

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ СССР ПО СТАНДАРТАМ

**ВСЕСОЮЗНЫЙ ОРДЕНА ТРУДОВОГО КРАСНОГО ЗНАМЕНИ
НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИХ И
РАДИОТЕХНИЧЕСКИХ ИЗМЕРЕНИЙ (ВНИИФТРИ)**

М Е Т О Д И К А
ПОВЕРКИ РАБОЧИХ СРЕДСТВ ИЗМЕРЕНИЙ
ТЕМПЕРАТУРНЫХ КОЭФФИЦИЕНТОВ
ЛИНЕЙНОГО РАСШИРЕНИЯ
ТВЕРДЫХ ТЕЛ
МИ 153—78

Москва
ИЗДАТЕЛЬСТВО СТАНДАРТОВ
1979

**РАЗРАБОТАНА Всесоюзным Орденом Трудового Красного Знамени
научно-исследовательским институтом физико-технических и радио-
технических измерений (ВНИИФТРИ)**

Директор В. К. Коробов

Исполнители: Я. С. Агранович, В. А. Медведев

**ПОДГОТОВЛЕНА К УТВЕРЖДЕНИЮ Сектором госиспытаний и стан-
дартизации**

Руководитель сектора И. И. Турунцова

Исполнитель И. Ш. Генфон

**УТВЕРЖДЕНА Научно-техническим советом ВНИИФТРИ 28 декаб-
ря 1977 г. [протокол № 12]**

МЕТОДИКА

ПОВЕРКИ РАБОЧИХ СРЕДСТВ ИЗМЕРЕНИЙ ТЕМПЕРАТУРНЫХ КОЭФФИЦИЕНТОВ ЛИНЕЙНОГО РАСШИРЕНИЯ ТВЕРДЫХ ТЕЛ

МИ 153—78

Настоящая методика распространяется на дилатометры, предназначенные для определения температурных коэффициентов линейного расширения (ТКЛР) твердых тел в диапазоне $3 \cdot 10^{-7}$ — $2 \cdot 10^{-4} \text{ К}^{-1}$ с допустимой погрешностью от $1 \cdot 10^{-7}$ до $1 \cdot 10^{-5} \text{ К}^{-1}$ при температурах 20—300 К, и устанавливает методы и средства их первичной и периодической поверок.

1. ОПЕРАЦИИ И СРЕДСТВА ПОВЕРКИ

1.1. При проведении поверки должны выполняться операции и применяться средства, указанные в таблице.

Наименование операции	Номер пункта методики	Средство поверки и его нормативно-техническая характеристика	Обязательность проведения операции при		
			выпуске из производства	ремонте	эксплуатации и хранении
Проверка комплектности дилатометра	3.1		Да	Нет	Нет
Внешний осмотр	3.2		Да	Да	Да
Определение погрешности Δ	3.3	Меры дилатометрические образцовые 3-го разряда типа МТ по ГОСТ 8.158—75	Да	Да	Да

Примечание. Разрешается применение отдельных вновь разработанных или находящихся в эксплуатации средств поверки, прошедших метрологическую аттестацию в установленном порядке.

© Издательство стандартов, 1979

2. УСЛОВИЯ ПОВЕРКИ

2.1. При проведении поверки температура и влажность воздуха в помещении должны соответствовать указанным в НТД поверяемого дилатометра.

2.2. Применяемые образцовые меры (образцы с известной зависимостью ТКЛР от температуры — ГОСТ 8.158—75) по форме и размерам должны быть идентичны образцам, исследуемым на поверяемом дилатометре.

2.3. При проведении поверки последовательность операций при измерениях должна соответствовать указанной в НТД на дилатометр.

3. ПРОВЕДЕНИЕ ПОВЕРКИ

3.1. Проверка комплектности дилатометра

3.1.1. При проверке комплектности дилатометра должно быть установлено ее соответствие комплектности, указанной в технической документации.

3.2. Внешний осмотр

3.2.1. При проведении внешнего осмотра должно быть установлено соответствие дилатометра следующим требованиям:

отсутствие повреждений, влияющих на работу дилатометра;
размещение образцовой меры в дилатометре, а также монтаж схем регулирования и измерения в соответствии с указанным в технической документации на дилатометр.

3.3. Определение погрешности Δ

3.3.1. Случайную и систематическую составляющие погрешности Δ определяют измерением ТКЛР образцовой меры на поверяемом дилатометре; измерения проводят в соответствии с инструкцией по эксплуатации поверяемого дилатометра.

