

Группа РЗ122

К работе допущен Рябин

Студент Громов Александр Сергеевич

Работа выполнена Рябин

Преподаватель Крылов Василий Александрович

Отчет принят Рябин

## Рабочий протокол и отчет по лабораторной работе №3.05

Температурная зависимость электрического  
сопротивления металла и полупроводника.

1. Цель работы. 1. Получить зав-ть Эл. сопр-я металлического и полупроводникового образцов в диапазоне темп-р от комнатной до 100°C
2. по рез-ам п.1 выст-ть температурный коэф-т сопр-я металла и ширину запрещ. зоны полупроводника
2. Задачи, решаемые при выполнении работы. Запрещ. зону полупроводника измерение температур, силы тока и напряжения 2х образцов расчет сопротивления, вычисление коэф-та температурного коэф-та и ширины запрещенной зоны
3. Объект исследования.

металл и полупроводник

4. Метод экспериментального исследования.

статический

5. Рабочие формулы и исходные данные.

$$R = \frac{U}{I} \quad \Delta R = \frac{R_i - R_j}{R_j t_i - R_i t_j}$$

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

6. Измерительные приборы:

- 1) Вольтметр
- 2) Амперметр

## 7. Схема установки.

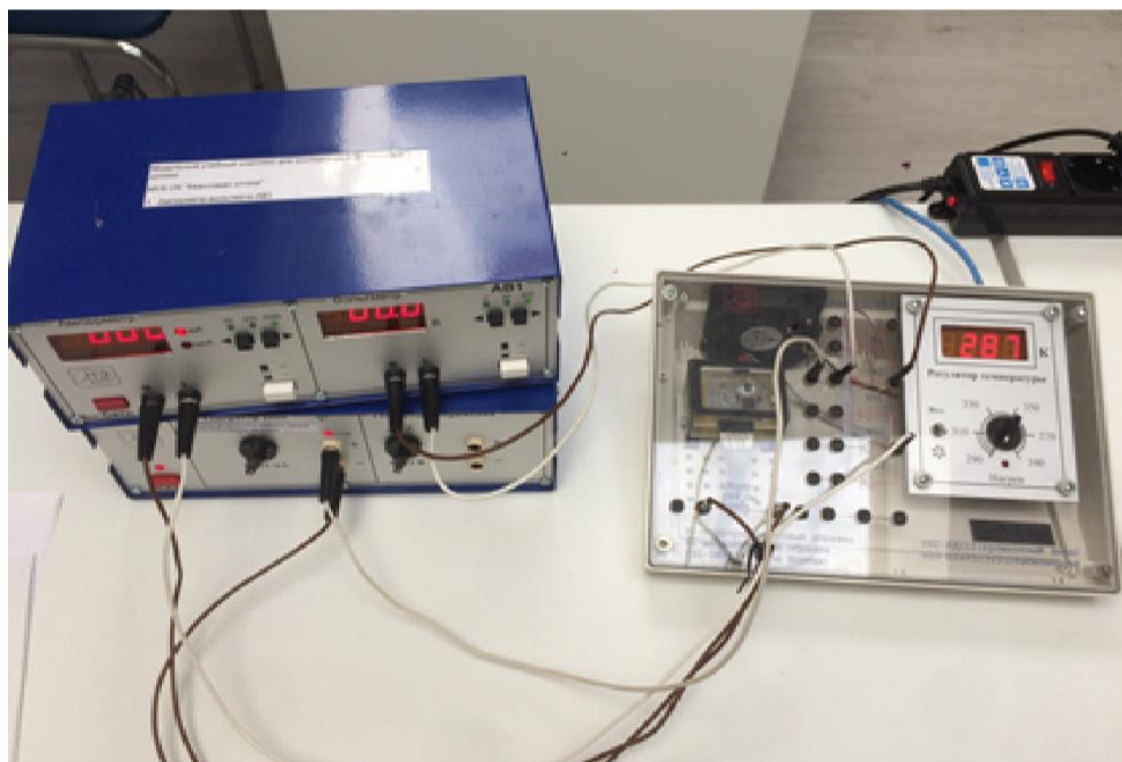


Рис. 2. Общий вид лабораторной установки

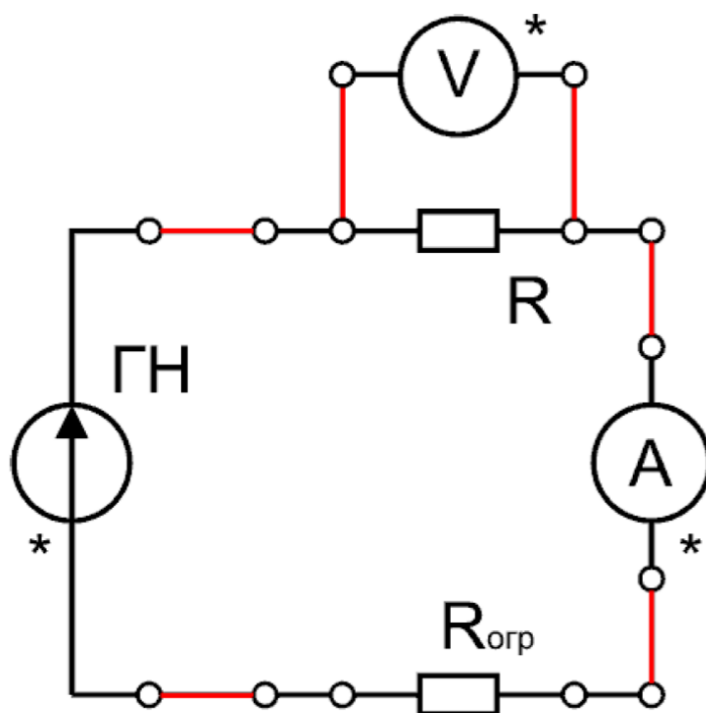


Рис. 3. Принципиальная электрическая схема установки

Таблица 1: Металлический образец

№	T, K	I, мкА	U, В	R, кОм	t, °C
1	292	932	1,043	1,119	19
2	302	912	1,061	1,163	29
3	312	892	1,076	1,206	39
4	322	872	1,092	1,252	49
