
Группа	<u>Р3115</u>	К работе допущен	<u></u>
Студент	<u>Конаныхина А.А.</u>	Работа выполнена	<u></u>
Преподаватель	<u>Боярский К.К.</u>	Отчет принят	<u></u>

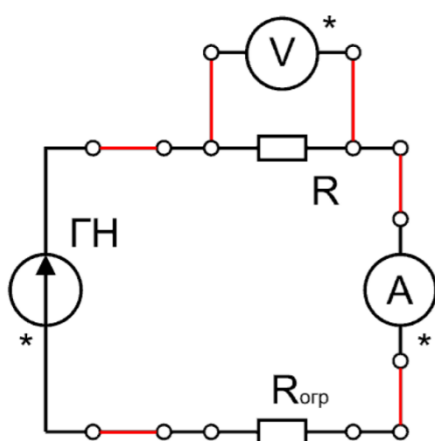
Рабочий протокол и отчет по лабораторной работе №3.05

**«Температурная зависимость электрического
сопротивления металла и полупроводника»**

Цель работы:

Получить зависимость электрического сопротивления металлического и полупроводникового образцов. Вычислить температурный коэффициент сопротивления металла и ширину запрещенной зоны полупроводника.

Схема установки:



1. Вольтметр
2. Амперметр
3. Дополнительный резистор номиналом $R_{огр} = 680 \text{ Ом}$
4. Полупроводниковый/металлический резистор
5. Генератор напряжения

Измерительные приборы:

№ п/п	Наименование	Используемый диапазон	Погрешность прибора
1	Вольтметр	От 0 В до 2 В	0,001 В
2	Амперметр	От 1000 мкА до 1500 мкА	1 мкА
3	Регулятор температуры	От 290 К до 392 К	1 К

Исходные данные:

Постоянная Больцмана (физическая константа):

$$k = 1,380649 \cdot 10^{-23} \text{ Дж/К} = 8,61733 \cdot 10^{-5} \text{ эВ/К}$$

Результаты прямых измерений:

После получения экспериментальных значений для обоих образцов необходимо найти сопротивление, для это применим формулу:

$$R = \frac{U}{I}$$

Тогда получим следующие значения, для 1 образца (полупроводника): см. Таблица 1.

Для второго образца (проводника): см. Таблица 2.

Расчет результатов косвенных измерений:

Для 1 образца необходимо найти ширину запретной зоны, для этого найдем её для пар значений 1-7, 2-8...6-12. Сделаем это по формуле:

$$E_{gij} = 2k \frac{T_i * T_j}{T_j - T_i} \ln \left(\frac{R_i}{R_j} \right)$$

Найдем среднее по формуле:

$$x_{cp} = \frac{\sum_{i=1}^6 x_i}{6}$$

Интервалы	E_g , Дж	E_g , эВ
1-7	$1,0007 * 10^{-19}$	0,6246
2-8	$1,1484 * 10^{-19}$	0,7168
3-9	$1,1754 * 10^{-19}$	0,7336
4-10	$1,1589 * 10^{-19}$	0,7233
5-11	$1,1652 * 10^{-19}$	0,7272
6-12	$1,1706 * 10^{-19}$	0,7306

Тогда средние значения:

$$E_{gcp} = 1,14 * 10^{-19} \text{ Дж}$$

$$E_{gcp} = 0,7094 \text{ эВ}$$

Для второго эксперимента таким же способом найдём значение α – температурного коэффициента сопротивления. Найдём его по формуле:

$$\alpha_{ij} = \frac{R_i - R_j}{R_j t_i - R_i t_j}$$

Интервалы	α
1-7	0,00397
2-8	0,00387
3-9	0,00386
4-10	0,00381
5-11	0,00385
6-12	0,00387

$$\text{Тогда } \alpha_{cp} = 0,00387$$

Расчет погрешностей:

Так как мы работаем с набором значений, то погрешность будем оценивать как для многократно повторяющихся измерений. Найдём СКО по формуле:

$$S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^6 (x_i - x_{cp})^2}{6 * 5}}$$

Умножим на коэффициент Стьюдента, который для 6 измерений равен 2,57. Получим:

