**Группа** P3120 **Работа выполнена** 26.03.2021

**Студент** Мокров С.А. **Отчет сдан**\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

**Преподаватель** Боярский К.К. **Отчет принят**\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

**Отчет по лабораторной работе № 3.05**

## «Температурная зависимость электрического сопротивления металла и полупроводника»

## Цели работы:

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

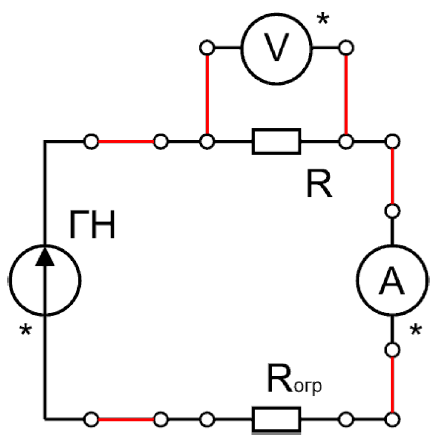
2. По результатам п.1 вычислить температурный коэффициент сопротивления металла и ширину запрещенной зоны проводника.

## Описание установки:

Общий вид лабораторной установки показан на рис.1. Она состоит из стенда «С3-ТТ01» с объектами изучения металлическим и полупроводниковым образцами, генератора ГН1 и амперметра-вольтметра АВ1, соединенных проводниками. На корпусе стенда схематично изображены элементы электрической цепи.

*Рис. 1. Общий вид лабораторной установки.*

Принципиальная электрическая схема установки представлена на рис. 3. Одновременно измеряя напряжение на объекте исследования и ток через него, можно найти его сопротивление с помощью закона Ома для участка цепи R = U/I.

**

*Рис. 2. Принципиальная электрическая схема установки.*

Нагреватель с системой термостабилизации и измерения текущей температуры объекта находится внутри стенда «С3-ТТ01». Также в корпусе стенда расположен вентилятор, необходимыйдля более быстрого охлаждения образца. Дополнительный резистор Rогр = 680 Ом, подключаемый последовательно с объектом, необходим в связи с тем, что при нагревании сопротивлениеполупроводникового образца может уменьшиться в несколько раз, и общее сопротивление схемы будетслишком малым по сравнению с постоянным по величине внутренним сопротивлением источника ЭДС. Для проведения измерений с металлическим образцом отсутствует необходимость подключения Rогр, но в схеме оно остается из соображений унификации.

## Проведение измерений:

## ****Задание 1. Изучение полупроводникового образца****

1. Подключим к цепи полупроводниковый образец.
2. Включим нагрев образца.
3. При увеличении температуры на ΔT ≈ 5К относительно предыдущего значения запишем новые значения температуры, силы тока и напряжения в таблицу протокола.
4. Последовательно увеличивая температуру образца до достижения

максимальной температуры 355-360К заполним не менее 10 строк таблицы.

## ****Задание 2. Изучение металлического образца****

1. Не выключая нагрев, заменим объект измерений, подключив в цепь металлический образец.
2. Выключим нагрев образца.
3. При уменьшении температуры на ΔT ≈ 5К относительно предыдущего значения запишем новые значения температуры, силы тока и напряжения в таблицу протокола.
4. Уменьшая температуру образца (используя вентилятор для более быстрого охлаждения), заполним не менее 10 строк таблицы.
5. Перенесем данные из таблиц протокола в Табл.1 и Табл.2 соответственно.

**Таблица 1: Полупроводниковый образец**

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| № |  | 𝐼, мкА | 𝑈, В | 𝑅, Ом | lnR |  |
| 1 | 293 | 1170 | 0,220 | 188 | 5,24 | 3,41 |
| 2 | 298 | 1215 | 0,189 | 156 | 5,05 | 3,36 |
| 3 | 303 | 1263 | 0,160 | 127 | 4,84 | 3,30 |
| 4 | 308 | 1299 | 0,135 | 104 | 4,64 | 3,25 |
| 5 | 313 | 1334 | 0,114 | 85 | 4,45 | 3,19 |
| 6 | 318 | 1362 | 0,096 | 70 | 4,26 | 3,14 |
| 7 | 323 | 1383 | 0,083 | 60 | 4,09 | 3,10 |
| 8 | 328 | 1405 | 0,070 | 50 | 3,91 | 3,05 |
| 9 | 333 | 1423 | 0,059 | 41 | 3,72 | 3,00 |
| 10 | 338 | 1436 | 0,050 | 35 | 3,55 | 2,96 |
| 11 | 343 | 1448 | 0,043 | 30 | 3,39 | 2,92 |
| 12 | 348 | 1457 | 0,036 | 25 | 3,21 | 2,87 |
| 13 | 353 | 1464 | 0,031 | 21 | 3,05 | 2,83 |
| 14 | 358 | 1471 | 0,027 | 18 | 2,91 | 2,79 |

