

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования

«Курганский государственный университет»

Кафедра математики и физики

Методические указания по выполнению
лабораторных работ

ОПРЕДЕЛЕНИЕ КОЭФФИЦИЕНТА ЛИНЕЙНОГО РАСШИРЕНИЯ
ТВЕРДЫХ ТЕЛ

Методические указания по выполнению
лабораторных работ

Кафедра: «Математики и физики»

Дисциплина: «Физика»

Составили: доцент Т. В. Дензанова,
старший преподаватель Л. Н. Никифорова,
старший преподаватель И. А. Пешкова.

Утверждены на заседании кафедры «31» августа 2026 г.

Печатается в соответствии с планом издания, утвержденным советом
университета «17» декабря 2025 г.

.

Цель работы: Изучение физической природы теплового расширения, экспериментальное определение коэффициента расширения стали, алюминия, стекла в интервале температур от 20 до 300 °С.

Краткие теоретические сведения.

Большинство твердых тел при нагревании увеличивают свои размеры. Суть физических явлений, происходящих при нагревании тел, рассмотрена в рамках молекулярно-кинетической теории в п. 35.1 работы № 35.

Увеличение линейных размеров твердых тел при нагревании называется линейным расширением. Характеристикой линейного расширения тел является коэффициент линейного расширения α .

Истинным коэффициентом линейного расширения твердого тела называется физическая величина, численно равная относительному удлинению линейных размеров тела при изменении температуры на один градус Цельсия.

В соответствии с определением

$$\alpha = \frac{d\lambda}{\lambda} \cdot \frac{1}{dt}, \quad (1)$$

на практике используют среднее значение коэффициента линейного расширения

$$\alpha = \frac{1}{\lambda} \cdot \frac{\Delta\lambda}{\Delta t}. \quad (2)$$

Связь между линейными размерами твердого тела при некоторой температуре t и линейными размерами этого тела при 0° С. обычно выражается формулой

$$\lambda_t = \lambda_0(1 + \alpha t). \quad (3)$$

Так как коэффициент линейного расширения не является постоянной величиной, то формула (3) справедлива в пределах относительно небольшого интервала температур. При больших разностях температур более точной является формула

$$\lambda_t = \lambda_0(1 + \alpha_1 t + \alpha_2 t^2). \quad (4)$$

При низких температурах для большинства чистых веществ, в частности для чистых металлов, применяется соотношение

$$\lambda_2 - \lambda_1 = A(T_2^k - T_1^k), \quad (5)$$

где λ_1 и λ_2 – длины тела при абсолютных температурах T_1 и T_2 , A и k – некоторые константы для данного вещества.

Экспериментальная установка

Экспериментальная установка включает в себя нагревательную печь 1 типа ПРТТ, в ее горячей зоне располагается термопара 2 из хромеля и копеля, служащая для измерения температуры нагревателя. Термопара подключается к потенциометру 3 типа КВП1-503.

Исследуемый стержень 4 вместе с термопарой вставляется в пробирку 6, которая устанавливается в канале нагревателя. На верхний конец стержня устанавливается ножка индикатора 5 типа ИЧ, с помощью которого регистрируется удлинение стержня в процессе его нагревания.



Рисунок 1 – Установка для измерения коэффициента линейного расширения

Порядок выполнения

1. Отвести кронштейн индикатора в сторону. Вставить внутрь пробирки исследуемый стержень так, чтобы углубление на одном из его концов оказалось сверху. Ослабить винт в кронштейне, фиксирующий индикатор, повернуть кронштейн к стержню и вставить упор индикатора в углубление на стержне. Установить

