

Группа m3115 К работе допущен \_\_\_\_\_  
Студент Кочубеев Николай Сергеевич Работа выполнена \_\_\_\_\_  
Преподаватель: Рахманова Гульназ Раифовна Отчет принят \_\_\_\_\_

## Лабораторная работа № 3.05

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

1. Цель работы: экспериментальным путем установить зависимость электрического сопротивления проводника от температуры и установить материал изготовления полупроводникового и металлического образцов;
2. Задачи:
  1. Путем прямых измерений зафиксировать изменение напряжения при одной силе тока с постепенным подогревом полупроводникового образца от комнатной температуры до  $75^{\circ}\text{C}$ ;
  2. Провести аналогичный эксперимент для металлического образца;
  3. Провести косвенные измерения с целью подсчета температурного коэффициента металла и ширины запрещенной зоны полупроводника;
  4. Сопоставить значения с табличными и выяснить, из какого материала сделаны образцы;
3. Объект исследования: полупроводниковый и металлический образцы;
4. Метод экспериментального исследования: фиксирование изменения напряжения на участке цепи в процессе охлаждения образца с пиковой до комнатной температуры;
5. Рабочие формулы и постоянные величины:
  1.  $I = \frac{U}{R}$  – закон Ома;
  2.  $\alpha_{ij} = \frac{R_i - R_j}{R_j \cdot t_i - R_i \cdot t_j}$  - температурный коэффициент сопротивления металла для пары измерений электрического сопротивления;

3.  $E_{gij} = 2k \frac{T_i T_j}{T_j - T_i} \ln\left(\frac{R_i}{R_j}\right)$  – рабочая формула для оценки ширины запрещенной зоны полупроводника;

4.  $k = 1,380649 \cdot 10^{-23} \frac{\text{Дж}}{\text{К}} \cong 8,61733 \cdot 10^{-5} \frac{\text{эВ}}{\text{К}}$  – постоянная Больцмана;

## 6. Измерительные приборы:

Наименование	редел измерений	Цена деления	Погрешность измерения
Амперметр-вольтметр АВ1	$I: 0,002 \text{ A}$ $U: 2 \text{ B}$	$I: 0,0000001 \text{ A}$ $U: 0,001 \text{ B}$	$I: \pm 0,0002 \text{ A}$ $U: \pm 0,2 \text{ B}$
Термометр стенда «СЗ-ТТ01»	390 K	1 K	-

Таблица 1. Измерительные приборы

## 7. Схема установки:

Рис. 1. Принципиальная электрическая схема установки

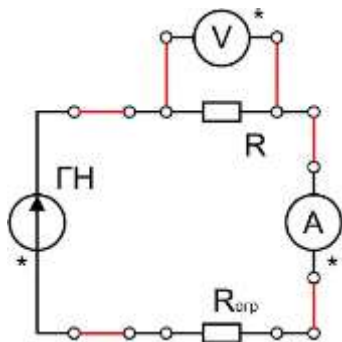
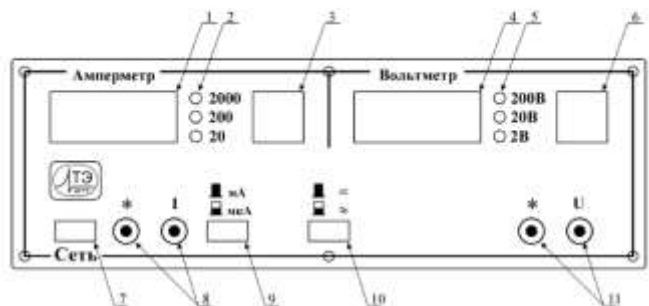


Рис 2. Органы управления амперметра-вольтметра АВ1



Рис. 2. Общий вид лабораторной установки



1. индикатор значения тока;
2. индикатор выбранного предела измерений амперметра;
3. кнопка переключения пределов измерений амперметра;
4. индикатор значения напряжения;
5. индикатор выбранного предела измерений вольтметра;
6. кнопка переключения пределов измерений вольтметра;
7. кнопка выключателя "Сеть";
8. входные гнезда измерителя тока;
9. кнопка переключения mA / мкА;
10. кнопка переключения постоянный / переменный сигнал;
11. входные гнезда измерителя напряжения.