**Таблица 2: Металлический образец**

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| № |  | 𝐼, мА | 𝑈, В | 𝑅, кОм | t, °С |
| 1 | 355 | 1250 | 1,987 | 1,59 | 82 |
| 2 | 350 | 1279 | 1,963 | 1,53 | 77 |
| 3 | 345 | 1296 | 1,951 | 1,51 | 72 |
| 4 | 340 | 1311 | 1,938 | 1,48 | 67 |
| 5 | 335 | 1326 | 1,927 | 1,45 | 62 |
| 6 | 330 | 1340 | 1,915 | 1,43 | 57 |
| 7 | 325 | 1355 | 1,903 | 1,40 | 52 |
| 8 | 320 | 1371 | 1,898 | 1,38 | 47 |
| 9 | 315 | 1385 | 1,878 | 1,36 | 42 |
| 10 | 310 | 1401 | 1,866 | 1,33 | 37 |
| 11 | 305 | 1416 | 1,853 | 1,31 | 32 |
| 12 | 300 | 1432 | 1,841 | 1,29 | 27 |

1. **Обработка результатов измерений:**
2. Рассчитайте и запишите в рабочие таблицы значения сопротивления объектов исследования при всех температурах.
3. По данным Таблицы 1 рассчитали значения натурального логарифма сопротивления полупроводника и величину обратной абсолютной температуры. По результатам расчетов построили график соответствующей зависимости (Приложение 1).Заметим, что график имеет явную линейную зависимость.
4. По данным Таблицы 2 рассчитали значения сопротивления металла и величину температуры в Цельсиях. По результатам расчетов построили график(Приложение 2). График имеет явную линейную зависимость, однако погрешность при построении контрольных точек довольно высока.
5. Разбив данные Таблицы 2 на пары, вычислили среднее значениетемпературного коэффициентаcпомощью формулы и оценили ее погрешность (через нахождение среднего арифметического и среднего квадратного отклонения):

* ;

1. Действия, аналогичные пункту 4, провели для нахождения среднего значения ширины запрещенной зоны полупроводника с помощью формулы и оценки его погрешности. Итоговый результат представлен в джоулях и в электрон-вольтах, подставляя заданные значения коэффициента Больцмана k:
2. Идентифицируем *металлический* и *полупроводниковый* образцы:

* Доверительный интервал найденного температурного коэффициентасопротивления включает в себя табличное значение этого свойства для Алюминия (Al) и Вольфрама (W). Отталкиваясь от условий проведения эксперимента, логичнее предположить, что это **Алюминий (Al)**;
* Доверительный интервал найденной ширины запрещенной зоны полупроводников включает в себя табличное значение этого свойства для **Германия (Ge)**.

1. **Графики (Приложение 1 и 2):**

* Зависимость (Приложение 1);
* Зависимость (Приложение 2).

1. **Итоговые результаты:**
2. Доверительный интервал для температурного коэффициента сопротивления металла, его относительная погрешность и характеристика:

* **Алюминий (Al).**

1. Доверительный интервал для ширины запрещенной зоны полупроводника, его относительная погрешность и характеристика:
2. **Выводы и анализ результатов работы:**
3. В ходе выполнения работы были доказаны линейные зависимости логарифма сопротивления от величины обратной абсолютной температуры и сопротивления металла от температуры в градусах Цельсия;
4. Были обнаружены характеристики материалов (ширина запрещенной зоны полупроводника и температурный коэффициент сопротивления у металла), задействованных в лабораторной установке, их погрешности, а также их названия – Алюминий и Германий;
5. Была проверена зависимость электрического металлического и полупроводникового сопротивления образов от температуры.