

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ
ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования

«Курганский государственный университет»

Кафедра математики и физики

Исследование зависимости сопротивления металла от температуры

Методические указания по выполнению
лабораторных работ

Курган 2026

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.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТЕМПЕРАТУРНОГО КОЭФФИЦИЕНТА СОПРОТИВЛЕНИЯ МЕТАЛЛОВ

Цель работы: определить среднее значение температурного коэффициента сопротивления металлов.

Приборы и принадлежности: прибор для определения температурного коэффициента сопротивления, чашка с сухим горючим, авометр (мультиметр), термометр технический, комплект проводов.

КРАТКАЯ ТЕОРИЯ

Характеристикой проводящих свойств материала проводника является удельное сопротивление, т. е. сопротивление проводника, имеющего поперечное сечение, равное единице площади, и длину, равную единице длины. Если проводник с удельным сопротивлением ρ имеет по всей длине l одинаковое сечение S , то его сопротивление может быть подсчитано по формуле

$$R = \rho \frac{l}{S}. \quad (1)$$

Удельное сопротивление проводника зависит в общем случае от многих факторов: температуры, механических деформаций, напряженности магнитного поля, в которое помещен проводник, и т. п. Эти зависимости широко используются в измерительной технике и автоматике.

Зависимость сопротивления от температуры в общем виде может быть выражена многочленом

$$R_{t_i} = R_{t_0} [1 + \alpha(t_i - t_0) + \beta(t_i - t_0)^2 + \dots] \quad (2)$$

Где α и β — средние значения температурных коэффициентов определяемых опытным путем, R_{t_0} и R_{t_i} — сопротивления при начальной (t_0) и конечной (t_i) температурах. В небольших интервалах изменения температур часто бывает достаточным при расчете ограничиться двумя членами ряда формулы (2). В этом случае формула для определения сопротивления имеет вид:

$$R_{t_i} = R_{t_0} [1 + \alpha(t_i - t_0)]. \quad (3)$$

Значения α не являются постоянными и изменяются с изменением температуры, однако в некоторых температурных интервалах этот коэффициент можно характеризовать средним значением температурного коэффициента.

Применяемый в работе прибор (рисунок 1) для определения температурного коэффициента меди состоит из катушки 1. Катушка представляет собой картонный каркас 2, на который намотан медный провод с лаковой изоляцией. Концы провода выведены к зажимам 3, установленным на пластмассовой колодке 4. В этой колодке закреплена стеклянная пробирка, в которую вставлен каркас катушки. Сверху в колодке имеется отверстие 5 для термометра, измеряющего температуру катушки. Прибор помещают в сосуд с водой. В сосуде имеется электрическая спираль с выведенным наверх клеммами. Подсоединив электрическую спираль к источнику тока, нагревают воду в сосуде, периодически считывая показания термометра и измеряя омметром сопротивление катушки.

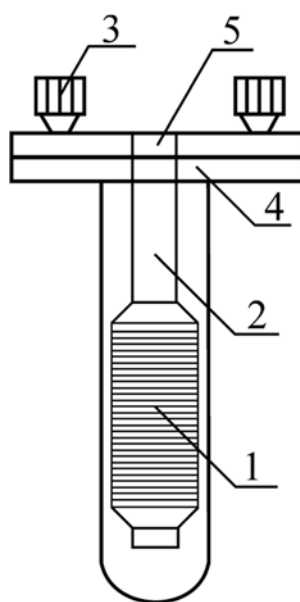


Рисунок 1 – схема прибора для определения температурного коэффициента

ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЕ РАБОТЫ

- 1 Подготовьте в тетради таблицу для записи результатов измерений и вычислений.
- 2 Залейте в сосуд воду на $\frac{2}{3}$ высоты сосуда. **Внимание:** заливая воду в сосуд, примите меры к тому, чтобы вода не попала внутрь пробирки.
- 3 Вставьте в пробирку термометр.
- 4 Выждав некоторое время, пока выровняются температура воды и катушки прибора, запишите показания термометра t_0 .
- 5 Измерьте мультиметром сопротивление R_t катушки результаты запишите в таблицу.
- 6 Подключите спираль к источнику тока и установите напряжение **не более 24 В.**

- 7 Следите за повышением температуры катушки. Когда температура катушки окажется скратной10, т.е. $t_i=30,40,50\ldots^{\circ}\text{C}$ измерьте сопротивление катушки. Результаты измерений запишите в таблицу

Таблица1 – Расчет температурного коэффициента металлов

№ п/п	$t_0, ^{\circ}\text{C}$	$R_{t_0}, \text{Ом}$	$t_i, ^{\circ}\text{C}$	$R_{t_i}, \text{Ом}$	$\alpha, \text{град}^{-1}$	$\alpha, \text{град}^{-1}$

- 8 Используя результаты первого опыта и трех последующих (t_i, R_i), вычислите для каждого опыта значение температурного коэффициента сопротивления по формуле:

$$\alpha = \frac{R_{t_i} - R_{t_0}}{R_{t_i} \cdot \Delta t},$$

которая выведена из зависимости (3).

- 9 Найдите среднее значение температурного коэффициента сопротивления α

10 Начертите график зависимости R от температуры t (в масштабе).