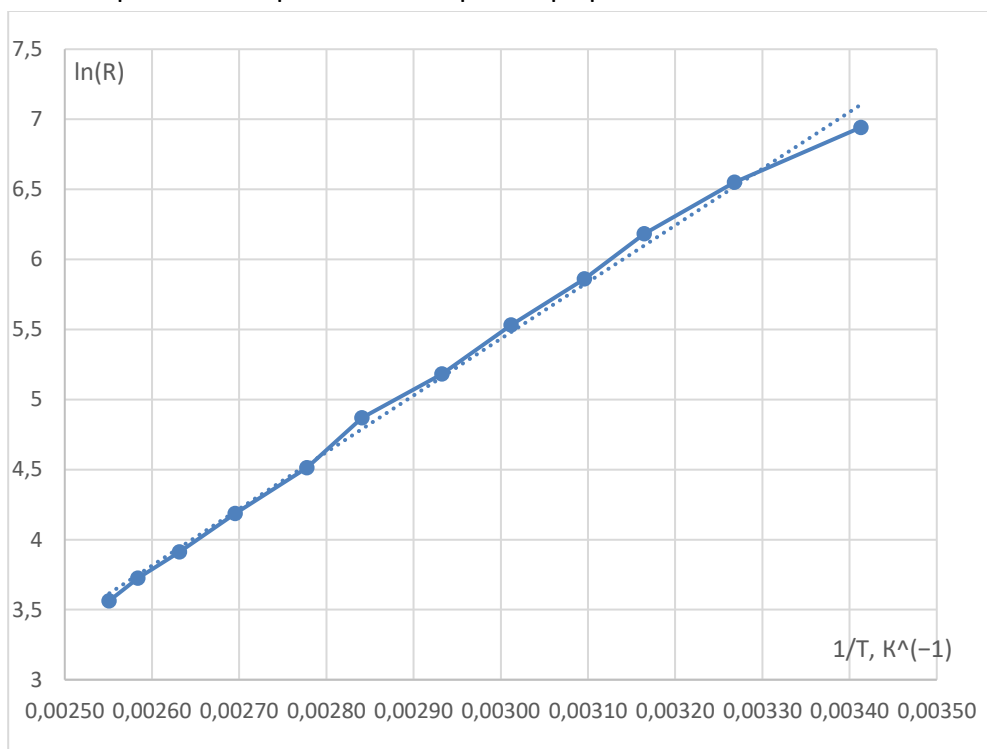
$$\Delta E_g = 0,04401 \text{ эВ}$$

$$\Delta E_g = 7,0515 * 10^{-21} \text{ Дж}$$

$$\Delta \alpha = 0,5343 * 10^{-4} (1/K)$$

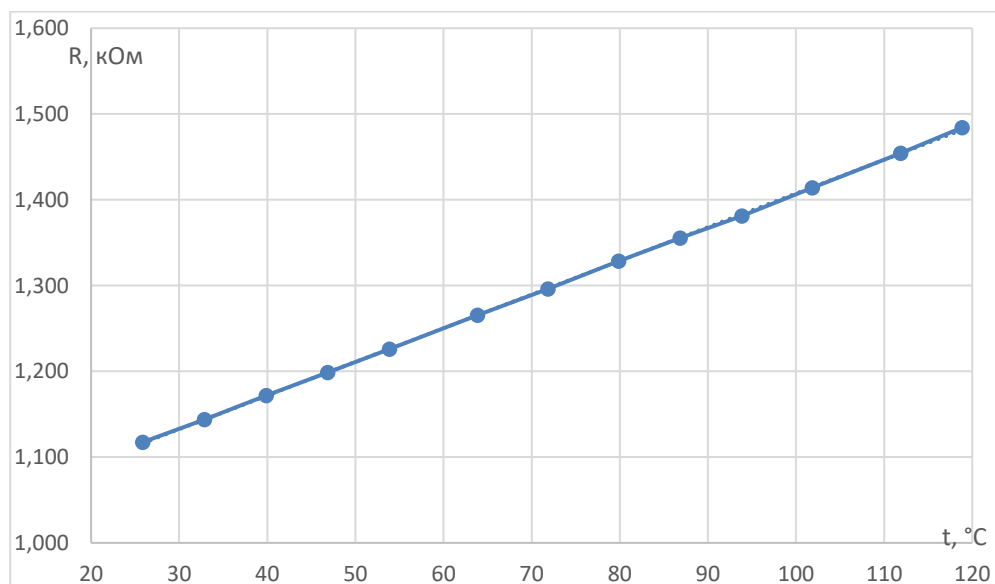
Графики:

По результатам первого эксперимента построим график:



Данный график имеет линейную зависимость. Большие отклонения происходили из-за быстрого охлаждения полупроводника за время, за которое необходимо было внести в таблицу экспериментальные данные.

Также построим график зависимостей для второго эксперимента:



Данный график также имеет линейную зависимость, что подтверждает теорию.

Результаты:

В ходе выполнения лабораторной работы были получены следующие значения:

Значение температурного коэффициента сопротивления (для металла):

$$\alpha = (38,7 \pm 0,5) * 10^{-4} (1/K)$$

По данным разных таблиц в данный диапазон входит несколько металлов: медь, серебро, платина. С большей вероятностью данный металл – медь.

Ширина запрещённой зоны для полупроводника:

$$E_g = (7,1 \pm 0,4) * 10^{-1} \text{ эВ}$$

$$E_g = (11,3 \pm 0,7) * 10^{-20} \text{ Дж}$$

Данному диапазону соответствует один полупроводник: германий.

Вывод:

В ходе эксперимента была подтверждена теория о том, что сопротивление прямо пропорционально температуре, для полупроводников данная зависимость - логарифмическая (подтверждается тем, что полученные графики имеют линейный вид).