## 8. Результаты прямых измерений:

### Полупроводник:

№	T, K	I, мкА	U, В	R, Ом	ln R	1/T, K <sup>-1</sup>
1	300	1172	0,154	131,40	4,88	0,00333
2	305	1200	0,134	111,67	4,72	0,00328
3	310	1234	0,108	87,52	4,47	0,00323
4	315	1257	0,097	77,17	4,35	0,00317
5	325	1284	0,08	62,31	4,13	0,00313
6	330	1299	0,07	53,89	3,99	0,00308
7	335	1315	0,059	44,87	3,80	0,00303
8	340	1328	0,051	38,40	3,65	0,00299
9	345	1340	0,043	32,09	3,47	0,00294
10	350	1350	0,036	26,67	3,28	0,00290

### Металлический образец:

№	T, K	I, мкА	U, В	R, Ом	t, °C
1	350	1123	1,712	1524,49	77
2	345	1135	1,7	1497,80	72
3	340	1147	1,688	1471,67	67
4	335	1161	1,679	1446,17	62
5	330	1172	1,667	1422,35	57
6	325	1184	1,657	1399,49	52
7	320	1196	1,646	1376,25	47
8	315	1209	1,634	1351,53	42
9	310	1221	1,624	1330,06	37
10	305	1235	1,613	1306,07	32

Температурный образец Углеродный диоксид

№	T, K	I, мкА	U, В	R, Ом	ln R	1/T, K <sup>-1</sup>
1	300	1172	0,154	131,40	4,88	0,00333
2	305	1200	0,134	111,67	4,72	0,00328
3	310	1234	0,108	87,52	4,47	0,00323
4	315	1257	0,097	77,17	4,35	0,00317
5	325	1284	0,08	62,31	4,13	0,00313
6	330	1299	0,07	53,89	3,99	0,00308
7	335	1315	0,059	44,87	3,80	0,00303
8	340	1328	0,051	38,40	3,65	0,00299
9	345	1340	0,043	32,09	3,47	0,00294
10	350	1350	0,036	26,67	3,28	0,00290

Металл

№	T, K	I, мкА	U, В	R, Ом	t, °C
1	350	1123	1,712	1524,49	77
2	345	1135	1,7	1497,80	72
3	340	1147	1,688	1471,67	67
4	335	1161	1,679	1446,17	62
5	330	1172	1,667	1422,35	57
6	325	1184	1,657	1399,49	52
7	320	1196	1,646	1376,25	47
8	315	1209	1,634	1351,53	42
9	310	1221	1,624	1330,06	37
10	305	1235	1,613	1306,07	32

0306-21

9. Расчет результатов косвенных измерений и их погрешности:

$\alpha$	Значение, $^{\circ}\text{C}^{-1}$	Среднее значение, $^{\circ}\text{C}^{-1}$
<b>1, 6</b>	0,00280	0,00286
<b>2, 7</b>	0,00282	
<b>3, 8</b>	0,00287	
<b>4, 9</b>	0,00287	
<b>5, 10</b>	0,00296	

