0$  должно производиться после измерения  $R_{100}$ . Термометр должен быть окружен со всех сторон слоем льда толщиной не менее 3 см. Глубина погружения термометров в тающий лед и в водяной кипятивильник при проверке в пробирках должна не менее чем на 20 см превышать длину чувствительного элемента.

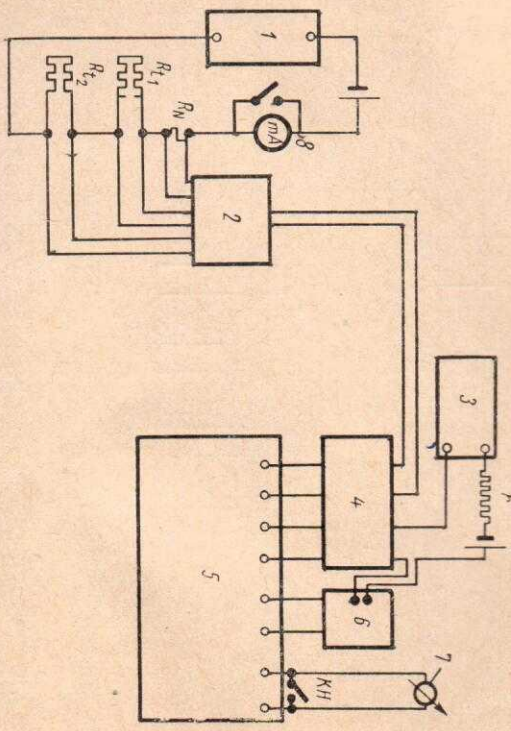


Рис. 5

Схема установки для градуировки термометров сопротивления:  
1 — магазин сопротивлений; 2 — переключатель; 3 — магазин сопротивлений; 4 — инверсионный переключатель; 5 — потенциометр; 6 — дополнительное устройство к потенциометру; 7 — гальванометр зеркальный; 8 — миллиамперметр;  $R_1, R_2$  — термометры;  $R_0$  — образцовая катушка сопротивления.

16. До начала измерения сопротивления термометры должны выдерживаться в термостате не менее 30 мин.

Сила тока измеряется миллиамперметром, включенным в цепь термометра, или определяется расчетным путем по напряжению источника тока и по значениям всех сопротивлений, включенных последовательно с термометром. Величина измерительного тока, проходящего через термометр при его проверке, должна быть не более 5 ма.

17. Для измерения сопротивления термометра к каждому зажиму его контактной панели на головке присоединяют по два провода — токовый и потенциальный. Схемы для проверки термометров сопротивления представлены на рис. 5 и 6. При проверке технических термометров направление тока в цепи термометров не изменяют.

18. Измерение сопротивления термометра при проверке должно производиться с погрешностью, не превышающей 0,02% от зна-

чения измеряемого сопротивления. При проверке термометров ведется протокол, рекомендуемая форма которого указана в приложении 4.

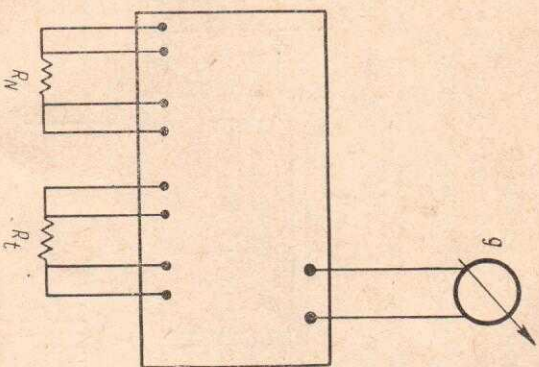


Рис. 6

#### IV. ОБРАБОТКА И ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПРОВЕРКИ

19. При измерениях на двойном мосте с использованием контрольного термометра,  $R_0$  и величина отношения  $\frac{R_{100}}{R_0}$  проверяемого термометра должны определяться по формулам:

$$R'_0 = A_0 \cdot R_0,$$

$$\frac{R_{100}}{R_0} = \frac{R_{100}}{R_0} \text{ обр. } \frac{A_k}{A_0},$$

где  $\frac{R_{100}}{R_0}$  обр. — отношение  $\frac{R_{100}}{R_0}$  для образцового термометра сопротивления;

$R'_0$  — сопротивление контрольного термометра при температуре  $0^\circ\text{C}$ ;

$A_k$  — отсчет по мосту при помещении термометров в насыщенные пары кипящей воды;

$A_0$  — отсчет по мосту при помещении термометров в тающий лед.

