

Группа М3205

К работе допущен _____

Студент Рафиков Рафаэль Ильдарович

Работа выполнена _____

Преподаватель Хуснутдинова Наира
Рустемовна

Отчет принят _____

Рабочий протокол и отчет по лабораторной работе № 3.05

Температурная зависимость электрического сопротивления металла и полупроводника

1. Цель работы.

1. Получить зависимость электрического сопротивления металлического и полупроводникового образцов в диапазоне температур от комнатной до 75 °C.
2. По результатам п.1 вычислить температурный коэффициент сопротивления металла и ширину запрещенной зоны полупроводника.

2. Задачи, решаемые при выполнении работы.

1. Измерение силы тока и напряжения полупроводника при нагреве.
2. Измерение силы тока и напряжения полупроводника при разморозке.
3. Вычисление температурного коэффициента металла
4. Вычисление ширины запрещённой зоны проводника.

3. Объект исследования.

Полупроводник и металл.

4. Метод экспериментального исследования.

Проведение повторяющихся измерений

5. Рабочие формулы и исходные данные.

Закон Ома для участка цепи

$$R = U/I.$$

Зависимость сопротивления металла от температуры

$$\begin{cases} R_i = R_0(1 + \alpha \cdot t_i) \\ R_j = R_0(1 + \alpha \cdot t_j) \end{cases}$$

Формула для нахождения температурного коэффициента

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

Формула для нахождения ширины запрещённой зоны

$$E_{gij} = 2k \frac{\ln R_i - \ln R_j}{\frac{1}{T_i} - \frac{1}{T_j}} = 2k \frac{T_i T_j}{T_j - T_i} \ln \left(\frac{R_i}{R_j} \right).$$

6. Измерительные приборы.

Наименование средства измерения	Предел измерений	Цена деления	Класс точности	Погрешность
Амперметр	1353 мкА	1 мкА	-	0,5 мкА
Вольтметр	1,971 В	1 мВ		0,5 мВ
Термометр	355 К	1 К		0,5 К

7. Схема установки.