- стержень и ножку индикатора вертикально, закрепить винтом кронштейн. Слегка придавить индикатор так, чтобы его указатель повернулся на 2-3 оборота, после чего закрепить индикатор винтом. Вращая шкалу индикатора, установите его стрелку точно против нулевого деления.
- 2 Конец термопары разместить в центре пробирки. Включить потенциометр в сеть напряжением 220 В. Прогреть прибор 5-10 минут, проверить правильность его показаний (прибор в начальный момент показывает температуру в лаборатории).
 - 3 Включить в сеть напряжением 220 Вольт печь. Записать в рабочую тетрадь удлинение стержня по индикатору при температурах 50°C , 100° включительно.
 - 4 Выключить печь, записать уменьшение длины стержня в процессе его охлаждения при тех же самых температурах.
 - 5 Ослабив фиксирующие винты, отвести индикатор в сторону, вытащить стержень, на его место вставить новый. Найти удлинение стержня, произведя операции, перечисленные в пп. 1–4. Затем провести такие же измерения для третьего стержня.
 - 6 Измерить штангенциркулем длину стержней при комнатной температуре λ_k . Для всех стержней по формуле $\alpha = \frac{\lambda_{t+50} - \lambda_t}{\lambda_k \cdot 50}$ вычислить приближенное значение коэффициентов линейного расширения для каждой пары соседних температур. Построить графики зависимостей α от $t^{\circ}\text{C}$ трех веществ.
 - 7 Оценить погрешность измерения. Сопоставить полученные значения с табличными данными. Сформулируйте основные итоги выполненной работы.

Лабораторная работа

Изучение расширения твердых тел (виртуальная работа)

Цель работы: экспериментально определить коэффициенты линейного расширения твердых тел: стали, алюминия, стекла, бронзы.

Приборы и принадлежности: виртуальный стенд

Ход работы

- 1 Ознакомиться с экспериментальной установкой и подготовить ее к

работе. Виртуальная интерактивная установка «Изучение расширения твердых тел» (рисунок 2).



Рисунок 2 – Виртуальная интерактивная установка
«Изучение расширения твердых тел»

- 2 Установить параметры тока в электрической цепи U .
- 3 Стеклопаяная пробирка на 1/2 объема заполнена водой комнатной температуры. Установить температуру воды в пробирке t_0 .
- 4 Установить начальную длину образца l_0 . Результаты занести в таблицу.
- 5 Выбрать материал исследуемого образца: стекло, бронза, сталь, алюминий. Опустить его в пробирку.
- 6 Включить питание кнопкой «Пуск». Довести воду до кипения S . Увеличение длины образца определяется по отклонению стрелки $t = 100^\circ\text{C}$. Δ индикатора малых перемещений в момент закипания воды
- 7 Для продолжения работы и проведения опытов с другими образцами необходимо отключить питание прибора кнопкой «Сброс».
- 8 Аналогично провести измерения для трех оставшихся образцов. Результаты занести в таблицу.
- 9 Провести поочередно измерения для каждого образца не менее трех раз.
- 10 Произвести расчет численного значения коэффициента линейного расширения и определить погрешность измерений α .
- 11 Рассчитать погрешности измерения

1	2	3	4	5	
Испытуемый образец	№ опыта	Начальная длина l_0 , м	Начальная температура $t_0, ^\circ\text{C}$	Показания индикатора при	
				$t_0, ^\circ\text{C}$	$t, 100^\circ\text{C}$
	1				
	2				
	3				

6	7	8	9	10	11
Δl , м	$\alpha, 1/\text{K}$	$\alpha_p, 1/\text{K}$	Табличное $\alpha, 1/\text{K}$	$\Delta \alpha, 1/\text{K}$	ε , %

12 Сформулировать выводы.

Контрольные вопросы

- 1 Дайте определение коэффициента линейного расширения.
- 2 Как объяснить тепловое расширение на основе молекулярно-кинетической теории?
- 3 Почему в формуле для расчета коэффициента линейного расширения вместо длины тела при 0°C используется длина стержня при комнатной температуре?
- 4 В каких единицах измеряется коэффициент линейного расширения?
- 5 Как рассчитать длину стержня λ_1 при некоторой температуре t_1 , если известна длина стержня при температуре $t_2 \neq 0^\circ\text{C}$?

Дензанова Татьяна Викторовна
Никифорова Лидия Николаевна
Пешкова Ирина Александровна

ОПРЕДЕЛЕНИЕ КОЭФФИЦИЕНТА ЛИНЕЙНОГО РАСШИРЕНИЯ ТВЕРДЫХ ТЕЛ

Методические указания по выполнению
лабораторных работ

Редактор Н. М. Быкова

Подписано в печать 01.10.26	Формат 60x84 1/16
Печать цифровая	Усл. печ. л. 0,5
Заказ 47	Тираж 25

Бумага 80 г/м ²
Уч.-изд. л. 0,5
Не для продажи

БИЦ Курганского государственного университета.
640020, г. Курган, ул. Советская, 63/4.
Курганский государственный университет.