20. При измерениях сопротивлений  $R_0$  и  $R_{100}$  термометров компенсационным методом сравниваются падения напряжений  $U_i$  и  $U_k$  на зажимах термометра в образцовой катушке сопротивления

при прохождении через них одного и того же тока. Сопротивление термометра  $R_i$  вычисляется по формуле:

$$R_i = \frac{U_i}{U_k} \cdot R_N,$$

где  $U_i$  и  $U_k$  — показания потенциометра при включении соответственно термометра и образцовой катушки сопротивления;

$R_N$  — сопротивление образцовой катушки по данным свидетельства.

Для удобства обработки результатов измерения целесообразно подобрать ток в потенциометре или цепи термометра таким образом, чтобы  $\frac{R_N}{U_k} = 1 \cdot 10^n$ ,

где  $n$  — целое число.

Тогда  $R_i$  будет равно  $U_i \cdot 10^n$ , что облегчит вычисления.

21. При измерениях производят не менее пяти отсчетов. При измерении сопротивления  $R_{100}$  одновременно по барометру контролируют атмосферное давление.

22. Сопротивление  $R_{100}$  термометра вычисляется по формуле:

$$R_{100} = R_t + \Delta R_t,$$

где  $R_t$  — сопротивление термометра при температуре  $t_p$  паров кипящей воды;

$\Delta R_t$  — поправка, вычисляемая с помощью таблицы приложения 3. Значение этой поправки соответствует разности температур  $\Delta t = 100 - t_p$ .

23. По полученным значениям  $R'_0$  и  $R_{100}$  вычисляется отношение  $\frac{R_{100}}{R'_0}$ , которое должно соответствовать требованиям п. 1 приложения 1 настоящей инструкции.

24. Термометры, удовлетворяющие всем требованиям настоящей инструкции, подвергаются клеймению. Клеймо наносится на наружную поверхность металлической контактной головки термометра. По требованию организации, представившей прибор, может быть выдано свидетельство установленной формы с указанием сопротивления  $R_0$ ,  $R_{100}$  и отношения  $\frac{R_{100}}{R_0}$ .

25. На термометры, не удовлетворяющие требованиям настоящей инструкции, выдается извещение о непригодности.

ТЕХНИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ  
К ПЛАТИНОВЫМ И МЕДНЫМ ТЕХНИЧЕСКИМ ТЕРМОМЕТРАМ  
СОПРОТИВЛЕНИЯ (по ГОСТ 6651-59)

1. Абсолютное значение сопротивления термометра при 0°С и отношение сопротивления чувствительного элемента термометра при 100°С к сопротивлению при 0°С ( $\frac{R_{100}}{R_0}$ ) должны соответствовать указанным в табл. 1.

Таблица 1

Класс точности	Материал чувствительного элемента	Обозначение градуировки	Номинальное сопротивление при 0°С Ом	Допустимое отклонение от номинального значения, %	Номинальное значение отпущения $\frac{R_{100}}{R_0}$	Допустимое отклонение от номинального отпущения
К-I	Платиновая проволока по ГОСТ 8588-57	гр. 20	10	±0,05	1,391	±0,0007
		гр. 21	46			
		гр. 22	100			
К-II	Платиновая проволока по ГОСТ 8588-57	гр. 20	10	±0,1	1,391	±0,001
		гр. 21	46			
		гр. 22	100			
К-III	Медная проволока Медная проволока	гр. 23	53	±0,1	1,426	±0,001
		гр. 24	100			
		гр. 23	53			
		гр. 24	100		1,426	±0,002

Примечания:

1. Сопротивление выводов проводников у однозонных термометров с двумя выводными проводниками включается в величину сопротивления чувствительного элемента.
2. Для многозонных термометров класса III допускается отклонение от номинального значения сопротивления при 0°С, равное ±0,2%.
3. Сопротивление изоляции по отношению к металлической защитной арматуре термометра должно быть не меньше значений, указанных в табл. 2.

Таблица 2

Сопротивление изоляции, Мом	При температуре, соответствующей верхнему пределу применения, °С		
	До 300	До 500	Свыше 500
20	2	1	0,5

При температуре 20±5°С и относительной влажности до 80% для всех термометров

При температуре 20±5°С и относительной влажности до 95±3% для брызго-проницаемых и водозащитных термометров

3. На контактной головке термометра сопротивления отечественного изготовления должны быть нанесены следующие обозначения:

- а) товарный знак завода-изготовителя;
- б) условное обозначение типа термометров;
- в) обозначение градуировки;
- г) марка материала, из которого изготовлена защитная арматура;
- д) температурные пределы применения;
- е) условное давление;
- ж) класс точности (К-I, К-II, К-III);
- з) условное обозначение степени инерционности (большая инерционность — СИ, малая инерционность — МИ);
- и) условное обозначение устойчивости к механическим воздействиям;
- к) год и месяц выпуска;
- л) номер настоящего стандарта;
- м) монтажная длина.