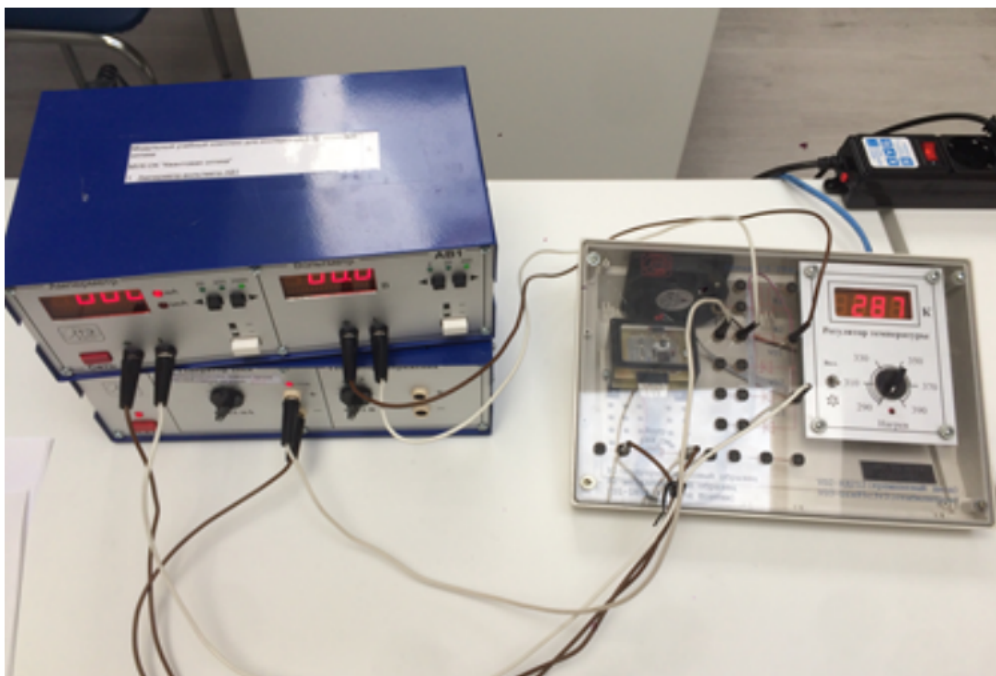


Рис. 2. Общий вид лабораторной установки

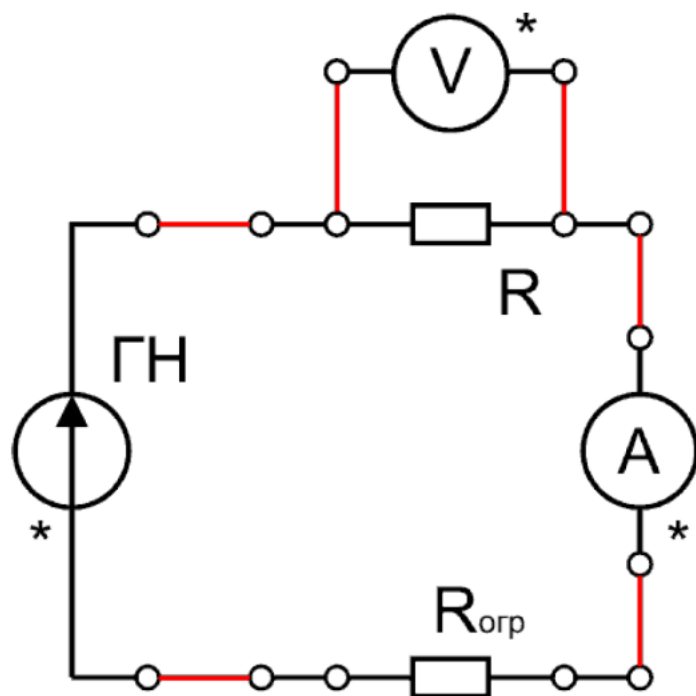


Рис. 3. Принципиальная электрическая схема установки

8. Результаты прямых измерений и их обработки.

Задание 1.

Таблица 1: Полупроводниковый образец

№	T, K	$I, \mu A$	U, B	R, Ω	$\ln R$	$10^3/T$
1	299,00	1166,00	0,26	225,557	5,419	3,344
2	304,00	1205,00	0,16	134,440	4,901	3,289
3	307,00	1235,00	0,14	114,980	4,745	3,257
4	312,00	1265,00	0,12	93,281	4,536	3,205
5	317,00	1289,00	0,10	79,131	4,371	3,155
6	322,00	1311,00	0,09	66,362	4,195	3,106
7	327,00	1331,00	0,08	56,349	4,032	3,058
8	332,00	1344,00	0,07	49,107	3,894	3,012
9	337,00	1356,00	0,06	41,298	3,721	2,967
10	341,00	1364,00	0,05	35,924	3,581	2,933
11	346,00	1380,00	0,04	26,812	3,289	2,890

Задание 2.

Таблица 2: Металлический образец

№	T, K	$I, \mu A$	U, B	$R, k\Omega$	$t, ^\circ C$
1	349,00	1194,00	>2		
2	346,00	1300,00	1,95	1,50077	72,85
3	343,00	1320,00	1,93	1,46439	69,85
4	338,00	1336,00	1,92	1,43713	64,85
5	333,00	1348,00	1,91	1,41988	59,85
6	328,00	1362,00	1,90	1,39721	54,85
7	323,00	1376,00	1,89	1,37500	49,85
8	318,00	1393,00	1,88	1,34889	44,85
9	312,00	1410,00	1,87	1,32270	38,85
10	307,00	1423,00	1,86	1,30358	33,85
11	302,00	1442,00	1,84	1,27670	28,85
12	298,00	1452,00	1,83	1,26102	24,85

9. Расчет результатов косвенных измерений и их погрешностей.

Задание №1

№	$E, (10^{-19}) \cdot Дж$	$\langle E \rangle, (10^{-19}) \cdot Дж$
1	1,414169	1,0833
2	1,037782	
3	0,957751	
4	0,946256	
5	0,982159	
6	1,161711	

$\Delta E, (10^{-19}) \cdot Дж$

0,189128

№	$E, эВ$	$\langle E \rangle, эВ$
1	0,882654	0,6761
2	0,647732	
3	0,597781	
4	0,590607	
5	0,613015	
6	0,725083	