5	333	853	1,107	1,298	60
6	342	837	1,119	1,327	69
7	352	820	1,132	1,380	79
8	362	805	1,144	1,421	89
9	375	784	1,160	1,480	102
10	386	769	1,172	1,524	113
...					
...					
...					
...					

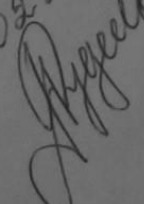

18.02.20  




Таблица 2: Полупроводниковый образец

№	$T, K$	$I, \mu A$	$U, B$	$R, \Omega$	$\ln R$	$\frac{10^3}{T}, \frac{1}{K}$
1	292	1120	0,240	214,3	5,368	3,425
2	300	1212	0,180	148,5	5,000	3,333
3	311	1292	0,122	94,4	4,548	3,215
4	320	1332	0,094	70,57	4,257	3,125
5	330	1370	0,067	48,91	3,890	3,030
6	<del>342</del> <sup>337</sup>	1390	0,055	39,57	3,678	2,967
7	343	1405	0,045	32,03	3,467	2,915
8	351	1422	0,034	23,91	3,174	2,849
9	360	1435	0,027	18,82	2,935	2,778
10	367	1443	0,021	14,55	2,678	2,725
11	374	1457	0,018	12,41	2,518	2,674
...	<del>388</del>					
...						
...						

19.02.20  


$$\textcircled{4} \quad \Delta_{i-j} = \frac{R_i - R_j}{R_j \cdot t_i - R_i \cdot t_j}$$

$$\Delta_{1-6} = \frac{1,337 - 1,119}{1,119 \cdot 89 - 1,337 \cdot 19} \approx 0,00421 \text{ K}^{-1}$$

$$\Delta_{2-7} = \frac{1,380 - 1,163}{1,163 \cdot 79 - 1,380 \cdot 29} \approx 0,00418 \text{ K}^{-1}$$

$$\Delta_{3-8} = \frac{1,421 - 1,206}{1,206 \cdot 89 - 1,421 \cdot 39} \approx 0,00420 \text{ K}^{-1}$$

$$\Delta_{4-9} = \frac{1,480 - 1,252}{1,252 \cdot 102 - 1,480 \cdot 49} \approx 0,00404 \text{ K}^{-1}$$

$$\Delta_{5-10} = \frac{1,524 - 1,298}{1,298 \cdot 113 - 1,524 \cdot 60} \approx 0,00417 \text{ K}^{-1}$$