Примечание. На монтажных головках термометров сопротивления старого выпуска или иностранных фирм некоторые из указанных обозначений могут отсутствовать.

## ГРАДУИРОВОЧНАЯ ТАБЛИЦА ПЛАТИНОВЫХ ТЕРМОМЕТРОВ СОПРОТИВЛЕНИЯ

 $R_0 = 46,00$  ом. Обозначение градуировки — гр. 21

$A = 3,96847 \cdot 10^{-3} \text{ 1/град}$

$B = -5,847 \cdot 10^{-7} \text{ 1/град}^2$

$C = -4,22 \cdot 10^{-12} \text{ 1/град}^4$

Сопротивление в омах при температуре от  $-200$  до  $+650^\circ \text{C}$ 

°C	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
-200	7,95	—	—	—	—	—	—	—	—	—
-190	9,96	9,76	9,56	9,36	9,16	8,96	8,75	8,55	8,35	8,15
-180	11,95	11,75	11,55	11,36	11,16	10,96	10,76	10,56	10,36	10,16
-170	13,93	13,73	13,54	13,34	13,14	12,94	12,75	12,55	12,35	12,15
-160	15,90	15,70	15,50	15,31	15,11	14,92	14,72	14,52	14,33	14,13
-150	17,85	17,65	17,46	17,26	17,07	16,87	16,68	16,48	16,29	16,09
-140	19,79	19,59	19,40	19,21	19,01	18,82	18,63	18,43	18,24	18,04
-130	21,72	21,52	21,33	21,14	20,95	20,75	20,56	20,37	20,17	19,98
-120	23,63	23,44	23,25	23,06	22,87	22,68	22,48	22,29	22,10	21,91
-110	25,54	25,35	25,16	24,97	24,78	24,59	24,40	24,21	24,02	23,82
-100	27,44	27,25	27,06	26,87	26,68	26,49	26,30	26,11	25,92	25,73
-90	29,33	29,14	28,95	28,76	28,57	28,38	28,19	28,00	27,82	27,63
-80	31,21	31,02	30,83	30,64	30,45	30,27	30,08	29,89	29,70	29,51
-70	33,08	32,89	32,70	32,52	32,33	32,14	31,96	31,77	31,58	31,39
-60	34,94	34,76	34,57	34,38	34,20	34,01	33,83	33,64	33,45	33,27
-50	36,80	36,62	36,43	36,24	36,06	35,87	35,69	35,50	35,32	35,13
-40	38,65	38,47	38,28	38,10	37,91	37,73	37,54	37,36	37,17	36,99
-30	40,50	40,31	40,13	39,95	39,76	39,58	39,39	39,21	39,02	38,84
-20	42,34	42,15	41,97	41,79	41,60	41,42	41,24	41,05	40,87	40,68
-10	44,17	43,99	43,81	43,62	43,44	43,26	43,07	42,89	42,71	42,52
-0	46,00	45,82	45,63	45,45	45,27	45,09	44,90	44,72	44,54	44,35

