

Группа _____ 2.1.1

К работе допущен

Студент _____ Батманов Д. Е.

Работа выполнена

Преподаватель _____ Горбенко
А.П.

Отчет принят

Рабочий протокол и отчет по лабораторной работе № 3.5

Цель работы.

Получить зависимость электрического сопротивления металлического и полупроводникового образцов в диапазоне температур от комнатной до 75 С.

Объект исследования.

Учебная лабораторная установка.

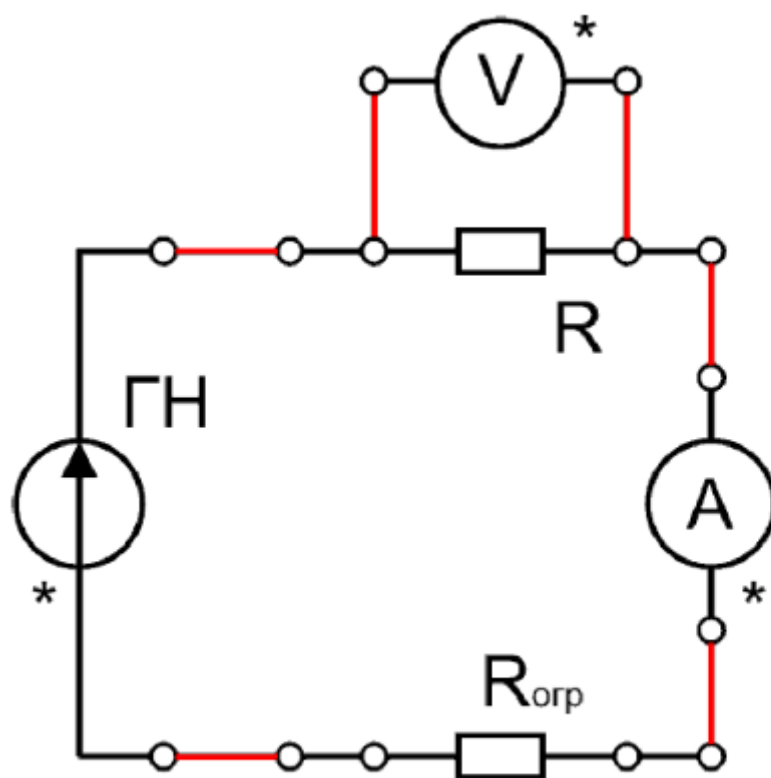
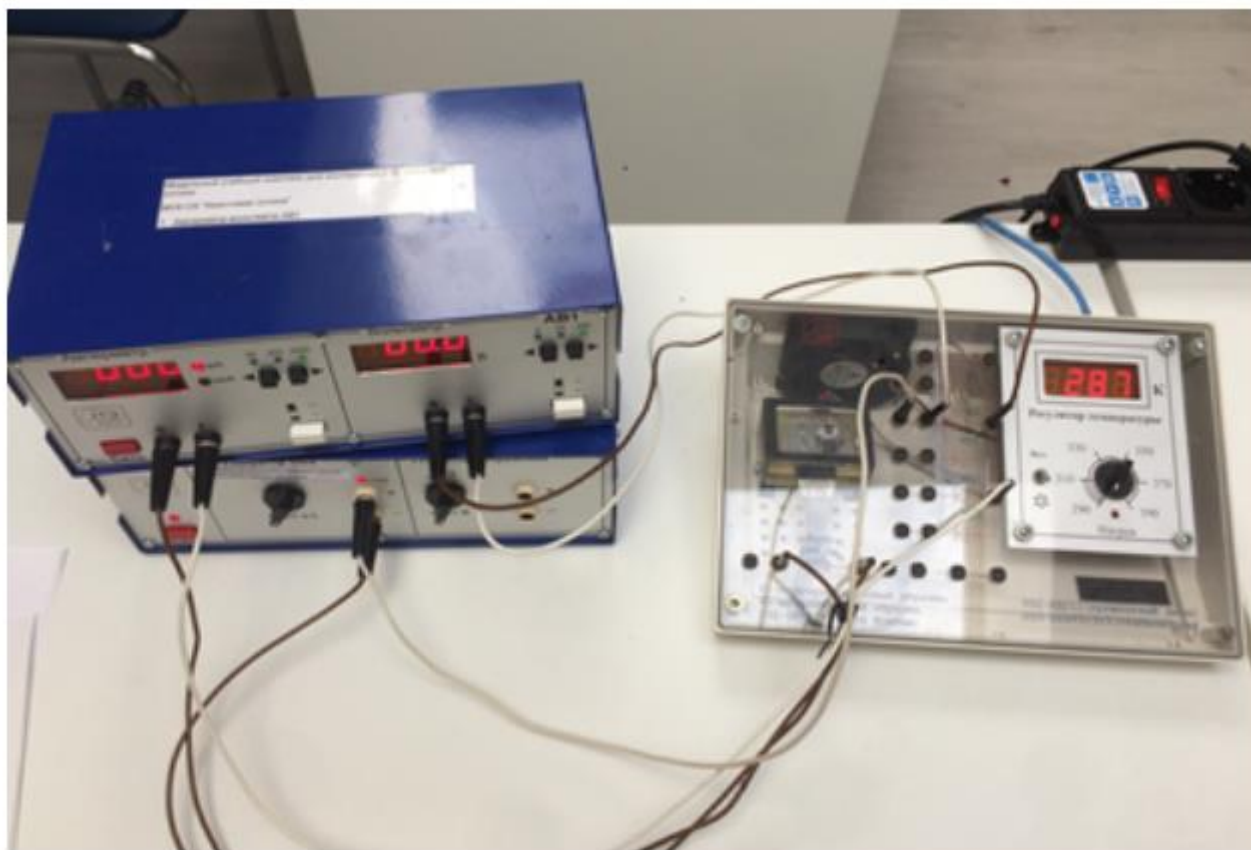
Метод экспериментального исследования.