$$\bar{\Delta} = \frac{\sum \Delta_i}{N} = 10^{-5} \cdot \frac{421 + 418 + 420 + 404 + 417}{5} \approx 0,00416 \text{ K}^{-1}$$

$$S_{\bar{\Delta}} = \sqrt{\frac{\sum (\bar{\Delta} - \Delta_i)^2}{N(N-1)}} = 10^{-5} \sqrt{\frac{(416-421)^2 + (416-418)^2 + (416-420)^2 + (416-404)^2 + (416-417)^2}{5 \cdot 4}}$$

$$= 10^{-5} \sqrt{\frac{5^2 + 2^2 + 4^2 + 12^2 + 1^2}{20}} \approx 3,1 \cdot 10^{-5} \text{ K}^{-1}$$

$$\Delta \Delta = t_{\Delta, N} \cdot S_{\bar{\Delta}} = 2,78 \cdot 3,1 \cdot 10^{-5} \approx 9 \cdot 10^{-5} \text{ K}^{-1}$$

$n=0,95$   
 $N=5$

$$\Delta \Delta = \frac{\Delta \Delta}{\bar{\Delta}} \cdot 100\% = \frac{9 \cdot 10^{-5}}{0,00416} \cdot 100\% \approx 2,2\%$$

$$\Delta = (416 \pm 9) \cdot 10^{-5} \text{ K}^{-1}$$

$$\epsilon_{\Delta} = \frac{\Delta \Delta}{\Delta} \cdot 100\% = \frac{9}{416} \cdot 100\% \approx 2,2\%$$

(2)

$$E_{g-i-j} = 2k \frac{T_i T_j}{T_i - T_j} \ln\left(\frac{R_i}{R_j}\right)$$

$$E_{1-7} = 2 \cdot 1,38 \cdot 10^{-23} \cdot \frac{343 \cdot 292}{343 - 292} \cdot \ln\left(\frac{214,3}{32,03}\right) \approx 10,3 \cdot 10^{-20} \text{ Am}$$

$$E_{2-8} = 2 \cdot 1,38 \cdot 10^{-23} \cdot \frac{351 \cdot 300}{351 - 300} \ln\left(\frac{148,5}{23,91}\right) \approx 10,4 \cdot 10^{-20} \text{ Am}$$

$$E_{3-9} = 2 \cdot 1,38 \cdot 10^{-23} \cdot \frac{360 \cdot 311}{360 - 311} \ln\left(\frac{94,4}{18,82}\right) \approx 10,2 \cdot 10^{-20} \text{ Am}$$

$$E_{4-10} = 2 \cdot 1,38 \cdot 10^{-23} \cdot \frac{367 \cdot 320}{367 - 320} \ln\left(\frac{70,57}{14,55}\right) \approx 10,9 \cdot 10^{-20} \text{ Am}$$

$$E_{5-11} = 2 \cdot 1,38 \cdot 10^{-23} \cdot \frac{330 \cdot 374}{374 - 330} \ln\left(\frac{48,91}{12,41}\right) \approx 10,6 \cdot 10^{-20} \text{ Am}$$

$$\bar{E} = \frac{\sum E_i}{N} = 10^{-20} \cdot \frac{10,3 + 10,4 + 10,2 + 10,9 + 10,6}{5} = 10,48 \cdot 10^{-20} \text{ Am}$$

$$S_{\bar{E}} = \sqrt{\frac{\sum (\bar{E} - E_i)^2}{N(N-1)}} = 10^{-20} \cdot \sqrt{\frac{(10,48 - 10,3)^2 + (10,48 - 10,4)^2 + (10,48 - 10,2)^2}{4 \cdot 5}}$$

$$\frac{(10,48 - 10,9)^2 + (10,48 - 10,6)^2}{20} = 10^{-20} \sqrt{\frac{0,18^2 + 0,08^2 + 0,28^2 + 0,12^2 + 0,12^2}{20}}$$