Продолжение

°C	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	46,00	46,18	46,37	46,55	46,75	46,91	47,09	47,28	47,46	47,64
10	47,82	48,01	48,19	48,37	48,55	48,73	48,91	49,09	49,28	49,46
20	49,64	49,82	50,00	50,18	50,37	50,55	50,73	50,91	51,09	51,27
30	51,45	51,63	51,81	51,99	52,18	52,36	52,54	52,72	52,90	53,08
40	53,26	53,44	53,62	53,80	53,98	54,16	54,34	54,52	54,70	54,88
50	55,06	55,24	55,42	55,60	55,78	55,96	56,14	56,32	56,50	56,68
60	56,86	57,04	57,22	57,39	57,57	57,75	57,93	58,11	58,29	58,47
70	58,65	58,83	59,00	59,18	59,36	59,54	59,72	59,90	60,07	60,25
80	60,43	60,61	60,79	60,97	61,14	61,32	61,50	61,68	61,86	62,04
90	62,21	62,39	62,57	62,74	62,92	63,10	63,28	63,45	63,63	63,81
100	63,99	64,16	64,34	64,52	64,70	64,87	65,05	65,22	65,40	65,58
110	65,76	65,93	66,11	66,28	66,46	66,64	66,81	66,99	67,16	67,34
120	67,52	67,69	67,87	68,05	68,22	68,40	68,57	68,75	68,93	69,10
130	69,28	69,45	69,63	69,80	69,98	70,15	70,33	70,50	70,68	70,85
140	71,03	71,20	71,38	71,55	71,73	71,90	72,08	72,25	72,43	72,60
150	72,78	72,95	73,12	73,30	73,47	73,65	73,82	74,00	74,17	74,34
160	74,52	74,69	74,87	75,04	75,21	75,39	75,56	75,73	75,91	76,08
170	76,26	76,43	76,60	76,77	76,95	77,12	77,29	77,47	77,64	77,81
180	77,99	78,16	78,33	78,50	78,68	78,85	79,02	79,19	79,37	79,54
190	79,71	79,88	80,05	80,23	80,40	80,57	80,75	80,92	81,09	81,26
200	81,43	81,60	81,78	81,95	82,12	82,29	82,46	82,63	82,81	82,98
210	83,15	83,32	83,49	83,66	83,83	84,00	84,18	84,35	84,52	84,69
220	84,86	85,03	85,20	85,37	85,54	85,71	85,88	86,05	86,22	86,39
230	86,56	86,73	86,90	87,07	87,24	87,41	87,58	87,75	87,92	88,09
240	88,26	88,43	88,60	88,77	88,94	89,11	89,28	89,45	89,62	89,79
250	89,96	90,12	90,29	90,46	90,63	90,80	90,97	91,14	91,31	91,48
260	91,64	91,81	91,98	92,15	92,32	92,49	92,66	92,82	92,99	93,16
270	93,33	93,50	93,66	93,83	94,00	94,17	94,33	94,50	94,67	94,84

°C	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
280	95,00	95,17	95,34	95,51	95,67	95,84	96,01	96,18	96,34	96,51
290	96,68	96,84	97,01	97,18	97,34	97,51	97,68	97,84	98,01	98,18
300	98,34	98,51	98,68	98,84	99,01	99,18	99,34	99,51	99,67	99,84
310	100,01	100,17	100,34	100,50	100,67	100,83	101,00	101,17	101,33	101,50
320	101,66	101,83	101,99	102,16	102,32	102,49	102,65	102,82	102,98	103,15
330	103,31	103,48	103,64	103,81	103,97	104,14	104,30	104,46	104,63	104,79
340	104,96	105,12	105,29	105,45	105,61	105,78	105,94	106,11	106,27	106,43
350	106,60	106,76	106,92	107,09	107,25	107,42	107,58	107,74	107,90	108,07
360	108,23	108,39	108,56	108,72	108,88	109,05	109,21	109,37	109,54	109,70
370	109,86	110,02	110,19	110,35	110,51	110,67	110,84	111,00	111,16	111,32
380	111,48	111,65	111,81	111,97	112,13	112,29	112,46	112,62	112,78	112,94
390	113,10	113,26	113,43	113,59	113,75	113,91	114,07	114,23	114,39	114,56
400	114,72	114,88	115,04	115,20	115,36	115,52	115,68	115,84	116,00	116,16
410	116,32	116,48	116,64	116,80	116,97	117,13	117,29	117,45	117,61	117,77
420	117,93	118,09	118,25	118,41	118,57	118,73	118,89	119,04	119,20	119,36
430	119,52	119,68	119,84	120,00	120,16	120,32	120,48	120,64	120,80	120,96
440	121,11	121,27	121,43	121,59	121,75	121,91	122,07	122,23	122,38	122,54
450	122,70	122,86	123,02	123,18	123,33	123,49	123,65	123,81	123,96	124,12
460	124,28	124,44	124,60	124,76	124,91	125,07	125,23	125,39	125,54	125,70
470	125,86	126,02	126,17	126,33	126,49	126,64	126,80	126,96	127,11	127,27
480	127,43	127,58	127,74	127,90	128,05	128,21	128,37	128,52	128,68	128,84
490	128,99	129,14	129,30	129,46	129,61	129,77	129,92	130,08	130,23	130,39
500	130,55	130,70	130,86	131,02	131,17	131,33	131,48	131,63	131,79	131,95
510	132,10	132,26	132,41	132,57	132,72	132,88	133,03	133,19	133,34	133,50
520	133,65	133,81	133,96	134,12	134,27	134,43	134,58	134,73	134,89	135,04
530	135,20	135,35	135,50	135,66	135,81	135,97	136,12	136,27	136,43	136,58
540	136,73	136,89	137,04	137,19	137,35	137,50	137,65	137,81	137,96	138,11
550	138,27	138,42	138,57	138,73	138,88	139,03	139,18	139,33	139,48	139,64