3.3.2. ТКЛР определяют в начале, середине и конце температурного диапазона работы дилатометра пять раз на каждом участке.

3.3.3. В указанных (см. п. 3.3.2) участках температурного диапазона находят средние значения ТКЛР образцовой меры в интервале ΔT , выбранном в соответствии с техническими условиями на поверяемый дилатометр (например, $\Delta T=5, 10, 20$ или 50 К). Каждое из найденных средних значений ТКЛР относят к температуре середины интервала:

$$T_c = T_1 + \frac{\Delta T}{2} . \quad (1)$$

3.3.4. Среднее значение ТКЛР вычисляют по формуле

$$\alpha_t^c = \frac{1}{l_0} \frac{\Delta l_i}{\Delta T} , \quad (2)$$

где l_0 — длина образцовой меры, приведенная в паспорте на меру;
 Δl_i — приращение длины образцовой меры.

3.3.5. Каждое из найденных значений ТКЛР приводят к одному и тому же целочисленному значению температуры T^n в середине выбранного интервала методом линейной интерполяции с помощью значений первых разностей $\Delta\alpha(T)$, приведенных в паспорте на образцовую меру.

3.3.6. Случайную составляющую погрешности $\hat{\Delta}$ вычисляют по формуле

$$\begin{aligned}\hat{\Delta} = t_q \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (\alpha_i^n - \alpha_{cp}^n)^2}{n(n-1)}} &= 2,78 \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^5 (\alpha_i^n - \alpha_{cp}^n)^2}{5 \cdot 4}} = \\ &= 0,62 \sqrt{\sum_{i=1}^5 (\alpha_i^n - \alpha_{cp}^n)^2},\end{aligned}\quad (3)$$

где α_i^n — значение α_i , приведенное к температуре T^n :

$$\alpha_{cp}^n = \frac{1}{5} \sum_{i=1}^5 \alpha_i^n;\quad (4)$$

t_q — коэффициент Стьюдента.

3.3.7. Систематическую составляющую Δ_c погрешности определяют по формуле

$$\Delta_c = |x_0^{cp} - \alpha_{cp}^n|,\quad (5)$$

где α_0^{cp} — среднее значение ТКЛР образцовой меры в интервале измерений (см. п. 3.3.3), вычисляемое по формуле

$$\alpha_0^{cp} = \frac{1}{m-1} \left[\sum_{i=2}^{m-1} \alpha_i^i + \frac{1}{2} (\alpha_0^1 + \alpha_0^m) \right];\quad (6)$$

здесь α_0^1 , α_0^i , α_0^m — значения ТКЛР меры, приведенные в паспорте на нее в интервале измерений; m — число значений α_0^i в этом же интервале.

Формула (6) выведена интегрированием по методу трапеций.

3.3.8. Погрешность Δ поверяемого дилатометра для начала, середины и конца рабочего диапазона температур вычисляют по формуле

$$\Delta = \sqrt{\hat{\Delta}^2 + \Delta_c^2 + \Delta_m^2},\quad (7)$$

где Δ_m — допустимая погрешность образцовой меры, указанная в паспорте.

3.3.9. Погрешность Δ не должна превышать значения, указанного в НТД на поверяемый дилатометр.

3.3.10. Результаты поверки заносят в протокол, форма которого приведена в обязательном приложении I.

3.3.11. Пример расчетов по обработке результатов поверки приведен в обязательных приложениях II и III.

4. ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ

- 4.1. При выпуске дилатометра из производства и после ремонта результаты поверки заносят в паспорт дилатометра.
- 4.2. На дилатометры, удовлетворяющие требованиям настоящей методики, выдают свидетельство установленной формы.
- 4.3. Не допускается выпуск в обращение и применение средств измерений, прошедших поверку с отрицательными результатами.
- 4.4. При отрицательных результатах поверки погашают клеймо и в документ о поверке вносят указание о непригодности поверенных средств измерений.