$$\Delta\alpha \approx 0,0003^{\circ}\text{C}^{-1}$$

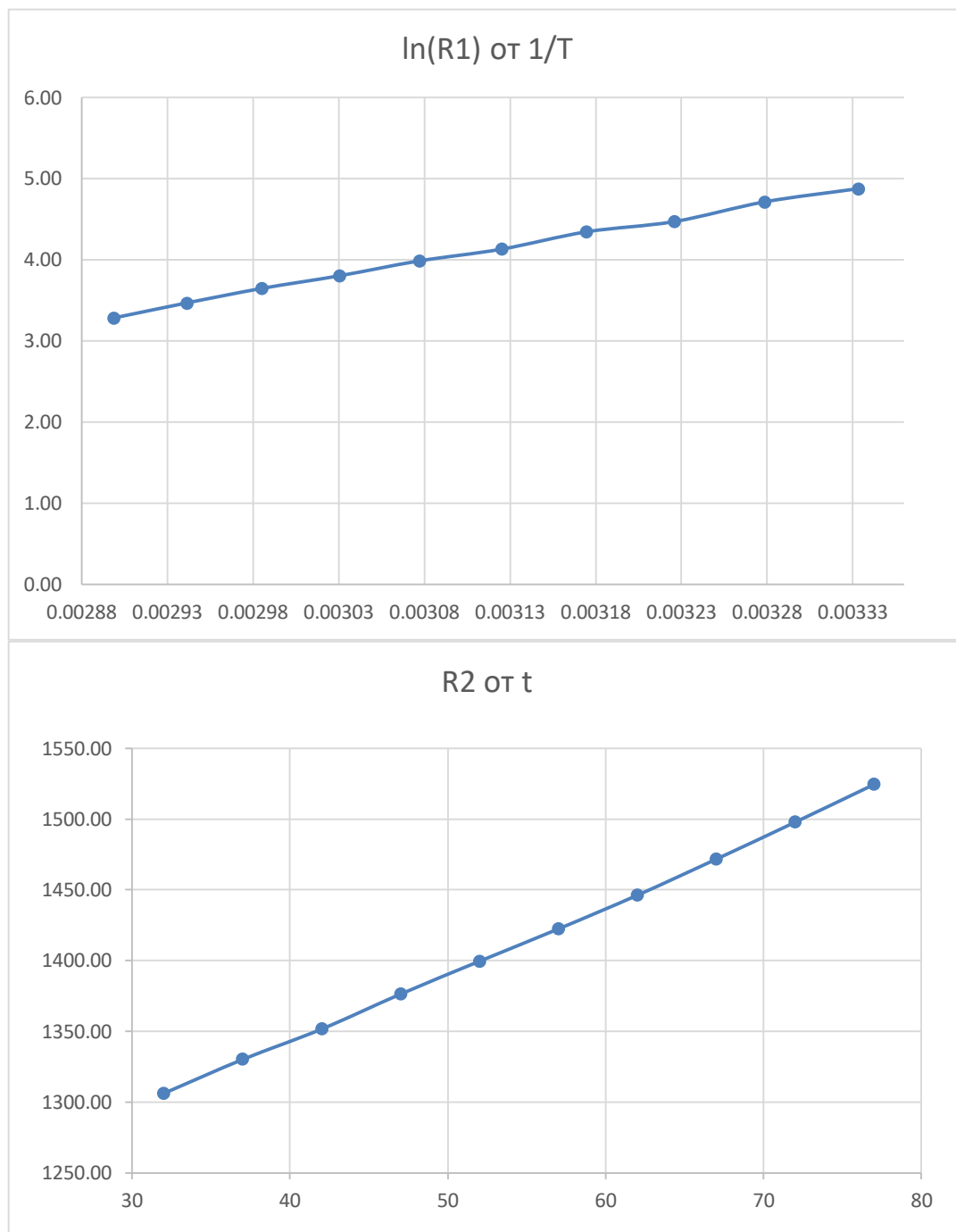
$E$	Значение, Дж* $10^{-19}$	Среднее значение, Дж* $10^{-19}$
<b>1, 7</b>	0,95	0,98
<b>2, 8</b>	0,00	
<b>3, 9</b>	1,00	
<b>4, 10</b>	0,00	
<b>5, 11</b>	0,93	
<b>6, 12</b>	0,95	

$$\Delta E = 0,021 * 10^{-19} \text{ Дж}$$

$E$	Значение, эВ	Среднее значение, эВ
<b>1, 7</b>	0,59	0,61
<b>2, 8</b>	0,00	
<b>3, 9</b>	0,62	
<b>4, 10</b>	0,00	
<b>5, 11</b>	0,58	
<b>6, 12</b>	0,59	

$$\Delta E = 0,013 \text{ эВ}$$

## 10. Графики:



## 11. Результаты работы и вывод:

По таблице выясняем, что полученный температурный коэффициент металла приблизительно соответствует действительному температурному коэффициенту никелина, а ширина запрещенной зоны – теллуру.  $0,00286 \pm 0,00030 \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$  и  $0,610 \pm 0,013 \text{ эВ}$  соответственно. Экспериментальным путем установил зависимость электрического сопротивления проводника от температуры и установил материал изготовления полупроводникового и металлического образцов.