

# Лабораторная работа "Эффект Холла в полупроводниках"

Шевцов Кирилл Б03-402

14 декабря 2025 г.

## 1 Эффект Холла

Эффектом Холла называется явление, при котором на краях образца, помещенного в поперечное магнитное поле, при протекании тока, перпендикулярного полю, возникает разность потенциалов.

Эффект Холла связан с природой носителей заряда тока в проводнике. Ток представляется как направленное движение множества носителей заряда, чаще - электронов, но существуют квазичастицы - переносящие положительный заряд.

В электромагнетизме электроны движутся в направлении, обратном направлению тока, ток - поток положительно заряженных частиц.

Во внешнем магнитном поле появляется сила, действующая на заряды - сила Лоренца.

$$\vec{F} = \frac{1}{c} q [\vec{v} \times \vec{B}] \quad (1)$$

Поскольку она направлена перпендикулярно скорости заряда, то она не совершает работы, и не меняет скорость по величине. Траектория движения заряда - окружность, радиус которой:

$$m_e \frac{v^2}{R_D} = qvB \Rightarrow R_D = \frac{m_e v}{qB} \quad (2)$$

Под действием силы Лоренца заряды начинают отклоняться к одной из боковых граней пластины, и скапливаться у одного из краев образца. Поэтому возникает электрическое поле, которое компенсирует скопление заряда у края.

$$q\vec{E} = \frac{q}{c} [\vec{v} \times \vec{B}] \Rightarrow qE = \frac{q}{c} vB \Rightarrow E = cvB \quad (3)$$

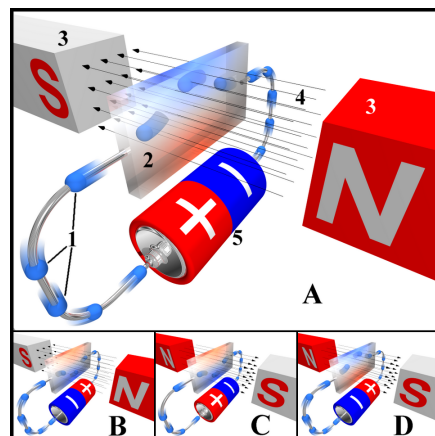
Возникающее поле образует ненулевую разность потенциалов, возникающую на краях образца. Вектор потока  $j = nq\vec{v}$ , тогда  $E = cjB/nq$ . Величину  $H = (nq)^{-1}$  называют постоянной Холла.

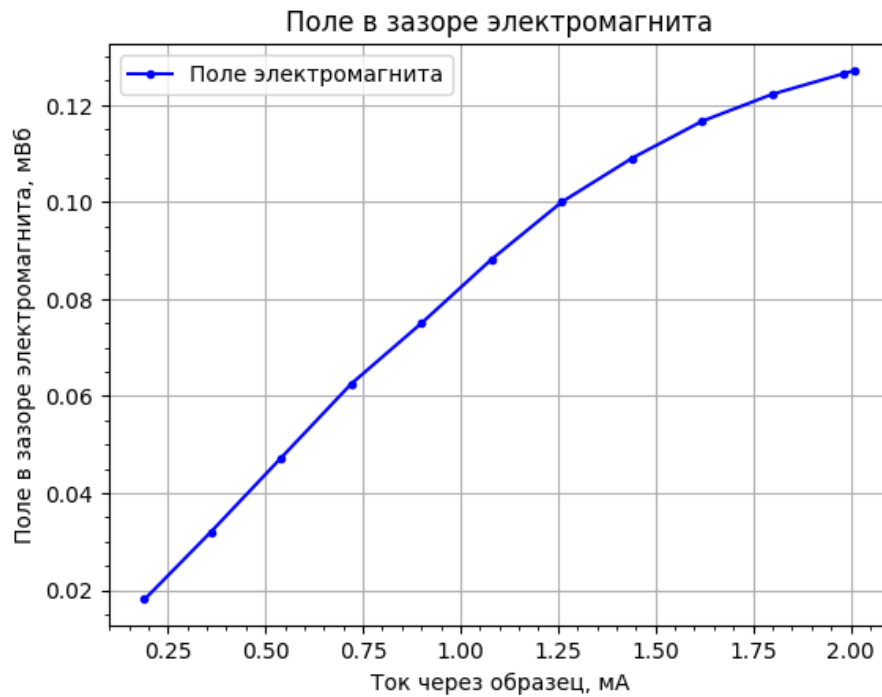
## 2 Выполнение работы

1. Измерим калибровочную кривую электромагнита - зависимость между индукцией в зазоре электромагнита от силы тока, текущей через образец.