ПРИЛОЖЕНИЕ 1
(обязательное)

ПРОТОКОЛ

проверки дилатометра типа _____

заводской номер _____

рабочий диапазон температур _____

мера дилатометрическая образцовая № _____ $\Delta_m =$ _____

Диапазон	$\frac{\alpha_0}{\alpha_p}$	T_1, K	T_2, K	$\Delta T, K$	$\alpha_l^{cp} \cdot 10^6, K^{-1}$	T^p, K	$\alpha_l^p \cdot 10^6, K^{-1}$	$\alpha_{cp}^p \cdot 10^6, K^{-1}$	$(\alpha_l^p - \alpha_{cp}^p) \times 10^6, K^{-1}$	$(\alpha_l^p - \alpha_{cp}^p)^2 \times 10^{12}, K^{-2}$	$\frac{0}{\Delta} \cdot 10^6, K^{-1}$	$\alpha_0^p \cdot 10^6, K^{-1}$	$\Delta_c \cdot 10^6, K^{-1}$	$\Delta \cdot 10^6, K^{-1}$	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Начало диапазона	1														
Середина диапазона	2														
Конец диапазона	3														
	4														
	5														
	1														
	2														
	3														
	4														
	5														
	1														
	2														
	3														
	4														
	5														

Пример
расчетов по обработке результатов поверки дилатометра

1. Проведение измерений

1.1. Внести в протокол поверки данные о поверяемом дилатометре и примененной мере.

1.2. Выбрать начало, середину и конец диапазона работы дилатометра. Например, если рабочий диапазон температур 80—300 К (см. приложение III), то выбираем температуры 85 К, 180 К и 280 К.

1.3. Выбрать интервал температур нагрева. Например, $\Delta T \approx 7$ К.

1.4. Охладить образцовую меру до минимальной температуры данного участка. Например, $T_1 = 80,21$ К. Записать значение T_1 в графу 2 протокола поверки.

1.5. Нагреть меру на $\Delta T \approx 7$ К. Когда наступит ее стабилизация, измерить T_2 и результат записать в графу 3 протокола. Например, $T_2 = 87,64$ К.

1.6. Вычислить $\Delta T = T_2 - T_1 = 87,64 - 80,21 = 7,43$ К, результат записать в графу 4.

1.7. Вычислить температуру отнесения по формуле (1) данной методики.

$$T_{\text{отв}} = T_1 + \frac{\Delta T}{2} = 80,21 + \frac{7,43}{2} = 83,92 \text{ К.}$$

Результат записать в графу 5 протокола.

1.8. Записать на отдельном листе значение Δl , измеренное дилатометром, и вычислить $\alpha_i^{\text{ср}}$ по формуле (2) методики. Полученное значение записать в графу 6 протокола. Значение l_0 меры использовать из ее паспорта. Например, расчет дал $\alpha_i^{\text{ср}} = 8,79 \cdot 10^{-6} \text{ К}^{-1}$.

1.9. Повторить последовательность изложенных в пп. 1.4—1.8 операций пять раз подряд, записывая каждый раз данные в соответствующие графы протокола (см. приложение III) в строку «Начало диапазона».

1.10. Нагреть образцовую меру до температуры ~ 180 К.

1.11. Вблизи этой температуры нагреть меру на $\Delta T \approx 7$ К и произвести все операции аналогично пп. 1.4—1.8 (см. приложение III) пять раз подряд. Данные занести в протокол в строку «Середина диапазона».

1.12. Нагреть образцовую меру до температуры ~ 280 К.

1.13. Вблизи этой температуры нагреть меру на $\Delta T \approx 7$ К и повторить все операции аналогично пп. 1.4—1.8 (см. приложение III) пять раз подряд. Данные занести в протокол в строку «Конец диапазона».

2. Определение погрешности

2.1. Найти средние значения температур отнесения для начала, середины и конца рабочего диапазона и выбрать температуры приведения, близкие к этим значениям. Например, для начала диапазона

$$T_{\text{отв}} = \frac{83,92 + 83,75 + 85,13 + 84,86 + 85,84}{5} = 84,7 \text{ К.}$$

Выберем температуру приведения $T_1 = 85$ К. Для середины диапазона $T_2 = 181$ К. Для конца аналогично получим $T_3 = 276$ К. Занесем результаты в графу 7 протокола.

2.2. Вычислить приведенные значения $\alpha_i^{\text{п}}$ для каждого участка диапазона.

2.2.1. Для начала диапазона $T^{\text{п}} = 85$ К; $T_{\text{отв}} = 83,92$ К. Найдем разность $T^{\text{п}} - T_{\text{отв}} = 85 - 83,92 = 1,08$ К. Поскольку разность более 1 К, приведение осуществим в два этапа.