°C	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
560	139,79	139,94	140,10	140,25	140,40	140,55	140,70	140,86	141,01	141,16
570	141,32	141,47	141,62	141,77	141,92	142,07	142,22	142,37	142,53	142,68
580	142,83	142,98	143,13	143,28	143,44	143,59	143,74	143,89	144,04	144,19
590	144,34	144,49	144,64	144,79	144,94	145,09	145,24	145,40	145,55	145,70
600	145,85	146,00	146,15	146,30	146,45	146,60	146,75	146,90	147,05	147,20
610	147,35	147,50	147,65	147,80	147,95	148,10	148,24	148,39	148,54	148,69
620	148,84	148,99	149,14	149,29	149,44	149,59	149,74	149,89	150,03	150,18
630	150,33	150,48	150,63	150,78	150,93	151,07	151,22	151,37	151,52	151,67
640	151,81	151,96	152,11	152,26	152,41	152,55	152,70	152,85	153,00	153,15
650	153,30	—	—	—	—	—	—	—	—	—

Таблица 2

## ГРАДУИРОВОЧНАЯ ТАБЛИЦА ПЛАТИНОВЫХ ТЕРМОМЕТРОВ СОПРОТИВЛЕНИЯ

$R_0 = 100,00$  ом. Обозначение градуировки — гр. 22  
 $R_0 = 10,000$  ом\*. Обозначение градуировки — гр. 20

$$A = 3,96847 \cdot 10^{-3} \text{ 1/град}$$

$$B = -5,847 \cdot 10^{-7} \text{ 1/град}^2$$

$$C = -4,22 \cdot 10^{-12} \text{ 1/град}^4$$

Сопротивление в омах при температуре от  $-200$  до  $+650$  °C

°C	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
-200	17,28	—	—	—	—	—	—	—	—	—
-190	21,65	21,21	20,78	20,34	19,91	19,47	19,03	18,59	18,16	17,72
-180	25,98	25,55	25,12	24,69	24,25	23,82	23,39	22,95	22,52	22,08



°C	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
-170	30,29	29,86	29,43	29,00	28,57	28,14	27,71	27,28	26,85	26,42
-160	34,56	34,13	33,71	33,28	32,85	32,43	32,00	31,57	31,14	30,71
-150	38,80	38,38	37,95	37,53	37,11	36,68	36,26	35,83	35,41	34,98
-140	43,02	42,60	42,18	41,76	41,33	40,91	40,49	40,07	39,65	39,22
-130	47,21	46,79	46,37	45,95	45,53	45,12	44,70	44,28	43,86	43,44
-120	51,38	50,96	50,54	50,13	49,71	49,29	48,88	48,46	48,04	47,63
-110	55,52	55,11	54,69	54,28	53,87	53,45	53,04	52,62	52,21	51,79
-100	59,65	59,23	58,82	58,41	58,00	57,59	57,17	56,76	56,35	55,93
-90	63,75	63,34	62,93	62,52	62,11	61,70	61,29	60,88	60,47	60,06
-80	67,84	67,43	67,02	66,61	66,21	65,80	65,39	64,98	64,57	64,16
-70	71,91	71,50	71,10	70,69	70,28	69,88	69,47	69,06	68,65	68,25
-60	75,96	75,56	75,15	74,75	74,34	73,94	73,53	73,13	72,72	72,32
-50	80,00	79,60	79,20	78,79	78,39	77,99	77,58	77,18	76,77	76,37
-40	84,03	83,63	83,22	82,82	82,42	82,02	81,62	81,21	80,81	80,41
-30	88,04	87,64	87,24	86,84	86,44	86,04	85,63	85,23	84,83	84,43
-20	92,04	91,64	91,24	90,84	90,44	90,04	89,64	89,24	88,84	88,44
-10	96,03	95,63	95,23	94,83	94,43	94,03	93,63	93,24	92,84	92,44
- 0	100,00	99,60	99,21	98,81	98,41	98,01	97,62	97,22	96,82	96,42
0	100,00	100,40	100,79	101,19	101,59	101,98	102,38	102,78	103,17	103,57
10	103,96	104,36	104,75	105,15	105,54	105,94	106,33	106,73	107,12	107,52
20	107,91	108,31	108,70	109,10	109,49	109,88	110,28	110,67	111,07	111,46
30	111,85	112,25	112,64	113,03	113,43	113,82	114,21	114,60	115,00	115,39
40	115,78	116,17	116,57	116,96	117,35	117,74	118,13	118,52	118,91	119,31
50	119,70	120,09	120,48	120,87	121,26	121,65	122,04	122,43	122,82	123,21
60	123,60	123,99	124,38	124,77	125,16	125,55	125,94	126,33	126,72	127,10
70	127,49	127,88	128,27	128,66	129,05	129,44	129,82	130,21	130,60	130,99
80	131,37	131,76	132,15	132,54	132,92	133,31	133,70	134,08	134,47	134,86
90	135,24	135,63	136,02	136,40	136,79	137,17	137,56	137,94	138,33	138,72
100	139,10	139,49	139,87	140,26	140,64	141,02	141,41	141,79	142,18	142,56

