

### Работа 3.3.4

## Эффект Холла в полупроводниках

**Цель работы:** измерение подвижности и концентрации носителей заряда в полупроводниках.

**В работе используются:** электромагнит с источником питания, амперметр, миллиамперметр, милливольтметр, реостат, цифровой вольтметр, источник питания (1.5В), образцы легированного германия.

**Экспериментальная установка:**

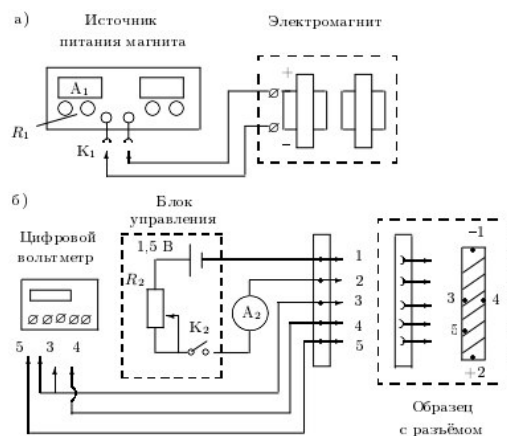


Рис. 1: Схема установки для исследования эффекта Холла в полупроводниках

### Обработка результатов

Построим график зависимости  $B(I_M)$ , чтобы определять индукцию магнитного поля по току в катушке (рис. 2, табл. 1).  $\sigma_{I_M} = 0.01A$ ,  $\sigma_B$  пренебрежима мала.

Таблица 1: Зависимость  $B(I_M)$

$I_M, A$	$B, мТл$
0.00	17.2
0.20	181.9
0.40	378.1
0.60	571.8
0.80	730.7
1.00	854.4
1.20	934.9
1.40	1,003.0

Рассчитаем ЭДС Холла по формуле

$$\varepsilon_x = U_{34} - U_0$$

и построим графики  $\varepsilon_x(B)$  для различных  $I_0$  (табл. 2, рис. 3). Для каждого графика посчитаем коэффициент наклона  $k(I_0) = \Delta\varepsilon/\Delta B$ . Построим график  $k = f(I_0)$  (табл. 3, рис. 4). Коэффициент его наклона:

$$K = 87 \pm 8 \text{ В}/(\text{Тл} \cdot \text{А})$$

Выражение для коэффициента Холла:

$$\varepsilon_x = -R_x \cdot \frac{I_0 B}{a}, \quad \frac{\varepsilon_x}{B} = -\frac{R_x}{a} I_0, \quad k = K I_0, \quad K = \frac{R_x}{a}$$