2.2.1.1. Сначала вычислим приведенное значение ТКЛР для $T=84$ К. Из паспорта на образцовую меру найдем разность значений ТКЛР между 84 и 83 К. Она равна $0,115 \cdot 10^{-6}$ К $^{-1}$. Следовательно, поправка приведения $\Delta\alpha' = 0,115 \cdot 10^{-6} - 0,08 = 0,0092 \cdot 10^{-6}$ К $^{-1}$. Тогда значение ТКЛР, приведенное к $T=84$ К, $\alpha' = 8,79 \cdot 10^{-6} + 0,0092 \cdot 10^{-6} \approx 8,80 \cdot 10^{-6}$ К $^{-1}$.

2.2.1.2. Затем определим значение ТКЛР, приведенное к $T^n = 85$ К. Разность значений ТКЛР меры между 85 и 84 К равна $0,113 \cdot 10^{-6}$ К $^{-1}$. Следовательно, $\alpha_1^n = \alpha' + 0,113 \cdot 10^{-6} = 8,80 \cdot 10^{-6} + 0,113 \cdot 10^{-6} \approx 8,91 \cdot 10^{-6}$ К $^{-1}$. Этот результат заносим в графу 8 протокола.

Затем аналогично, тоже в два этапа, установим α_2^n , так как $T^n - T_{\text{отн}} = -85 - 83,75 = 1,25$ К, т. е. тоже более 1 К. Сначала найдем приведенное значение для $T=84$ К, а затем для $T=85$ К.

Приведенное значение для $T=84$ К: $\Delta\alpha'' = 0,115 \cdot 10^{-6} \cdot 0,25 = 0,0287 \cdot 10^{-6}$ К $^{-1}$. $\Delta\alpha' = 8,82 \cdot 10^{-6} + 0,0287 \cdot 10^{-6} = 8,85 \cdot 10^{-6}$ К $^{-1}$. $\alpha_2^n = 8,85 \cdot 10^{-6} + 0,113 \cdot 10^{-6} = 8,96 \cdot 10^{-6}$ К $^{-1}$. Занесем результат в графу 8 протокола. Найдем α_3^n . $T_{\text{отн}} = -85,13$ К. $T^n = 85$ К. Следовательно, $T^n - T_{\text{отн}} = -85 - (-85,13) = 0,13$ К. Найдем разность ТКЛР меры между 86 и 85 К по паспорту меры. Она равна $0,111 \cdot 10^{-6}$ К $^{-1}$. Тогда поправка приведения $\Delta\alpha''' = 0,111 \cdot 10^{-6} \cdot (-0,13) = -0,0144 \cdot 10^{-6}$ К $^{-1}$. Следовательно, приведенное значение $\alpha_3^n = \alpha_3^{\text{cp}} + \Delta\alpha''' = 8,96 \cdot 10^{-6} - 0,0144 \cdot 10^{-6} = 8,94 \cdot 10^{-6}$ К $^{-1}$. Продолжая аналогичные вычисления, получим $\alpha_4^n = 9,08 \cdot 10^{-6}$ К $^{-1}$, $\alpha_5^n = 9,16 \cdot 10^{-6}$ К $^{-1}$. Результаты занесем в графу 8 протокола.

2.2.2. Для середины диапазона $T_{\text{отн}} = 178,84$ К; $T^n = 181$ К; $T^n - T_{\text{отн}} = 181 - 178,84 = 2,16$ К. Поскольку разность более 2 К, приведение проведем в три этапа.

Вначале приведем к температуре 179 К. По паспорту меры найдем разность значений ТКЛР между 179 и 178 К. Она равна $0,028 \cdot 10^{-6}$ К $^{-1}$. Следовательно, значение ТКЛР, приведенное к $T=179$ К, составляет $\alpha' = \Delta\alpha' + \alpha_1^{\text{cp}} = 0,028 \cdot 10^{-6} \cdot 0,16 + 14,66 \cdot 10^{-6} \approx 14,66 \cdot 10^{-6}$ К $^{-1}$.

Затем последовательно приведем ТКЛР к температурам 180 и 181 К. Из паспорта на меру возьмем разность ТКЛР между 180 и 179 К и между 181 и 180 К. Она равна соответственно $\Delta\alpha' = 0,027 \cdot 10^{-6}$ К $^{-1}$ и $\Delta\alpha'' = 0,027 \cdot 10^{-6}$ К $^{-1}$. Следовательно $\alpha_1^n = \alpha' + \Delta\alpha' + \Delta\alpha'' = 14,66 \cdot 10^{-6} + 0,027 \cdot 10^{-6} + 0,027 \cdot 10^{-6} = 14,71 \cdot 10^{-6}$ К $^{-1}$. Результат занесем в графу 8 протокола. Далее, $T_{\text{отн}} = 180,02$ К; $T^n = 181$ К; $T^n - T_{\text{отн}} = 181 - 180,02 = 0,98$ К.