$\Delta E, эВ$

0,118044

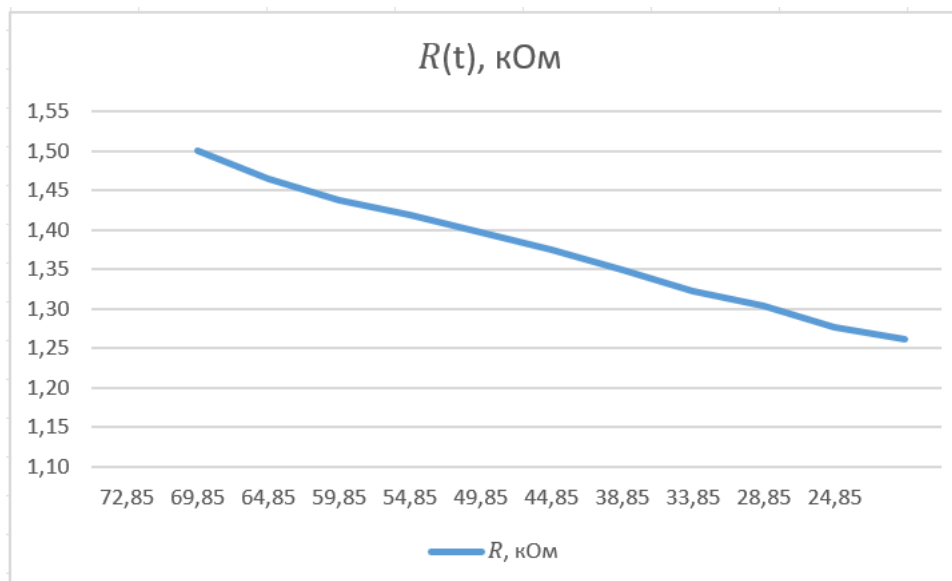
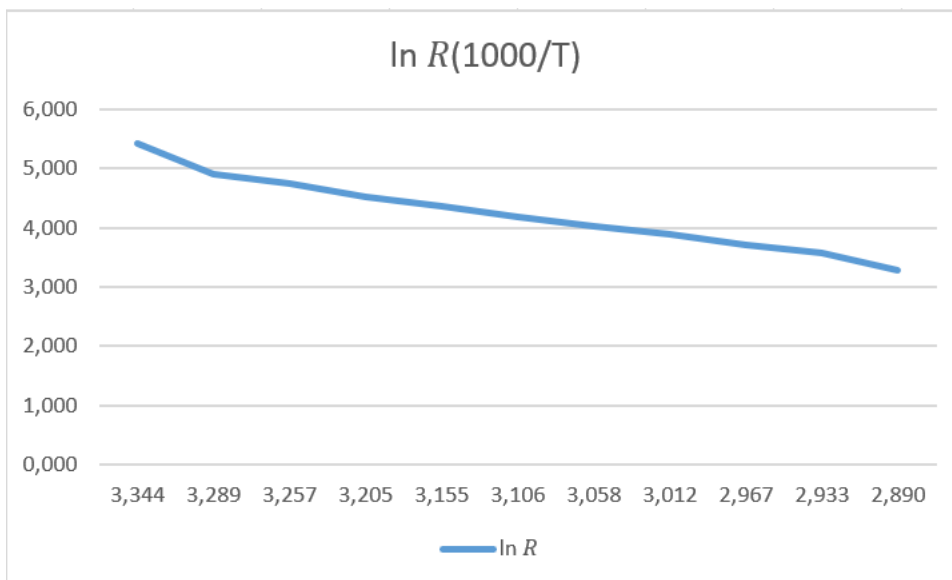
Задание №2

№	a	<a>
1	0,004960	0,0041
2	0,004047	
3	0,003821	
4	0,003882	
5	0,004055	
6	0,003972	

Δa

0,000441

10. Графики.



11. Окончательные результаты.

Материал	Запрещенная зона		Граничная длина волны, мкм	Постоянная решетки a_0 , нм	Эффективные массы	
	Энергия, эВ	Тип**			$\frac{m_e}{m_{e0}}$	$\frac{m_h}{m_{e0}}$
Ge	0,66	I	1,88	0,5657	0,22	0,30
Si	1,11	I	1,15	0,5431	0,97	0,50
AlP	2,45	I	0,52	0,5451	—	0,70
AlAs	2,16	I	0,57	0,5661	0,15	0,79
AlSb	1,58	I	0,75	0,6135	0,12	0,98
GaP	2,26	I	0,55	0,5451	0,82	0,60
GaAs	1,42	D	0,87	0,5653	0,07	0,48
Gasb	0,73	D	1,70	0,6096	0,04	0,44
InP	1,35	D	0,92	0,5870	0,08	0,64
InAs	0,36	D	3,50	0,6058	0,02	0,40
InSb	0,17	D	7,30	0,6479	0,014	0,40

$\langle E \rangle = 0,6761$, эВ

Наиболее приближенный материал – германий

Температурный коэффициент сопротивления α вещества при температуре 20°C, °C ⁻¹			
Алюминий	0,004	Платина	0,004
Вольфрам	0,005	Ртуть	0,0009
Латунь	0,001	Свинец	0,004
Манганин	0,00003	Серебро	0,004
Медь	0,043	Сталь	0,006
Никелин	0,0001	Цинк	0,004
Нихром	0,0001		

$\langle \alpha \rangle = 0,0041$, °C⁻¹

Наиболее приближенный материал – Алюминий

12. Выводы и анализ результатов работы.

1. Получили зависимость электрического сопротивления металла и полупроводника в диапазоне температур от комнатной до 72 градусов Цельсия.
2. Зависимость сопротивления от температуры у металла является линейной.
3. Также линейной является зависимость натурального логарифма сопротивления от обратной температуры полупроводника.
4. Вычислили температурный коэффициент сопротивления металла и ширину запрещенной зоны полупроводника.
5. И определили какими материалами являются металл и полупроводник.