$$R_x = -\frac{K}{a}, \quad \sigma_{R_x} = \frac{K}{a^2} \sigma_a$$

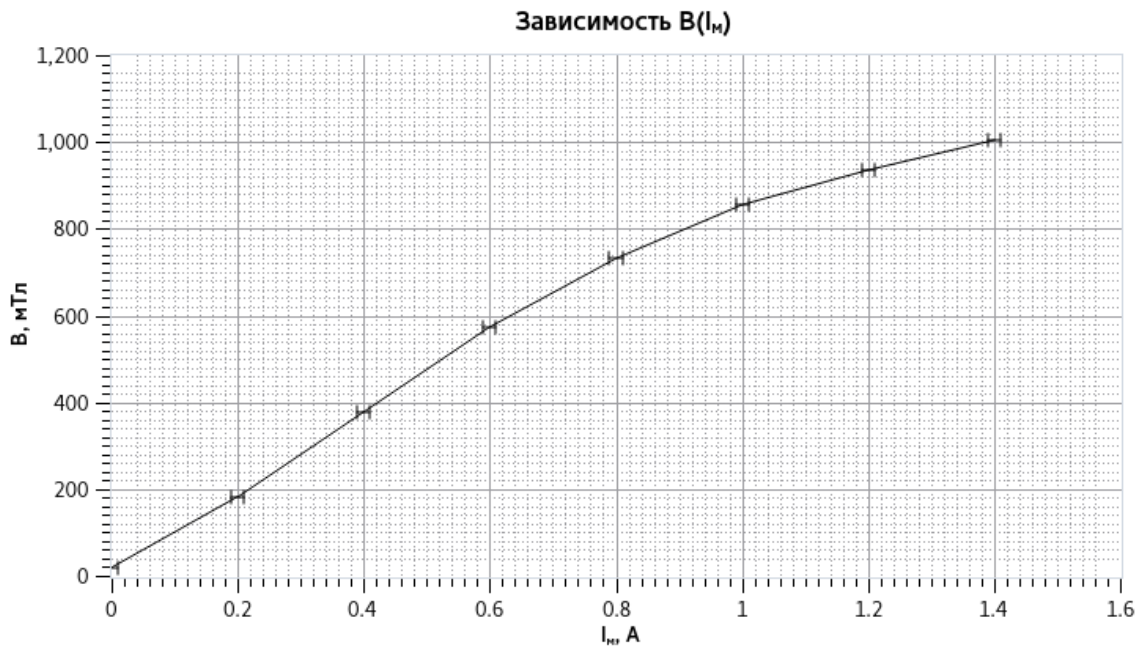


Рис. 2: Зависимость  $B(I_M)$

Таблица 2: Зависимость  $\varepsilon_x(B)$  для различных  $I_0$

$I_0$ , мА	0.30	0.45	0.50	0.65	0.80	0.95	0.95 (обратно)
$B$ , мТл	$\varepsilon_x$ , мВ						
17.2	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
181.9	0.051	0.072	0.084	0.109	0.129	0.159	0.166
378.1	0.103	0.151	0.169	0.218	0.266	0.319	0.328
571.8	0.151	0.224	0.251	0.322	0.396	0.472	0.496
730.7	0.195	0.288	0.323	0.417	0.508	0.605	0.640
854.4	0.228	0.336	0.378	0.487	0.595	0.710	0.750
934.9	0.251	0.368	0.418	0.535	0.655	0.781	0.831
1,003.0	0.269	0.394	0.446	0.569	0.698	0.830	0.884

$$R_x = (-0.087 \pm 0.004) \text{ м}^3/\text{Кл}$$

Концентрация носителей тока:

$$n = \frac{1}{R_x e}, \quad \sigma_n = \frac{\sigma_{R_x}}{R_x^2 e}$$

$$n = (7.0 \pm 0.3) \cdot 10^{19} \text{ м}^{-3}$$

Результат совпадает с табличным значением  $n \sim 10^{19}$  в пределах погрешности.

Рассчитаем удельную проводимость  $\sigma$  по формуле:

$$\sigma = \frac{IL_{35}}{U_{35}al}, \quad \sigma_\sigma = \frac{IL_{35}}{U_{35}al} \cdot \frac{\sigma_a}{a}$$

$$\sigma = (3.2 \pm 0.3) (\text{Ом} \cdot \text{м})^{-1}$$

Вычислим подвижность носителей тока:

$$b = \frac{\sigma}{en}, \quad \sigma_b = \sqrt{\left(\frac{1}{en} \sigma_\sigma\right)^2 + \left(\frac{\sigma}{en^2} \sigma_n\right)^2}$$

$$b = (2900 \pm 300) \text{ см}^2/(\text{В} \cdot \text{с})$$

**Вывод.** В ходе данной работы были получены значения постоянной Холла, удельной проводимости и подвижности носителей тока для германия.