Следовательно, $\Delta\alpha_2 = 0,027 \cdot 10^{-6} \cdot 0,98 = 0,0265 \cdot 10^{-6}$ К $^{-1}$. Значит $\alpha_2^n = \alpha_2^{\text{cp}} + \Delta\alpha_2 = 14,82 \cdot 10^{-6} + 0,0265 \cdot 10^{-6} \approx 14,85 \cdot 10^{-6}$ К $^{-1}$. Занесем результат в графу 8 протокола. Проведя аналогичные вычисления, найдем $\alpha_3^n = 14,88 \cdot 10^{-6}$ К $^{-1}$; $\alpha_4^n = 14,82 \cdot 10^{-6}$ К $^{-1}$; $\alpha_5^n = 14,80 \cdot 10^{-6}$ К $^{-1}$. Результаты занесем в графу 8 протокола.

2.2.3. Для конца диапазона проведем аналогичные вычисления; если разность между T^n и $T_{\text{отн}}$ превышает 1 К, то приведение осуществляем в два этапа, если превышает 2 К, то в три этапа и т. д.

Для конца диапазона получим $\alpha_1^n = 16,63 \cdot 10^{-6}$ К $^{-1}$; $\alpha_2^n = 16,54 \cdot 10^{-6}$ К $^{-1}$; $\alpha_3^n = 16,53 \cdot 10^{-6}$ К $^{-1}$; $\alpha_4^n = 16,51 \cdot 10^{-6}$ К $^{-1}$; $\alpha_5^n = 16,47 \cdot 10^{-6}$ К $^{-1}$. Занесем результаты в графу 8 протокола.

2.3. Значение α_{cp}^n для каждого участка диапазона вычислим по формуле (4) методики. Результаты запишем в графе 9 протокола.

2.4. Вычислим последовательно разности $\alpha_i^n - \alpha_{\text{cp}}^n$ и $(\alpha_i^n - \alpha_{\text{cp}}^n)^2$ для каждого участка диапазона. Результаты занесем в графы 10 и 11.

2.5. Определим случайную составляющую погрешности $\bar{\Delta}$ для каждого участка диапазона по формуле (3) методики. Результаты занесем в графу 12 протокола.

2.6. Вычислим α_0^{cp} для каждого участка диапазона по формуле (6) методики. Данные возьмем из паспорта меры. Для начала диапазона самая низкая температура в интервале $\Delta T - T_1$ составляет 80,21 К, самая высокая $T_2 - 89,21$ К. Из паспорта выпишем все значения ТКЛР меры, лежащие между 80 и 89 К через 1 К. Всего значений 10.

По формуле (6) методики определим

$$\alpha_0^{cp} = \frac{1}{10-1} \left[\sum_{i=2}^9 \alpha_{0i} + \frac{\alpha_{01} + \alpha_{010}}{2} \right] = \frac{1}{9} [71,3 \cdot 10^{-6} K^{-1} + \\ + \frac{8,388 \cdot 10^{-6} K^{-1} + 9,407 \cdot 10^{-6} K^{-1}}{2}] \approx 8,91 \cdot 10^{-6} K^{-1}.$$

(суммируем значения от α_{02} при $T=81$ К до α_{09} при $T=88$ К).

Для середины диапазона самая низкая температура в интервале $\Delta T - T_1$ равна 174,51 К, самая высокая $T_2 - 187,13$ К. Из паспорта выпишем все значения ТКЛР меры, лежащие между 174 и 187 К. Всего значений 14. По формуле (6) методики определим

$$\alpha_0^{cp} = \frac{1}{14-1} \left[\sum_{i=2}^{13} \alpha_{0i} + \frac{\alpha_{01} + \alpha_{014}}{2} \right] = \frac{1}{13} [176,65 \cdot 10^{-6} K^{-1} + \\ + \frac{14,540 \cdot 10^{-6} K^{-1} + 14,890 \cdot 10^{-6} K^{-1}}{2}] \approx 14,72 \cdot 10^{-6} K^{-1}$$

(суммируем значения от α_{02} при $T=175$ К до α_{013} при $T=186$ К). Аналогичные вычисления для конца диапазона дают $\alpha_0^{cp} = 16,44 \cdot 10^{-6} K^{-1}$. Результаты запишем в графу 13 протокола.

