



## Рабочий протокол и отчёт по лабораторной работе №3

Свиридов Фёдор, Александр Слободнюк, Владимир Попов

### «Эффект Холла в примесном полупроводнике»

#### Цель работы.

Изучить поведение примесного полупроводника в магнитном поле

#### Задачи, решаемы при выполнении работы.

- Получить вольт-амперную характеристику полупроводника
- Получить зависимость ЭДС Холла от силы внешнего магнитного поля
- Косвенно измерить удельную проводимость полупроводника, постоянную Холла, концентрацию свободных носителей зарядов и их подвижность

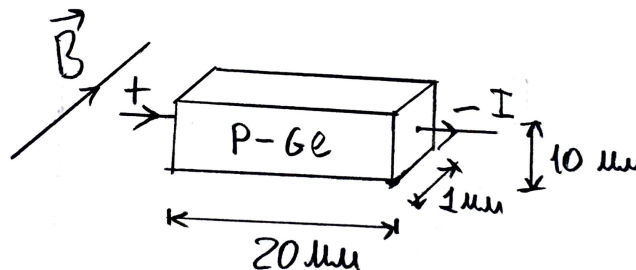
#### Объект исследования.

Эффект Холла в полупроводниках

#### Метод экспериментального исследования.

Измерение продольного и поперечного напряжения в полупроводнике

#### Исходные данные.



Геометрические размеры полупроводника p-Ge:  $l = 20$  мм;  $h = 10$  мм;  $d = 1$  мм;  $S = hd = 10$  мм<sup>2</sup>.

$$I = \sigma \frac{S}{l} U_{\parallel} \quad (1)$$

$$U_{\perp} = R \frac{I}{d} B \quad (2)$$

#### Результаты прямых измерений.

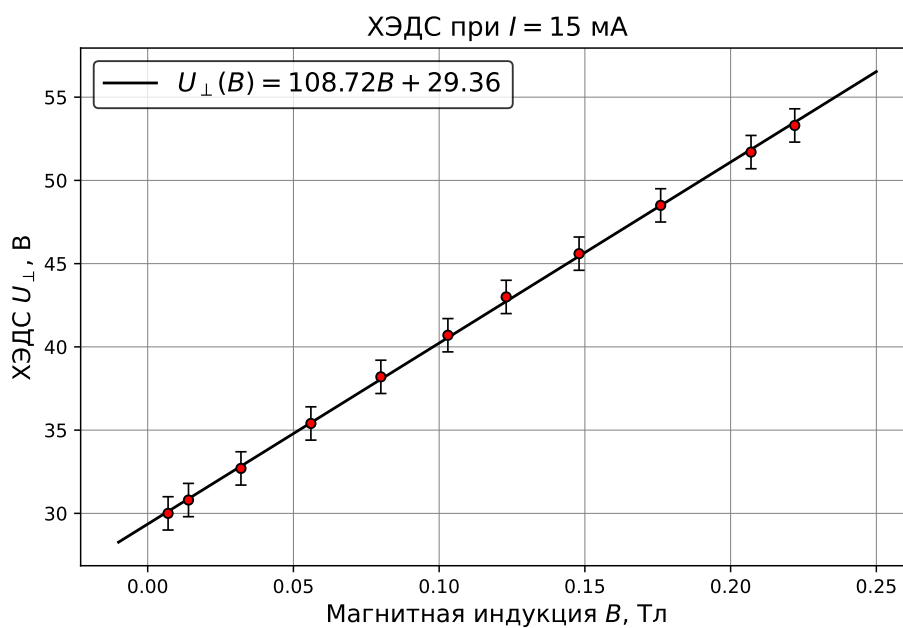
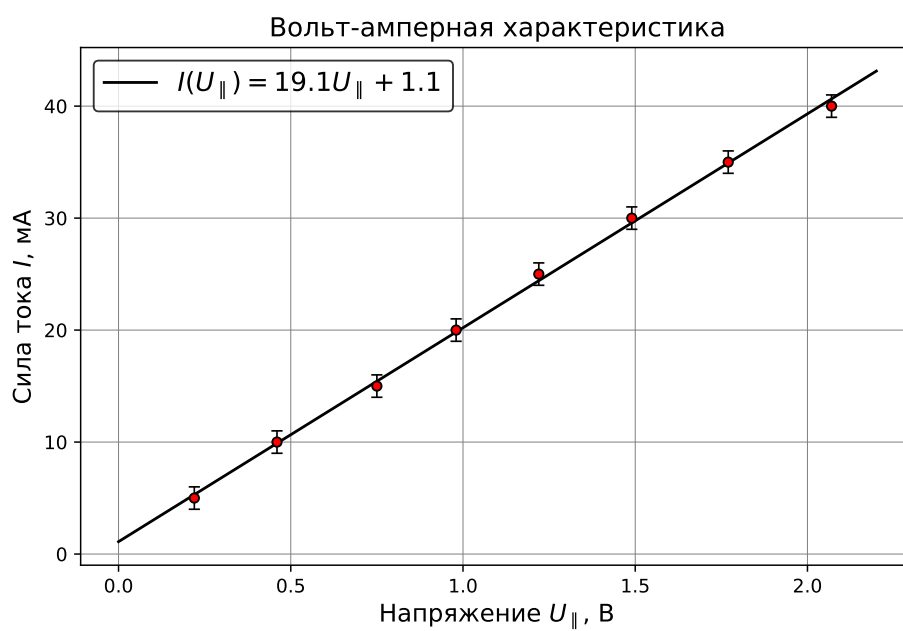
Вольт-амперная характеристика для полупроводника при нулевом магнитном поле:

$I$ , мА	$U_{\parallel}$ , В
5	0,22
10	0,46
15	0,75
20	0,98
25	1,22
30	1,49
35	1,77
40	2,07

Зависимость поперечного напряжения  $U_{\perp}$  (ЭДС Холла) от силы магнитного поля

$B$ , Тл	$U_{\perp}$ , В
0,007	30,0
0,014	30,8
0,032	32,7
0,056	35,4
0,080	38,2
0,103	40,7
0,123	43,0
0,148	45,6
0,176	48,5
0,207	51,7
0,222	53,3

Обработка результатов и расчёт косвенных величин.



- Удельная проводимость.

Из формулы (1)  $k = \sigma \frac{S}{l}$ , где  $k = 19,1 \left( \frac{\text{мА}}{\text{В}} \right)$  - коэффициент пропорциональности ВАХ.

Отсюда получаем:  $\sigma = k \frac{l}{S}$

$$\sigma = 19,1 \cdot 10^{-3} \cdot \frac{20 \cdot 10^{-3}}{10 \cdot 10^{-6}} = 38,2 \quad (\text{Ом}^{-1} \cdot \text{м}^{-1})$$

Погрешность  $\sigma$ .

$$\Delta k = 1,06 \left( \frac{\text{мА}}{\text{В}} \right)$$

$$\Delta \sigma = \Delta k \frac{l}{S}$$

$$\Delta \sigma = 2,12 (\text{Ом}^{-1} \cdot \text{м}^{-1})$$

- Постоянная Холла.

Из формулы (2):  $\alpha = R \frac{I}{d}$ , где  $\alpha = 108,72 \left( \frac{\text{В}}{\text{Тл}} \right) \Rightarrow R = \alpha \frac{d}{I}$

$$R = 108,72 \cdot \frac{10^{-3}}{15 \cdot 10^{-3}} = 7,248 \left( \frac{\text{м}^3}{\text{Кл}} \right)$$

Погрешность  $R$ .

$$\Delta \alpha = 3,7 \left( \frac{\text{В}}{\text{Тл}} \right)$$

$$\Delta R = \Delta \alpha \frac{d}{I}$$

$$\Delta R = 0,25 \left( \frac{\text{м}^3}{\text{Кл}} \right)$$

- Концентрация носителей заряда.

$$n = \frac{1}{eR}$$

$$n = \frac{1}{1,6 \cdot 10^{-19} \cdot 7,248} = 8,6 \cdot 10^{17} (\text{м}^{-3})$$

$$\Delta n = n \frac{\Delta R}{R}$$

$$\Delta n = 0,3 \cdot 10^{17} (\text{м}^{-3})$$

- Подвижность носителей заряда.

$$\mu = \sigma R$$

$$\mu = 38,2 \cdot 7,248 = 276,87 \left( \frac{\text{м}^2}{\text{В} \cdot \text{с}} \right)$$

$$\Delta \mu = \mu \cdot \sqrt{\left( \frac{\Delta R}{R} \right)^2 + \left( \frac{\Delta \sigma}{\sigma} \right)^2}$$

$$\Delta \mu = 18 \left( \frac{\text{м}^2}{\text{В} \cdot \text{с}} \right)$$

**Окончательные результаты.**

- Удельная проводимость.

$$\sigma = (38,2 \pm 2,1) \text{ Ом}^{-1} \cdot \text{м}^{-1}$$

- Постоянная Холла.

$$R = (7,25 \pm 0,25) \frac{\text{м}^3}{\text{Кл}}$$

- Концентрация носителей заряда.

$$n = (8,6 \pm 0,3) \cdot 10^{17} \text{ м}^{-3}$$

- Подвижность носителей заряда.

$$\mu = (277 \pm 18) \frac{\text{М}^2}{\text{В}\cdot\text{с}}$$

### **Выводы.**

Мы получили вольт-амперную характеристику примесного полупроводника р-Ge, с помощью которой оценили удельную проводимость. Также мы получили зависимость ЭДС Холла от силы внешнего магнитного поля, на основе этих данных нашли постоянную Холла, концентрацию свободных носителей зарядов и их подвижность. Полученные результаты хорошо согласуются с теоретическими предсказаниями: поперечное напряжение  $U_{\perp}$  (ХЭДС) прямо пропорционально силе внешнего магнитного поля.