

Методика выполнения работы (подробное описание)

Ниже приведён максимально подробный порядок действий для проведения лабораторной работы «Исследование эффекта Холла в полупроводнике». Предполагается, что вся измерительная аппаратура уже смонтирована на соответствующем стенде и содержит следующие элементы:

- Источник питания для датчика Холла (**E1**);
- Источник питания для электромагнита (**E2**);
- Потенциометр **R1** (на панели может быть обозначен как «Ток ДХ»), отвечающий за регулировку тока **I1** через датчик Холла;
- Потенциометр **R2** (на панели может быть обозначен как «Ток ЭМ»), отвечающий за регулировку тока **I2** в катушках электромагнита;
- Миллиамперметр (**mA**) для контроля тока **I1**;
- Вольтметр **V2** для контроля тока **I2** (через шунтирующий резистор $R = 1 \Omega$);
- Операционный усилитель (**ОУ**) с коэффициентом усиления k , к которому подключён датчик Холла;
- Вольтметр **V1** для измерения выходного напряжения усилителя (**U1**), связанного с напряжением Холла **U_х**.

1. Подготовка измерительной аппаратуры

1. Проверка включения и нулевых установок потенциометров:

- Убедитесь, что потенциометр **R1** (регулировка тока датчика Холла) выведен в крайнее левое положение; в этом положении ток **I1** будет близок к нулю.
- Аналогично убедитесь, что потенциометр **R2** (регулировка тока электромагнита) также выведен в крайнее левое положение; в этом положении ток **I2** практически равен нулю.

2. Установка пределов измерения на приборах:

- Миллиамперметр (**mA**), измеряющий **I1**, установите на предел, позволяющий надёжно регистрировать токи до 10–20 мА (например, «200 mA»).
- Вольтметр **V2**, измеряющий падение напряжения на шунте $R = 1 \Omega$, обычно ставят на предел «20 VDC». Поскольку $U = I_2 \times 1 \Omega$, это соответствует току **I2** до 20 А, хотя реально работа будет идти в пределах $\approx 0,1 - 1 \text{ A}$.
- Вольтметр **V1**, контролирующий выход усилителя **U1**, также переводят на предел «20 VDC», что даёт возможность измерять типичные значения выходного сигнала до 20 В.

3. Включение источников питания:

- Убедившись в минимальных установках **R1** и **R2**, включите питание стенда: **E1** (питание датчика Холла) и **E2** (питание электромагнита).
- Проверьте, что индикаторы и дисплеи приборов активны, а рабочие показатели (напряжения и токи) пока равны нулю или близки к нулю.

2. Установление тока в датчике Холла (I_1)

1. **Плавное поверните потенциометр R_1** по часовой стрелке, чтобы выставить первое нужное значение тока I_1 .
2. **Считайте показания** миллиамперметра (mA) и добейтесь, например, 2 мА (или другого запланированного значения), слегка подстраивая R_1 .
3. Запомните или запишите это значение I_1 , чтобы при необходимости вернуть установку к нему после изменений.
4. **Убедитесь**, что вольтметр V_1 (выход ОУ) пока показывает малое напряжение, так как ток I_2 в электромагните ещё не подан или минимален. Это нормально и не указывает на неисправность.

3. Съём зависимости U_x от тока электромагнита (I_2) при фиксированном I_1

1. Установите I_1 на одном из выбранных значений (например, 2 мА, как в пункте выше). Не изменяйте R_1 до окончания съёма зависимости.
2. **Постепенно увеличивайте I_2** , вращая потенциометр R_2 :
 - Начните с 0 А (практически при крайнем левом положении R_2).
 - Увеличивайте I_2 небольшими шагами (например, по 0,1 А) до максимума, доступного установке (обычно ≈ 1 А).
3. **На каждом шаге фиксируйте**:
 - Ток электромагнита I_2 (показания вольтметра V_2 , численно равные силе тока в амперах),
 - Напряжение на выходе операционного усилителя U_1 (вольтметр V_1).
4. **Дайте установке стабилизироваться** 5–10 секунд (особенно если измерения чувствительны или сигнал может колебаться), после чего перепишите точные значения I_2 и U_1 в таблицу измерений.
5. Продолжайте последовательность изменений I_2 и соответствующих записей U_1 , пока не получите 7–10 точек (включая 0 А и максимально доступное значение).
6. **Завершив серию**, переведите I_2 обратно к минимуму (или оставьте на последней точке), но не выключайте питание, чтобы не сбросить настройки датчика Холла I_1 .

4. Повторение эксперимента для других значений I_1

1. **Измените ток I_1** (поворотом R_1), чтобы установить следующее запланированное значение, например, 4 мА (или другое значение по методическим рекомендациям).
2. **Повторите все те же действия**, описанные в пункте (3):
 - Медленно увеличивайте I_2 ,
 - На каждом шаге фиксируйте I_2 и U_1 .

3. При желании можно установить порядка 4–5 различных значений **I1** (2 мА, 4 мА, 6 мА, 8 мА, 10 мА) и для каждого выполнить измерения зависимости **U1** от **I2** (или, точнее, **Ux** от **B**, когда Вы далее учтёте коэффициент усиления и формулу для $B = B_n + a I_2$).
4. Для удобства делайте в тетради или в электронной таблице отдельные колонки:

$I_1(\text{мА})$	$I_2(\text{А})$	$U_1(\text{В})$
2 мА	0.0 А	...
2 мА	0.1 А	...
\vdots	\vdots	...

5. Завершение эксперимента

1. **Уменьшите ток I2** потенциометром **R2** обратно до минимального значения.
2. **Убавьте ток I1** потенциометром **R1** до минимума.
3. **Отключите** источники питания **E1** и **E2**.
4. Убедитесь, что вольтметры и миллиамперметр вернулись к нулевым показаниям или близким к ним.
5. Заполните все необходимые графы журналов/протоколов лабораторной работы, проверьте полноту записей (чтобы не запутаться при последующей обработке).

6. Дополнительные замечания по надёжности и точности

- **Время стабилизации:** Если заметны колебания показаний вольтметра **V1**, дождитесь, пока сигнал более-менее стабилизируется (2–5 с). Слабые колебания (порядка нескольких милливольт) обычно неизбежны.
- **Контроль перегрева:** При больших токах (**I2** до 1 А) катушки электромагнита могут нагреваться. Перерывы между сериями измерений (30–60 с) могут потребоваться, чтобы получить стабильное магнитное поле.
- **Последовательность t:** Как правило, надёжнее снимать точки последовательно от меньшего к большему току **I2**, так как при обратной прогонке (от большего к меньшему) могут возникать задержки из-за остаточного намагничивания сердечника.
- **Число точек:** Желательно получить не менее 7–10 значений **I2** для каждой фиксированной **I1**, чтобы по результатам можно было строить графики и увереннее выявлять линейную зависимость.

Таким образом, данная методика позволяет

- (1) Установить различные токи через датчик Холла (**I1**),
- (2) Изменять магнитное поле электромагнита за счёт изменения **I2**,
- (3) Измерять выходное напряжение усилителя (**U1**), связанное с реальным напряжением Холла **Ux**,
- (4) Впоследствии, при обработке, использовать формулы для перевода **U1** в **Ux** (с учётом коэффициента усиления k), а также для расчёта индукции B (через известные B_n и a).