2.7. Вычислим систематическую составляющую Δ_c по формуле (5) методики. Результаты запишем в графу 14 протокола.

2.8. Вычислим погрешность Δ для начала, середины и конца рабочего диапазона поверяемого дилатометра по формуле (7) методики. Результаты запишем в графу 15 протокола.

Например, для начала диапазона

$$\Delta = \sqrt{\Delta_c^2 + \Delta_m^2} = \sqrt{(0,131)^2 \cdot 10^{-12} + (0,10)^2 \cdot 10^{-12} + \\ + (0,06)^2 \cdot 10^{-12}} = 10^{-6} \sqrt{0,017161 + 0,01 + 0,0036} = \\ = 10^{-6} \sqrt{0,030761} \approx 0,175 \cdot 10^{-6} K^{-1}.$$

Значение Δ_m возьмем из паспорта на меру.

ПРИЛОЖЕНИЕ III
(обязательное)

Пример заполнения протокола поверки

ПРОТОКОЛ

проверки дилатометра типа ДНК-4В

Заводской номер 034

Рабочий диапазон температур 80–300 К

Мера дилатометрическая образцовая № 21

$$\Delta_M = 0,06 \cdot 10^{-6} \text{ K}^{-1}$$

Диапазон	№ п/п	T_1 , К	T_2 , К	ΔT , К	T_c , К	$\alpha_t^{cp} \cdot 10^6$, K^{-1}	T^π , К	$\alpha_t^\pi \cdot 10^6$, K^{-1}	$\alpha_{cp}^\pi \cdot 10^6$, K^{-1}	$(\alpha_t^\pi - \alpha_{cp}^\pi) \times$ $\times 10^6, \text{K}^{-1}$	$(\alpha_t^\pi - \alpha_{cp}^\pi)^2 \times$ $\times 10^{12}, \text{K}^{-2}$	$\Delta \cdot 10^6$, K^{-1}	$\alpha_0^{cp} \cdot 10^6$, K^{-1}	$\Delta_c \cdot 10^6$, K^{-1}	$\Delta \cdot 10^6$, K^{-1}
Начало диапазона	1	80,21	87,64	7,43	83,92	8,79		8,91		-0,10	0,0100				
	2	80,48	87,03	6,65	83,75	8,82	85	8,96		-0,05	0,0025				
	3	81,32	88,95	7,63	85,13	8,96		8,94	9,01	-0,07	0,0049	0,131	8,91	0,10	0,175
	4	81,33	88,39	7,06	84,86	9,07		9,08		+0,07	0,0049				
	5	82,47	89,21	6,74	85,84	9,25		9,16		+0,15	0,0225				
Середина диапазона	1	175,32	182,36	7,04	178,84	14,66		14,71		-0,12	0,0144				
	2	176,53	183,51	6,98	180,02	14,82		14,85		+0,02	0,0002				
	3	174,51	181,83	7,32	178,17	14,80	181	14,88	14,83	+0,05	0,0025	0,092	14,72	0,11	0,155
	4	178,83	185,99	7,16	182,41	14,86		14,82		-0,01	0,0001				
	5	179,99	187,13	7,14	183,56	14,87		14,90		+0,07	0,0049				
Конец диапазона	1	270,28	277,60	7,32	273,94	16,60		16,63		+0,09	0,0081				
	2	273,63	281,13	7,50	277,38	16,56		16,54		0	0				
	3	271,61	278,57	6,96	275,09	16,52	276	16,53	16,54	-0,01	0,0001	0,073	16,44	0,10	0,137
	4	271,28	278,34	7,06	274,81	16,49		16,51		-0,03	0,0009				
	5	275,68	282,80	7,12	279,24	16,52		16,47		-0,07	0,0049				

МЕТОДИКА

**проверки рабочих средств измерений температурных коэффициентов
линейного расширения твердых тел**

МИ 153—78

Редактор Э. А. Абрамова

Технический редактор О. Н. Никитина

Корректор Г. В. Бобкова

Сдано в набор 17.07.78 Подп. в печ. 04.10.78 Формат 60×90 Бумага типографская №2. Гарнитура
литературная. Печать высокая 0,75 усл. л. л. 0,70 уч.-изд. л. Тираж 3000 Зак. 2318 Цена 5 коп.
Изд. № 5634/4

Ордена «Знак Почета» Издательство стандартов, Москва, Д-557, Новопресненский пер., 3
Калужская типография стандартов, ул. Московская, 256.