Эксперимент

Измерительные приборы.

№ п/п	Наименование	Погрешность прибора
1	Амперметр	0.00001 А
2	Вольтметр	0.01 В
3	Термометр	1 К

Схема установки (перечень схем, которые составляют Приложение 1).



Принципиальная электрическая схема установки

Результаты прямых измерений и их обработки (таблицы, примеры расчетов).

Таблица №1							
№	T, K	I, мкА	I, А	U, В	R, ом	ln R	10 ³ /T, 1/K
1	290	1010	0,00101	0,23	227,7227723	5,428128978	3,448275862
2	295	1078	0,001078	0,183	169,7588126	5,13437868	3,389830508
3	300	1120	0,00112	0,158	141,0714286	4,949266348	3,333333333
4	305	1160	0,00116	0,13	112,0689655	4,719114445	3,278688525
5	310	1195	0,001195	0,113	94,56066946	4,549241633	3,225806452
6	315	1220	0,00122	0,08	65,57377049	4,183175776	3,174603175
7	320	1245	0,001245	0,078	62,65060241	4,137573297	3,125
8	325	1260	0,00126	0,067	53,17460317	3,973580898	3,076923077
9	330	1280	0,00128	0,058	45,3125	3,813582933	3,03030303
10	335	1290	0,00129	0,049	37,98449612	3,63717808	2,985074627
11	340	1305	0,001305	0,041	31,41762452	3,447369026	2,941176471
12	345	1315	0,001315	0,035	26,61596958	3,281511396	2,898550725
13	350	1338	0,001338	0,021	15,69506726	2,753346476	2,857142857

Таблица №2						
№	T, K	I, мкА	I, А	U, В	R, Ом	t, C°
1	350	1071	0,001071	1,684	1572,362278	76,85
2	345	1100	0,0011	1,662	1510,909091	71,85
3	340	1120	0,00112	1,643	1466,964286	66,85
4	335	1130	0,00113	1,635	1446,902655	61,85
5	330	1145	0,001145	1,623	1417,467249	56,85
6	325	1160	0,00116	1,615	1392,241379	51,85
7	320	1170	0,00117	1,603	1370,08547	46,85
8	315	1185	0,001185	1,591	1342,616034	41,85
9	310	1196	0,001196	1,585	1325,250836	36,85
10	305	1208	0,001208	1,57	1299,668874	31,85
11	300	1224	0,001224	1,558	1272,875817	26,85
12	295	1238	0,001238	1,547	1249,596123	21,85
13	290	1250	0,00125	1,538	1230,4	16,85

Вычисления.