°C	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
110	142,95	143,33	143,71	144,10	144,48	144,86	145,25	145,63	146,01	146,40
120	146,78	147,16	147,55	147,93	148,31	148,69	149,07	149,46	149,84	150,22
130	150,60	150,98	151,37	151,75	152,13	152,51	152,89	153,27	153,65	154,03
140	154,41	154,79	155,17	155,55	155,93	156,31	156,69	157,07	157,45	157,83
150	158,21	158,59	158,97	159,35	159,73	160,11	160,49	160,86	161,24	161,62
160	162,00	162,38	162,76	163,13	163,51	163,89	164,27	164,64	165,02	165,40
170	165,78	166,15	166,53	166,91	167,28	167,66	168,03	168,41	168,79	169,16
180	169,54	169,91	170,29	170,67	171,04	171,42	171,79	172,17	172,54	172,92
190	173,29	173,67	174,04	174,41	174,79	175,16	175,54	175,91	176,28	176,66
200	177,03	177,40	177,78	178,15	178,52	178,90	179,27	179,64	180,02	180,39
210	180,76	181,13	181,51	181,88	182,25	182,62	182,99	183,36	183,74	184,11
220	184,48	184,85	185,22	185,59	185,96	186,33	186,70	187,07	187,44	187,81
230	188,18	188,55	188,92	189,29	189,66	190,03	190,40	190,77	191,14	191,51
240	191,88	192,24	192,61	192,98	193,35	193,72	194,09	194,45	194,82	195,19
250	195,56	195,92	196,29	196,66	197,03	197,39	197,76	198,13	198,50	198,86
260	199,23	199,59	199,96	200,33	200,69	201,06	201,42	201,79	202,16	202,52
270	202,89	203,25	203,62	203,98	204,35	204,71	205,08	205,44	205,80	206,17
280	206,53	206,90	207,26	207,63	207,99	208,35	208,72	209,08	209,44	209,81
290	210,17	210,53	210,89	211,26	211,62	211,98	212,34	212,71	213,07	213,43
300	213,79	214,15	214,51	214,88	215,24	215,60	215,96	216,32	216,68	217,04
310	217,40	217,76	218,12	218,49	218,85	219,21	219,57	219,93	220,29	220,64
320	221,00	221,36	221,72	222,08	222,44	222,80	223,16	223,52	223,88	224,23
330	224,59	224,95	225,31	225,67	226,02	226,38	226,74	227,10	227,45	227,81
340	228,17	228,53	228,88	229,24	229,60	229,95	230,31	230,67	231,02	231,38
350	231,73	232,09	232,45	232,80	233,16	233,51	233,87	234,22	234,58	234,93
360	235,29	235,64	236,00	236,35	236,71	237,06	237,41	237,77	238,12	238,48
370	238,83	239,18	239,54	239,89	240,24	240,60	240,95	241,30	241,65	242,01
380	242,36	242,71	243,06	243,42	243,77	244,12	244,47	244,82	245,17	245,53
390	245,88	246,23	246,58	246,93	247,28	247,63	247,98	248,33	248,68	249,03