11 Повторить эксперимент для других металлов.

Определите с помощью справочника металлы.

(смотрим таблицу №3).

Виртуальная интерактивная установка ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТЕМПЕРАТУРНОГО КОЭФФИЦИЕНТА СОПРОТИВЛЕНИЯ МЕТАЛЛОВ

Цель работы: определить среднее значение температурного коэффициента сопротивления меди.

Приборы и принадлежности: прибор для определения температурного коэффициента сопротивления меди, авометр (мультиметр), термометр технический, комплект проводов, виртуальная интерактивная установка «Определение температурного коэффициента сопротивления металлов».



Рисунок 2 – Виртуальная интерактивная установка

КРАТКАЯ ТЕОРИЯ

Зависимость сопротивления от температуры в общем виде может быть выражена многочленом

$$R_{t_i} = R_{t_0} [1 + \alpha(t_i - t_0) + \beta(t_i - t_0)^2 + \dots], \quad (2)$$

где α и β – средние значения температурных коэффициентов, определяемых опытным путем, R_{t_0} и R_{t_i} – сопротивления при начальной (t_0) и конечной (t_i) температурах. В небольших интервалах изменения температур часто бывает достаточным при расчете ограничиться двумя членами ряда формулы (2). В этом случае формула для определения сопротивления имеет вид:

$$R_{t_i} = R_{t_0} [1 + \alpha(t_i - t_0)] \quad (3)$$

Значения α не являются постоянными и изменяются с изменением температуры, однако в некоторых температурных интервалах этот коэффициент можно характеризовать средним значением температурного коэффициента.

ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЕ РАБОТЫ

1 Подготовьте в тетради таблицу для записи результатов измерений и вычислений.

Таблица2 - Расчет температурного коэффициента металлов

Металл №	t_0, C°	$R_{t_0}, \text{Ом}$	t_i, C°	$R_{t_i}, \text{Ом}$	$\alpha,$ град^{-1}	$\bar{\alpha},$ град^{-1}

2 Выберите номер материала катушки.

3 Установите объем жидкости в сосуде (необязательно).

4 Выждав некоторое время, пока выровняются температура воды и катушки прибора, запишите показания термометра t_0 .

5 Измерьте мультиметром сопротивление катушки R_{t_0} и запишите результаты в таблицу.

6 Поместите топливо на весы, а затем в чашу под сосудом. Нажмите кнопку «Пуск» для розжига топлива.

7 Следите за повышением температуры катушки. Когда температура катушки окажется кратной 10, т. е. $t_i=30, 40, 50 \text{ C}^\circ$ измерьте сопротивление катушки. Результаты измерений запишите в таблицу.

8 Используя результаты первого опыта и четырех последующих (t_i, R_i), вычислите для каждого опыта значение температурного коэффициента сопротивления меди по формуле:

$$\alpha = \frac{R_{t_i} - R_{t_0}}{R_{t_i} \cdot \Delta t},$$

которая выведена из зависимости (3).

9 Найдите среднее значение температурного коэффициента сопротивления меди $\bar{\alpha}$.

10 Начертите график зависимости R от температуры t (в масштабе).

11 Сделайте вывод по выполненной работе

Контрольные вопросы

- 1 Что называется температурным коэффициентом сопротивления?
- 2 Удельная проводимость проводника. Физический смысл, единицы измерения, от чего она зависит?
- 3 Какова зависимость удельного сопротивления проводника от температуры? Чем характеризуется эта зависимость?
- 4 Температурный коэффициент сопротивления. Что он характеризует, от чего он зависит. В каких единицах измеряется?
- 5 Зависит ли сопротивление проводника от температуры? Если зависит, то какова эта зависимость? Объяснить физический смысл этого явления.
- 6 Как изменится сопротивление проводника с повышением температуры и почему? Математическое и графическое изображение этой зависимости.
- 7 Сравнить зависимость изменения сопротивления металлических проводников и электролитов от температуры. Объяснить физику явлений, порождающих эту зависимость.
- 8 Описать последовательность действий определения температурной зависимости сопротивления в ходе выполнения лабораторной работы.

Металл	Удельное сопротивление ρ , Ом·мм ² /м	Температурный коэффициент сопротивления α , K ⁻¹
Алюминий	0,028	0,0049
Вольфрам	0,055	0,0045
Медь	0,0175	0,0039
Никель	0,100	0,0050
Олово	0,115	0,0042
Ртуть	0,958	0,0009
Серебро	0,016	0,0036

Таблица 3 - Удельное сопротивление металлов

Дензанова Татьяна Викторовна
Никифорова Лидия Николаевна
Пешкова Ирина Александровна

Исследование зависимости сопротивления металла от температуры

Методические указания по выполнению
лабораторных работ

Редактор Н. М. Быкова

Подписано в печать 01.10.26 Формат 60x84 1/16

Печать цифровая

Заказ 45

Усл. печ. л. 0,75

Тираж 25

Бумага 80г/м²

Уч.-изд. л. 0,75

Не для продажи

БИЦ Курганского государственного университета.

640020, г. Курган, ул. Советская, 63/4.

Курганский государственный университет.