$J$ , мА	0,19	0,36	0,54	0,72	0,90	1,08	1,26	1,44	1,62	1,80	1,98	2,01
$\Phi$ , мВб	1,3	2,3	3,4	4,5	5,4	6,35	7,2	6,85	8,4	8,8	9,1	9,15

Зависимость  $B(J)$  полагается нелинейной





Из явления гистерезиса  $B(H) \sim B(NJ) \sim B(J)$  - нелинейные функции.

2. Измерим ЭДС Холла при разных токах  $J_r$ , текущих через образец: для этого снимем зависимость напряжение от тока  $J_M$ , текущего через электромагнит.

$J_r$	0,13 мА										
$U$ , мВ	0,074	0,335	0,593	0,839	1,075	1,297	1,497	1,667	1,799	1,900	1,979
$J_M$ , мА	0	0,18	0,36	0,54	0,72	0,90	1,08	1,26	1,42	1,70	1,88
$J_r$	0,3 мА										
$U$ , мВ	0,042	0,611	1,215	1,805	2,353	2,847	3,321	3,702	3,994	4,327	4,500
$J_M$ , мА	0	0,18	0,36	0,54	0,72	0,90	1,08	1,26	1,42	1,70	1,88
$J_r$	0,41 мА										
$U$ , мВ	0,058	0,845	1,629	2,629	3,141	3,821	4,153	4,951	5,367	5,684	5,938
$J_M$ , мА	0	0,18	0,36	0,54	0,72	0,90	1,08	1,26	1,44	1,62	1,81
$J_r$	0,52 мА										
$U$ , мВ	0,056	0,1025	2,058	3,091	3,938	4,788	5,554	6,199	6,178	7,106	7,419
$J_M$ , мА	0	0,18	0,36	0,54	0,72	0,90	1,08	1,26	1,44	1,62	1,80
$J_r$	0,63 мА										
$U$ , мВ	0,027	1,268	2,471	3,651	4,747	5,779	6,716	7,525	8,153	8,633	9,010
$J_M$ , мА	0	0,18	0,36	0,54	0,72	0,90	1,08	1,26	1,44	1,62	1,80
$J_r$	0,74 мА										
$U$ , мВ	0,035	1,395	2,852	4,295	5,591	6,814	7,891	8,879	9,616	10,147	10,572
$J_M$ , мА	0	0,18	0,36	0,54	0,72	0,90	1,08	1,26	1,44	1,62	1,79
$J_r$	0,85 мА										
$U$ , мВ	0,033	1,639	3,257	4,826	6,309	7,816	9,037	10,096	10,972	11,626	12,062
$J_M$ , мА	0	0,18	0,36	0,54	0,72	0,90	1,08	1,26	1,44	1,62	1,79
$J_r$	0,96 мА										
$U$ , мВ	0,035	1,821	3,663	5,353	7,042	8,595	9,991	11,177	12,158	12,893	13,893
$J_M$ , мА	0	0,18	0,36	0,54	0,72	0,90	1,08	1,26	1,44	1,62	1,79

**Замечание:** При снятии напряжения с вольтметра графики  $U_H(B)$  стоит строить для измеренных напряжений за вычетом напряжения, которое измерено при нулевом токе через образец,

когда в электромагнит его не вставили.  
(график для эдс Холла)

3. Определив коэффициенты  $k = dU_H/dB$ , построим график  $k(J_r)$
4. Определим знак носителей для германия: для этого (алгоритм)
5. Рассчитаем концентрацию  $n$  носителей тока, удельное сопротивление  $\rho_0$ , удельную проводимость  $\sigma_0$ , подвижность  $\mu$  носителей.