°C	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
400	249,38	249,73	250,08	250,43	250,78	251,13	251,48	251,83	252,18	252,53
410	252,88	253,23	253,58	253,92	254,27	254,62	254,97	255,32	255,67	256,01
420	256,36	256,71	257,06	257,40	257,75	258,10	258,45	258,79	259,14	259,49
430	259,83	260,18	260,53	260,87	261,22	261,57	261,91	262,26	262,60	262,95
440	263,29	263,64	263,98	264,33	264,67	265,02	265,36	265,71	266,05	266,40
450	266,74	267,09	267,43	267,77	268,12	268,46	268,80	269,15	269,49	269,83
460	270,18	270,52	270,86	271,21	271,55	271,89	272,23	272,58	272,92	273,26
470	273,60	273,94	274,29	274,63	274,97	275,31	275,65	275,99	276,33	276,67
480	277,01	277,36	277,70	278,04	278,38	278,72	279,06	279,40	279,74	280,08
490	280,41	280,75	281,08	281,42	281,76	282,10	282,44	282,78	283,12	283,46
500	283,80	284,14	284,48	284,82	285,16	285,50	285,83	286,17	286,51	286,85
510	287,18	287,52	287,86	288,20	288,53	288,87	289,20	289,54	289,88	290,21
520	290,55	290,89	291,22	291,56	291,89	292,23	292,56	292,90	293,23	293,57
530	293,91	294,24	294,57	294,91	295,24	295,58	295,91	296,25	296,58	296,91
540	297,25	297,58	297,92	298,25	298,58	298,91	299,25	299,58	299,91	300,25
550	300,58	300,91	301,24	301,58	301,91	302,24	302,57	302,90	303,23	303,57
560	303,90	304,23	304,56	304,89	305,22	305,55	305,88	306,22	306,55	306,88
570	307,21	307,54	307,87	308,20	308,53	308,86	309,18	309,51	309,84	310,17
580	310,50	310,83	311,16	311,49	311,82	312,15	312,47	312,80	313,13	313,46
590	313,79	314,11	314,44	314,77	315,10	315,42	315,75	316,08	316,41	316,73
600	317,06	317,39	317,71	318,04	318,37	318,69	319,01	319,34	319,67	319,99
610	320,32	320,65	320,97	321,30	321,62	321,95	322,27	322,60	322,92	323,25
620	323,57	323,89	324,22	324,54	324,87	325,19	325,51	325,84	326,16	326,48
630	326,80	327,13	327,45	327,78	328,10	328,42	328,74	329,06	329,39	329,71
640	330,03	330,35	330,68	331,00	331,32	331,64	331,96	332,28	332,60	332,93
650	333,25	—	—	—	—	—	—	—	—	—

\* Для термометров с сопротивлением  $R_0 = 10$  ом все значения разделить на 10

Таблица 3

## ГРАДУИРОВОЧНАЯ ТАБЛИЦА МЕДНЫХ ТЕРМОМЕТРОВ СОПРОТИВЛЕНИЯ

$R_0 = 100,00$  ом. Обозначение градуировки — гр. 24

$\alpha = 4,26 \cdot 10^{-3}$  1/град

Сопротивление в омах при температуре от  $-50$  до  $+180$  °C

°C	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
-50	78,70	—	—	—	—	—	—	—	—	—
-40	82,96	82,53	82,11	81,68	81,26	80,83	80,40	79,98	79,55	79,13
-30	87,22	86,79	86,37	85,94	85,52	85,09	84,66	84,24	83,81	83,39
-20	91,48	91,05	90,63	90,20	89,78	89,35	88,92	88,50	88,07	87,65
-10	95,74	95,31	94,89	94,46	94,04	93,61	93,18	92,76	92,33	91,91
-0	100,00	99,57	99,15	98,72	98,30	97,87	97,44	97,02	96,59	96,17
0	100,00	100,43	100,85	101,28	101,70	102,13	102,56	102,98	103,41	103,83
10	104,26	104,69	105,11	105,54	105,96	106,39	106,82	107,24	107,67	108,09
20	108,52	108,95	109,37	109,80	110,22	110,65	111,08	111,50	111,93	112,35
30	112,78	113,21	113,63	114,06	114,48	114,91	115,34	115,76	116,19	116,61
40	117,04	117,47	117,89	118,32	118,74	119,17	119,60	120,02	120,45	120,87
50	121,30	121,73	122,15	122,58	123,00	123,43	123,86	124,28	124,71	125,13
60	125,56	125,99	126,41	126,84	127,26	127,69	128,12	128,54	128,97	129,39
70	129,82	130,25	130,67	131,10	131,52	131,95	132,38	132,80	133,23	133,65
80	134,08	134,51	134,93	135,36	135,78	136,21	136,64	137,06	137,49	137,91
90	138,34	138,77	139,19	139,62	140,04	140,47	140,90	141,32	141,75	142,17
100	142,60	143,03	143,45	143,88	144,30	144,73	145,16	145,58	146,01	146,43
110	146,86	147,29	147,71	148,14	148,56	148,99	149,42	149,84	150,27	150,69
120	151,12	151,55	151,97	152,40	152,82	153,25	153,68	154,10	154,53	154,95
130	155,38	155,81	156,23	156,66	157,08	157,51	157,94	158,36	158,79	159,21
140	159,64	160,07	160,49	160,92	161,34	161,77	162,20	162,62	163,05	163,47
150	163,90	164,33	164,75	165,18	165,60	166,03	166,46	166,88	167,31	167,73
160	168,16	168,59	169,01	169,44	169,86	170,29	170,72	171,14	171,57	171,99
170	172,42	172,85	173,27	173,70	174,12	174,55	174,98	175,40	175,83	176,25
180	176,68	—	—	—	—	—	—	—	—	—