$$\approx 0,124 \cdot 10^{-20} \text{ Am}$$

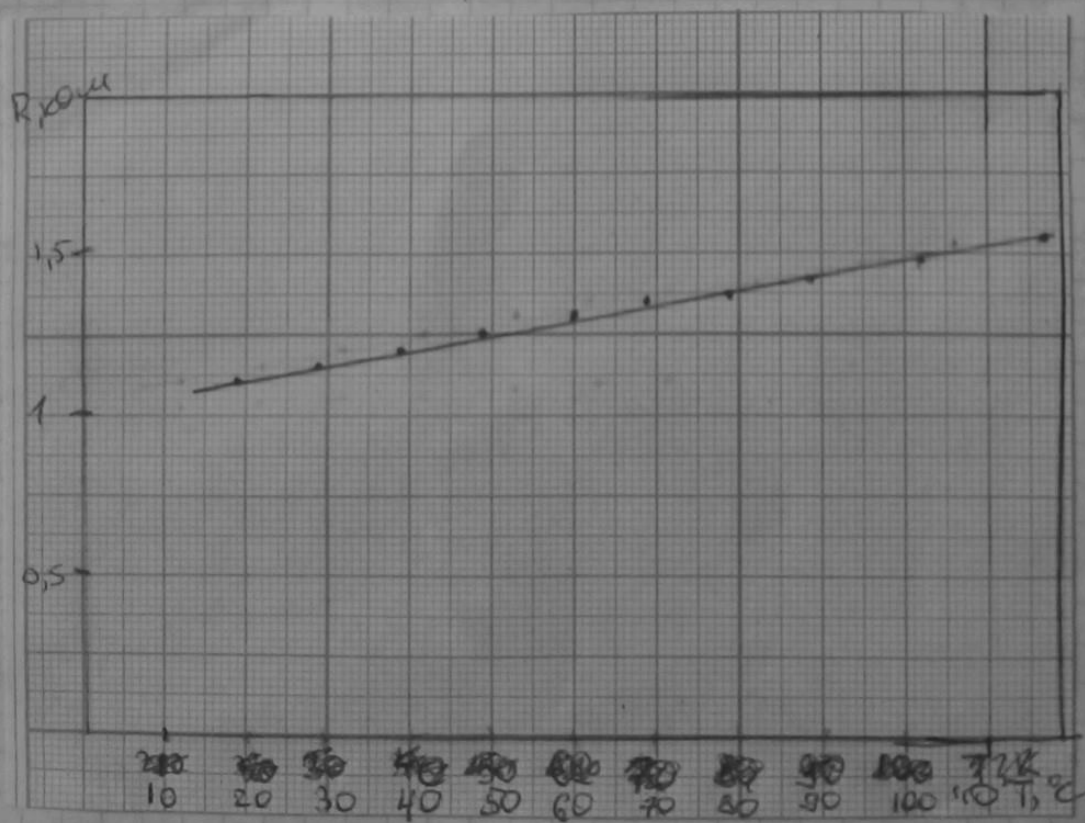
$$\Delta E = S_{\bar{E}} \cdot t_k = 0,124 \cdot 10^{-20} \cdot 2,78 \approx 0,34 \cdot 10^{-20} \text{ Am} = 3,4 \cdot 10^{-21} \text{ Am}$$

$k=0,95$   
 $N=5$

$$E = 10,48 \pm 0,34 \cdot 10^{-20} \text{ Am} = (654 \pm 21) \cdot 10^{-3} \text{ dB}$$

$$\xi_E = \frac{\Delta E}{\bar{E}} \cdot 100\% = \frac{0,34}{10,48} \cdot 100\% \approx 3,2\%$$





## 7. Окончательные результаты.

$$E = (10,48 \pm 0,34) \cdot 10^{-20} \text{ Дж} = (654 \pm 21) \cdot 10^{-3} \text{ эВ}$$

$$\xi_E = 3,2\%$$

$$\alpha = (416 \pm 9) \cdot 10^{-5} \text{ К}^{-1}$$

$$\xi_\alpha = 2,2\%$$

По значениям температурного коэффициента и ширине запрещенной зоны полупроводника можно определить материал металла и полупроводника: алюминий и германий соответственно

## 8. Выводы и анализ результатов работы.

По полученным в ходе измерений и вычислений значениям электрического сопротивления и температуры металлического проводника и полупроводника, а также по характеру графиков этих зависимостей, можно сделать вывод о том, что сопротивление металла линейно возрастает с повышением температуры, а логарифм сопротивления полупроводника линейно возрастает при уменьшении температуры.