

# ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МЕТОДА НАИМЕНЬШИХ КВАДРАТОВ ДЛЯ ОБРАБОТКИ РЕЗУЛЬТАТОВ ФИЗИЧЕСКИХ ИЗМЕРЕНИЙ

**Макейкин А.В.**

ГУО «Лицей ВГУ имени П.М. Машерова»

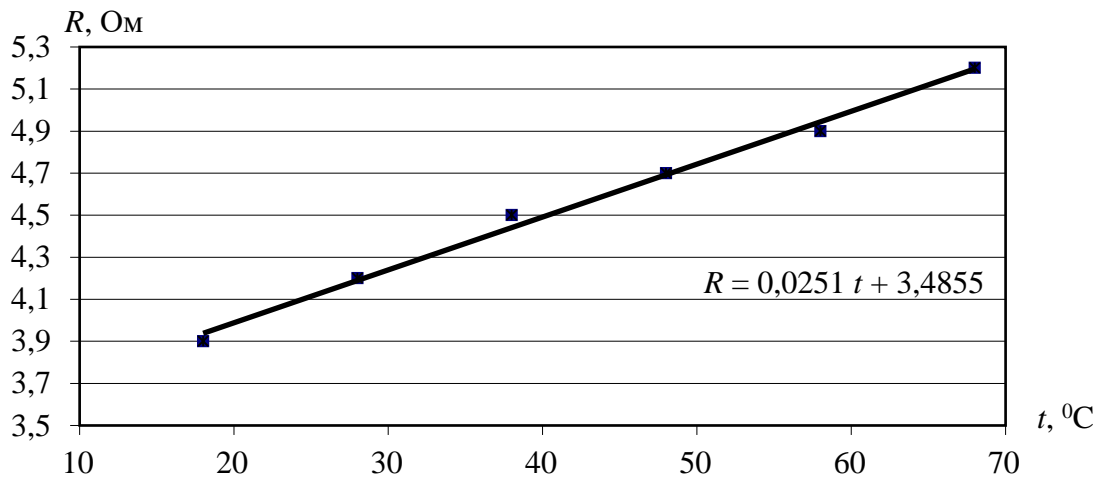
Руководитель: Пышненко О.В., учитель физики

**Введение.** Одной из главных задач обработки результатов измерений физических величин, полученных в результате эксперимента, является нахождение их аналитической зависимости. Если результаты совместных измерений имеют линейную зависимость, то одним из мощных методов нахождения такой зависимости является метод наименьших квадратов. В частности, на основании этого метода можно провести линейную аппроксимацию экспериментальных результатов с использованием различных компьютерных приложений. Поэтому, в настоящей работе была поставлена цель – изучить теоретические основы метода наименьших квадратов и научиться его использованию на примере обработки реальных экспериментальных данных.

**Материал и методы.** В качестве материалов для исследования использовалась учебно-методическая литература по методу наименьших квадратов [1]; учебно-методическая литература и учебное оборудование для проведения лабораторной работы «Изучение зависимости сопротивления металлов от температуры»; программа MS Excel. Методы исследования – аналитические, экспериментальные, численные.

**Результаты и их обсуждение.** Для обработки экспериментальных данных с использованием метода наименьших квадратов нам было необходимо использовать экспериментальные данные, полученные в результате измерения некоторой линейной зависимости физических величин. Для их получения было проведено исследование зависимости сопротивления металлической проволоки от температуры с использованием лабораторной установки, применяемой на кафедре инженерной физики в учебном процессе. В данной работе вольфрамовая нить помещается в стеклянный сосуд, который помещается в металлический сосуд, заполненный водой, и нагреваемый на электрической плитке.

Сопротивление вольфрамовой проволоки измерялось с помощью универсального мультиметра. Температура изменялась в пределах от 18°C до 68°C с шагом 10°C. Полученные результаты представлены на графике зависимости сопротивления металла от температуры (рисунок).



**Рисунок - График зависимости сопротивления металла от температуры**

Жирными маркерами на рисунке обозначены точки, соответствующие экспериментальным результатам. Теоретически известно, что данная зависимость должна иметь линейный вид, что и наблюдается по графику. Для дальнейшей проверки собственных расчетов с использованием метода наименьших квадратов также была проведена линейная аппроксимация и построена линия тренда с помощью внутреннего инструмента программы MS Excel. На рисунке приведен явный вид аналитической зависимости сопротивления металла от температуры, приводимый программой

$$R = 0,0251 t + 3,4855.$$

В дальнейшем, были проведены собственные вычисления характеристик линейной зависимости с использованием метода наименьших квадратов:

углового коэффициента по формуле

$$k = \frac{\langle tR \rangle - \langle t \rangle \langle R \rangle}{\langle t^2 \rangle - \langle t \rangle^2};$$

свободного коэффициента по формуле

$$b = \langle R \rangle - k \langle t \rangle.$$

Численные значения коэффициентов:  $k = 0,025143 \frac{\text{Ом}}{\text{°C}}$ ;  $b = 3,385524 \text{ Ом}$

с высокой степенью точности совпадают с коэффициентами аналитической зависимости, полученной с использованием программы MS Excel и подтверждают тот факт, что аппроксимация линейной зависимости в программе MS Excel как раз и проводится с использованием метода наименьших квадратов.

Теоретическая зависимость сопротивления металлов от температуры линейна и описывается выражением

$$R = R_0(1 + \alpha t) = R_0 + R_0 \alpha t,$$

где  $R_0$  – сопротивление металла при  $t = 0^\circ\text{C}$ ;  $\alpha$  – температурный коэффициент сопротивления металла. Сравнивая эту теоретическую зависимость с полученными нами значениями углового и свободного коэффициентов с использованием метода наименьших квадратов, можно сделать вывод, что значение свободного коэффициента  $b$  – это и есть значение  $R_0$ , а значение углового коэффициента  $k$

совпадает с произведением  $R_0\alpha$ . Т.е.,  $k = R_0\alpha$ . Откуда можно вычислить значение температурного коэффициента сопротивления металла

$$\alpha = \frac{k}{R_0} = 0,0072 \frac{1}{^\circ\text{C}}$$

**Заключение.** Таким образом, в результате проведенной работы был изучен и практически освоен метод наименьших квадратов, используемый для обработки экспериментальных результатов совместных физических измерений при их линейной зависимости. Проведенные собственные измерения зависимости сопротивления металла от температуры и их обработка с использованием метода наименьших квадратов позволили нам определить такие параметры металла, как его сопротивление при нуле градусов Цельсия и температурный коэффициент сопротивления металла. Полученные знания, умения и навыки могут быть использованы в дальнейшем при проведении различных физических экспериментов, в частности, при обработке результатов выполнения заданий экспериментального тура олимпиады по физике.

1. Светозаров, В.В. Основы статистической обработки результатов измерений: учеб. пособие / В.В. Светозаров. – М.: Изд. МИФИ, 2005. – 40 с.