

Лабораторная работа "Эффект Холла в полупроводниках"

Шевцов Кирилл Б03-402

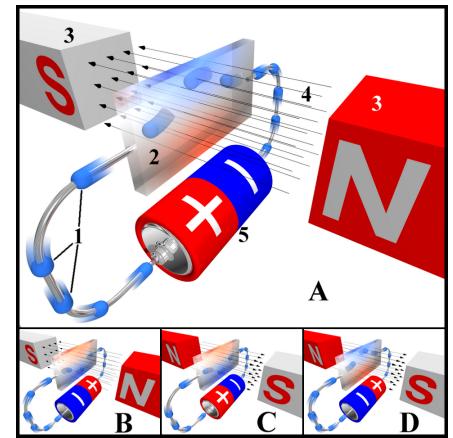
14 декабря 2025 г.

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.

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

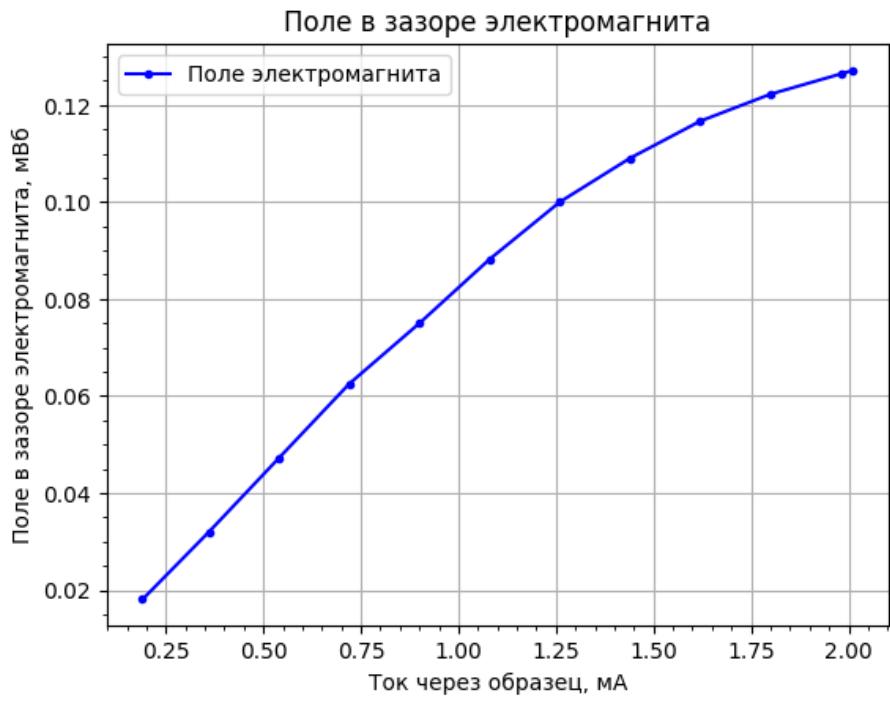
Возникающее поле образует ненулевую разность потенциалов, возникающую на краях образца. Вектор потока $j = nq\vec{v}$, тогда $E = cjB/nq$. Величину $H = (nq)^{-1}$ называют постоянной Холла.

2 Выполнение работы

- 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
Φ , 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	J_M , мА	U , мВ								
J_r	0,3 мА										
	U , мВ	J_M , мА	U , мВ								
J_r	0,41 мА										
	U , мВ	J_M , мА	U , мВ								
J_r	0,52 мА										
	U , мВ	J_M , мА	U , мВ								
J_r	0,63 мА										
	U , мВ	J_M , мА	U , мВ								
J_r	0,74 мА										
	U , мВ	J_M , мА	U , мВ								
J_r	0,85 мА										
	U , мВ	J_M , мА	U , мВ								
J_r	0,96 мА										
	U , мВ	J_M , мА	U , мВ								

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 ρ_0 , удельную проводимость σ_0 , подвижность μ носителей.