

Лабораторная работа 2(ФТТ)
ИССЛЕДОВАНИЕ ЗАВИСИМОСТИ СОПРОТИВЛЕНИЯ
ПОЛУПРОВОДНИКОВ ОТ ТЕМПЕРАТУРЫ

1. Прочитать в методичке 22-50: стр. 5-18.

2. Прочитать в файле: «ФТТ_Лр1 – Лр3»: «Лабораторная работа 2»

3. Пункт: «2.5. Обработка экспериментальных результатов» выполнить, используя ПК и приложение Excel в редакции, приведенной ниже.

(Самостоятельно выполненный отчет будет оценен до 4-х баллов вместо обычных 2-х.)

2.5. Обработка экспериментальных результатов

2.5.1. Создать в Excel таблицу (ячейки не объединять!) и внести экспериментальные данные:

Для лабораторной установки №1:

21а Иванов Иван Лр2(ФТТ)						$\text{tga} = p =$		К, q =	
№ п/п	T, К	I, мА	U, В	R, Ом	x_i	y_i	$(x_i)^2$	$\ln R_{\text{теор}}$	$(\Delta y_i)^2$
1									
2									
3									
...									
N									
					$\Sigma x_i =$	$\Sigma (x_i)^2 =$		$\Sigma (\Delta y_i)^2 =$	
						$\Delta_{pq} =$		$\Delta y =$	

- внести значения температуры, тока и напряжения;
- в ячейку «1-R» (1-я строка колонки «R, Ом») набрать формулу: $= U/I/1e-3$, где вместо U поставить ссылку на ячейку «1-U», а вместо I поставить ссылку на ячейку «1-I»; затем заполнить колонку «R», для чего «протянуть» ячейку «1-R» за нижний правый угол до жирной линии.

Дальнейшие шаги, одинаковые в обеих лабораторных установках, см. ниже с 2.5.2.

Для лабораторной установки №2:

21р Петров Петр Лр2(ФТТ)					$\text{tga} = p =$		К, q =	
№ п/п	I, мкА	T, К	R, Ом	x_i	y_i	$(x_i)^2$	$\ln R_{\text{теор}}$	$(\Delta y_i)^2$
1								
2								
3								
...								
N								
				$\Sigma x_i =$	$\Sigma (x_i)^2 =$		$\Sigma (\Delta y_i)^2 =$	
					$\Delta_{pq} =$		$\Delta y =$	

- внести значения тока и сопротивления;
- в ячейку «1-T» (1-я строка колонки «T, К») набрать формулу из подписи к рис. 1.4 файла «ФТТ_Лр1–Лр3»: $= -6e-5*I^2 + 0,115*I + 277,07$, где вместо I поставить ссылку на ячейку «1- I»; затем «протянуть» ячейку за нижний правый угол до жирной линии.

2.5.2. Аналогичным образом заполнить колонки «1/T» и «ln R», набрав формулы: $=1/T$, где вместо T поставить ссылку на ячейку «1-T», и $=\ln(R)$, где вместо R поставить ссылку на ячейку «1- R», соответственно; затем «протянуть» ячейки за нижний правый угол до жирной линии.

2.5.3. Построить график и аппроксимировать его *методом наименьших квадратов*. Для этого выделить одним прямоугольником значения двух колонок « $1/T$ » и « $\ln R$ », в меню «Вставка», «Диаграммы» выбрать «График», «Все типы диаграмм», «Точечная», «ОК». Навести мышку на любую точку (кружок, квадратик) точечного графика и нажать правую кнопку мыши. В выпадающем меню выбрать «Добавить линию тренда» и в открывшемся окне выбрать «Линейная» и поставить «галочки» внизу окна в двух нижних квадратах: «показывать уравнение на диаграмме» и «поместить на диаграмму величину достоверности аппроксимации (R^2)». Нажать «Заккрыть».

2.5.4. Внести в ячейки « p » и « q » в первой строке таблицы (выделены желтым цветом) значения, взяв их из формулы, показанной на графике (на графике показана формула « $y = p x + q$ » с вычисленными программой значениями « p » и « q »). Величина « p » из формулы линейной аппроксимации $y = p x + q$ очевидно является тангенсом угла наклона прямой: $\operatorname{tg} \alpha = p$.

2.5.5. Справа от графика выделить рамками две строки по шесть ячеек в каждой и заполнить их по образцу:

$p = ($		\pm		$) \text{ К, } \varepsilon_p =$	
$\Delta W = ($		\pm		$) \text{ эВ, } \varepsilon_{\Delta W} =$	

2.5.6. Для вычисления погрешности параметра « p » необходимо сначала заполнить оставшиеся три столбца таблицы (до жирной линии):

- $(x_i)^2$ вычисляется по формуле: $= (x_i)^2$, где вместо x_i поставить ссылку на ячейку « $1-1/T$ »;
- $\ln R_{\text{теор}}$ – по формуле: $= p x + q$, где вместо « x » – ссылка на ячейку « $1-1/T$ », а вместо « p » и « q » – ссылки на соответствующие «желтые» ячейки в первой строке таблицы;

(Важно: ссылки на « p » и « q » должны быть набраны как фиксированные (неподвижные).)

- $(\Delta y_i)^2$ – по формуле: $= (\ln R - \ln R_{\text{теор}})^2$, где вместо $\ln R$ и $\ln R_{\text{теор}}$ поставить ссылки на ячейки « $1-\ln R$ » и « $1-\ln R_{\text{теор}}$ » соответственно,

затем заполним оставшиеся 3 «зеленых» ячейки (Σx_i , $\Sigma (x_i)^2$ и $\Sigma (\Delta y_i)^2$) суммами расположенных над ними N чисел, и, наконец, заполнить последние две «синие» ячейки:

- Δ_{pq} вычисляется по формуле (37) из 22-50, а входящие в них величины уже вычислены и вставляются в формулу ссылками на «красную» и две «зеленых» ячейки;
- Δy вычисляется по формуле (44) из 22-50, а входящие в них величины уже вычислены и вставляются в формулу ссылками на третью «зеленую» ячейку ($S = \Sigma (\Delta y_i)^2$) и «красную» (N).

2.5.7. Осталось записать ответы в уже созданных «рамочках»:

- $\langle p \rangle$ – вставить ссылку на «желтую» ячейку « p »;
- Δp вычисляется по формуле (42) из 22-50, а входящие в них величины уже вычислены и вставляются в формулу ссылками на «красную» и две «синих» ячейки;
- ε_p вычисляется по хорошо известной формуле: $= \Delta p / \langle p \rangle$, а входящие в них величины только что вписаны в ответ и вставляются в формулу в виде соответствующих ссылок; чтобы результат был представлен в процентах, нужно на вкладке «Главная» - «Число» нажать на кнопку «%»;
- $\langle \Delta W \rangle$ вычисляется по расчетной формуле: $= 2 * 1,38066 \text{E}-23 * \langle p \rangle / 1,602 \text{E}-19$, а $\langle p \rangle$ вставляется ссылкой на соответствующую ячейку;
- $\Delta(\Delta W)$ вычисляется по формуле: $= \langle \Delta W \rangle * \varepsilon_p$, поскольку расчетная формула такова, что относительные погрешности p и ΔW совпадают;
- $\varepsilon_{\Delta W} = \varepsilon_p$.

2.5.8. Результат внести в отчет, сравнить с табличным значением ширины запрещенной зоны германия (кремния), и сделать вывод.

При сдаче отчета предъявить файл с расчетами!