Вычислим альфы, используя формулу:

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

R _i	t _i	R _j	t _j	alpha
1572,362278	76,85	1370,08547	46,85	0,006395923469
1510,909091	71,85	1342,616034	41,85	0,005063666249
1466,964286	66,85	1325,250836	36,85	0,004103427594
1446,902655	61,85	1299,668874	31,85	0,004292446164
1417,467249	56,85	1272,875817	26,85	0,004215002764
1392,241379	51,85	1249,596123	21,85	0,004150152875

Найдем среднее значение альфа:

$$\alpha_{cp} = 0,0047$$

Вычислим значения ширины запрещенной зоны, используя формулу:

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

R1	T1	R2	T2	E _g , Дж	E _g , эВ
227,7227723	290	62,65060241	320	11023,42995 * 10 ^{^(-23)}	0,6880281205
169,7588126	295	53,17460317	325	10243,63205 * 10 ^{^(-23)}	0,6393569817
141,0714286	300	45,3125	330	10348,66913 * 10 ^{^(-23)}	0,6459128784
112,0689655	305	37,98449612	335	10175,09302 * 10 ^{^(-23)}	0,635079114
94,56066946	310	31,41762452	340	10689,66318 * 10 ^{^(-23)}	0,6671960446
65,57377049	315	26,61596958	345	9019,170269 * 10 ^{^(-23)}	0,5629321177

Найдем среднее значение E_g:

$$E_{gcp} = 10249,94293 * 10^{(-23)} \text{ Дж}$$

$$E_{gcp} = 0,6397508762 \text{ эВ}$$

Расчет погрешностей измерений (для прямых и косвенных измерений).

Погрешность сопротивления:

$$R_{\Delta} = \sqrt{\left(\frac{1}{0.00101} * 0.01\right)^2 + (0.23 * 0.00001)^2} = 9.90 \text{ м}$$

Погрешность для альфы (корень общий, просто в строку не поместилось):

$$\begin{aligned} \alpha_{\Delta} = & \sqrt{\left(\frac{1370 * 77 - 1370 * 47}{(1370 * 77 - 47 * 1572)^2} * 9.9\right)^2 + \left(\frac{47 * 1572 - 1572 * 77}{(1370 * 77 - 47 * 1572)^2} * 9.9\right)^2} + \\ & + \sqrt{\left(\frac{1370^2 - 1370 * 1572}{(1370 * 77 - 47 * 1572)^2}\right)^2 + \left(\frac{1572^2 - 1572 * 1370}{(1370 * 77 - 47 * 1572)^2}\right)^2} = \\ & \sqrt{1.66 * 10^{-7} + 2.18 * 10^{-7} + 7.67 * 10^{-8} + 1.01 * 10^{-7}} = 0.00075 \end{aligned}$$

Погрешность ширины запрещенной зоны:

$$\begin{aligned} \alpha_{\Delta} = & \sqrt{\left(\frac{2 * 1.38 * 10^{-23} * 320^2 * \ln(228) - 2 * 9 * 10^9 * 320^2 * \ln(63)}{(320 - 290)^2}\right)^2 + \left(\frac{-2 * 1.38 * 10^{-23} * 290^2 * \ln(228) + 2 * 9 * 10^9 * 290^2 * \ln(63)}{(320 - 290)^2}\right)^2} + \\ & + \sqrt{\left(\frac{2 * 1.38 * 10^{-23} * 290 * 320}{228 * 320 - 228 * 290}\right)^2 + \left(\frac{-2 * 1.38 * 10^{-23} * 290 * 320}{63 * 320 - 63 * 290}\right)^2} = \sqrt{0 + 0 + 0 + 0} = 0 \end{aligned}$$

На самом деле погрешность есть, но она настолько мала, что калькуляторы не могут её посчитать.