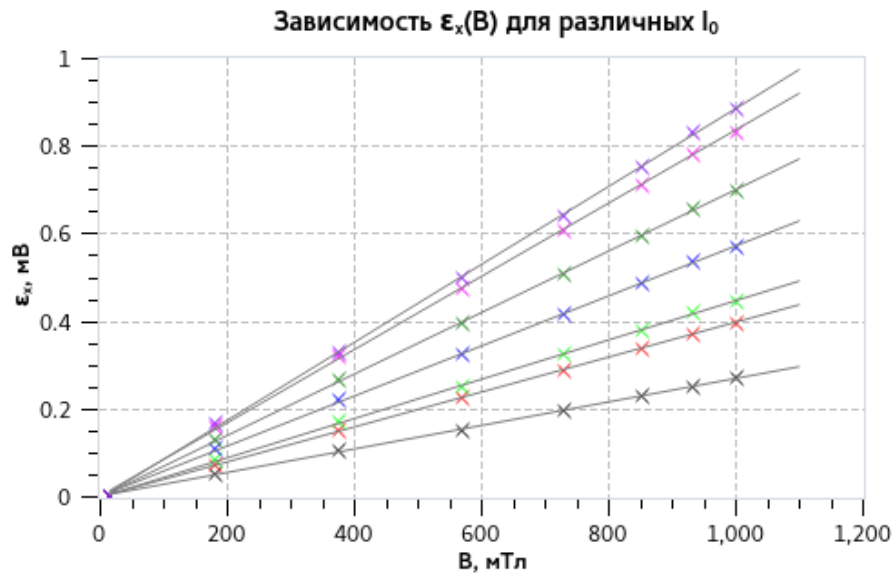


Рис. 3: Зависимость  $\varepsilon_x(B)$  для различных  $I_0$

Таблица 3: Зависимость  $k(I_0)$

$I_0$ , мА	$k$ , мВ / мТл	$\sigma_k$ , мВ / мТл
0.3	0.269	0.002
0.45	0.397	0.003
0.5	0.448	0.004
0.65	0.573	0.005
0.8	0.703	0.005
0.95	0.835	0.008
-0.95	0.891	0.007

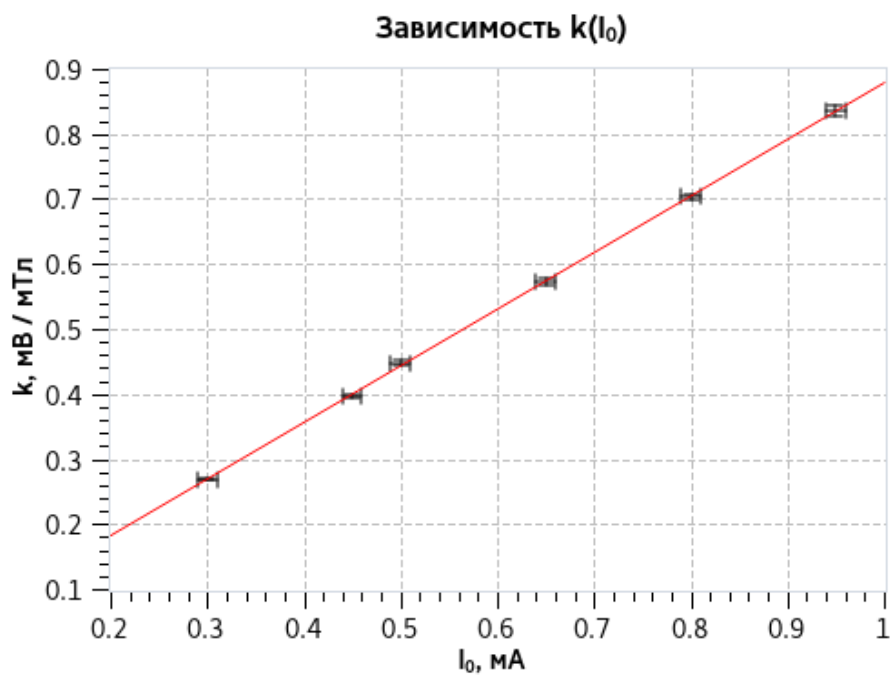


Рис. 4: Зависимость  $k(I_0)$