Значения электрического сопротивления термометров при температуре  $t$  °С в омах ( $R_t$ ), указанные в градуировочных таблицах, вычислены по формулам:

а) для платиновых термометров:  
 $R_t = R_0 [1 + At + Bt^2 + Ct^3(t - 100)]$ , при значениях  $t$ :  
 $-200^\circ\text{C} \leq t \leq 0^\circ\text{C}$ ;

$R_t = R_0(1 + At + Bt^2)$ , при значениях  $t$ :  $0^\circ\text{C} \leq t \leq +650^\circ\text{C}$ ;

б) для медных термометров:

$R_t = R_0(1 + at)$ , при значениях  $t$ :  $-50^\circ\text{C} \leq t \leq +180^\circ\text{C}$ ,

где  $R_0$  — сопротивление термометра при  $0^\circ\text{C}$ ;  
 $A, B, C$  — постоянные коэффициенты, значения которых определяются градуировкой при температурах: кипения кислорода ( $-182,97^\circ\text{C}$ ), кипения воды ( $100^\circ\text{C}$ ) и кипения серы ( $444,6^\circ\text{C}$ );  
 $a$  — температурный коэффициент сопротивления меди.

ПРИЛОЖЕНИЕ 3

Таблица поправок  $\Delta R_t$  для вычисления  $R_{100}$  по результатам поверки

$\Delta t_k$ , °С	Медные термометры сопротивления		Платиновые термометры сопротивления		
	гр. 23	гр. 24	гр. 21	гр. 22	гр. 20
1	0,23	0,43	0,18	0,38	0,038
2	0,45	0,86	0,35	0,77	0,077
3	0,67	1,28	0,53	1,16	0,116
4	0,90	1,70	0,71	1,54	0,154
5	1,13	2,15	0,89	1,93	0,193
6	1,36	2,56	1,07	2,31	0,231
7	1,58	2,98	1,25	2,70	0,270
8	1,81	3,40	1,47	3,08	0,308
9	2,03	3,83	1,60	3,47	0,347

Примеры пользования таблицей  
 При температуре  $98,61^\circ\text{C}$  сопротивление платинового термометра гр. 21 равно  $63,67 \text{ ом}$ .

Дано  $\Delta t_k = 100 - 98,61 = 1,39^\circ\text{C}$ .  
 По таблице находим:

$\Delta t$	$\Delta R$
1	0,18
+0,3	+0,053
0,09	0,016
<hr/>	
1,39:	0,249 $\approx$ 0,25 ом

Следовательно:

$R_{100} = 63,67 + 0,25 = 63,92 \text{ ом}$

\*  $\Delta t_k = 100 - t_p$ , где  $t_p$  — температура паров кипящей воды при давлении  $P$ .

Примечание. Поправки  $\Delta R_t$  для  $\Delta t_k$ , равные десятым и сотым градуса, меньше приведенных выше значений соответственно в 10 и 100 раз.

Дата \_\_\_\_\_

**ПРОТОКОЛ  
ПОВЕРКИ ТЕХНИЧЕСКОГО ТЕРМОМЕТРА СОПРОТИВЛЕНИЯ № \_\_\_\_\_**

представленного \_\_\_\_\_

Поверка производилась по образцовым приборам \_\_\_\_\_

образцовой катушке сопротивления \_\_\_\_\_

Замечания по внешнему осмотру \_\_\_\_\_

**Результаты поверки**

*При поверке с помощью потенциометра*

Показания потенциометра при включении на	Показания барометра	Условия поверки
образцовую катушку	термометр сопротивления	Измерительный ток _____ ма

*При поверке с помощью двойного моста*

№ п/п.	Отсчет по индикатору моста при помещении термометра в пароводяной ванны ( $A_K$ )	Отсчет по индикатору моста при помещении термометра в талочный лед ( $A_0$ )	Показания барометра	Условия поверки

Поверку производил \_\_\_\_\_