График 1

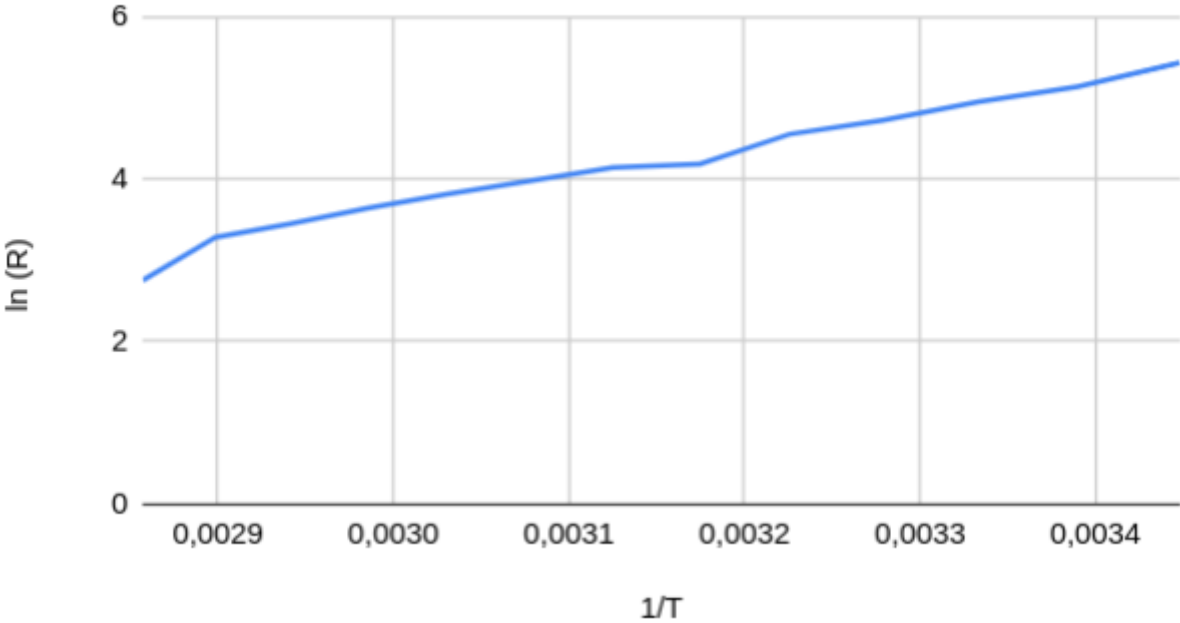
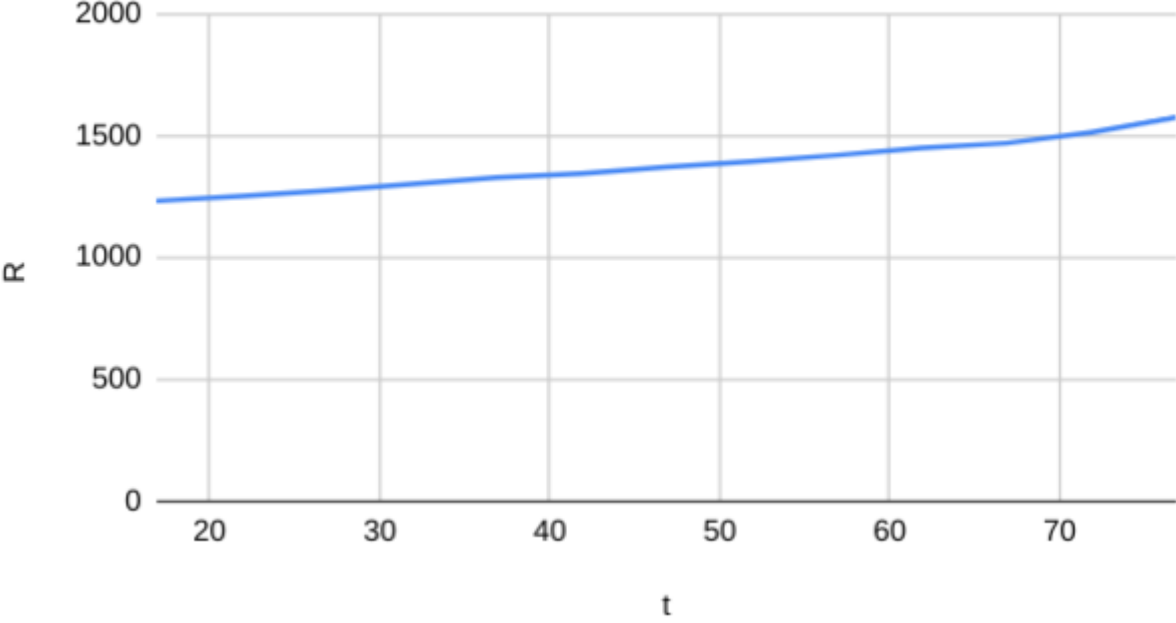


График 2



Выводы.

В ходе выполнения данной лабораторной работы была получена зависимость электрического сопротивления металлического и полупроводникового образцов в диапазоне температур от комнатной до 75 С.