

Отчет по лабораторной работе

# **ВОЛЬТ-АМПЕРНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ДИОДОВ ШОТТКИ**

Работу выполнили студенты

**Поляков Андрей, Козлов Александр**

Нижний Новгород, 20 апреля 2022 г.

# Содержание

<b>1</b>	<b>Вольт-амперная характеристика диода Шоттки</b>	<b>3</b>
<b>2</b>	<b>Определение эффективной постоянной Ричардсона, эффективной высоты потенциального барьера Шоттки и эффективной массы электрона</b>	<b>4</b>
<b>3</b>	<b>Определение фактора неидеальности диода Шоттки</b>	<b>5</b>

# 1 Вольт-амперная характеристика диода Шоттки

Измерили вольт-амперную характеристику (ВАХ) диодов Шоттки при различных температурах. Первым делом обсудим температуру. Температура определялась по напряжению на термопаре "медь-константан" и постоянно менялась. Чтобы перевести напряжение термопары в температуру, надо было воспользоваться градуировочной таблицей из методички, что мы и сделали с помощью кусочно-линейной аппроксимации данных таблицы.

Изначально ток измерялся в Амперах, но для соотнесения с теорией необходимо было перейти к плотности тока. Для этого использовалось знание о том, что поперечная площадь образца  $S = 0.5 \text{ мм}^2$ .

На Рис. 1 представлены снятые ВАХ диода Шоттки. Видно, что все измерения снимались при условии  $V > kT/e$ . Из теории известно, что плотность тока зависит от напряжения следующим образом

$$j = j_0 \left( \exp \left\{ \frac{eV}{kT} \right\} - 1 \right), \quad (1)$$

где

$$j_0 = A^* T^2 \exp \left\{ -\frac{e\varphi_b}{kT} \right\}. \quad (2)$$

Здесь  $A^* = 4\pi m^* e k^2 / h^3$  — эффективная постоянная Ричардсона,  $\varphi_b$  — высота потенциального барьера Шоттки.

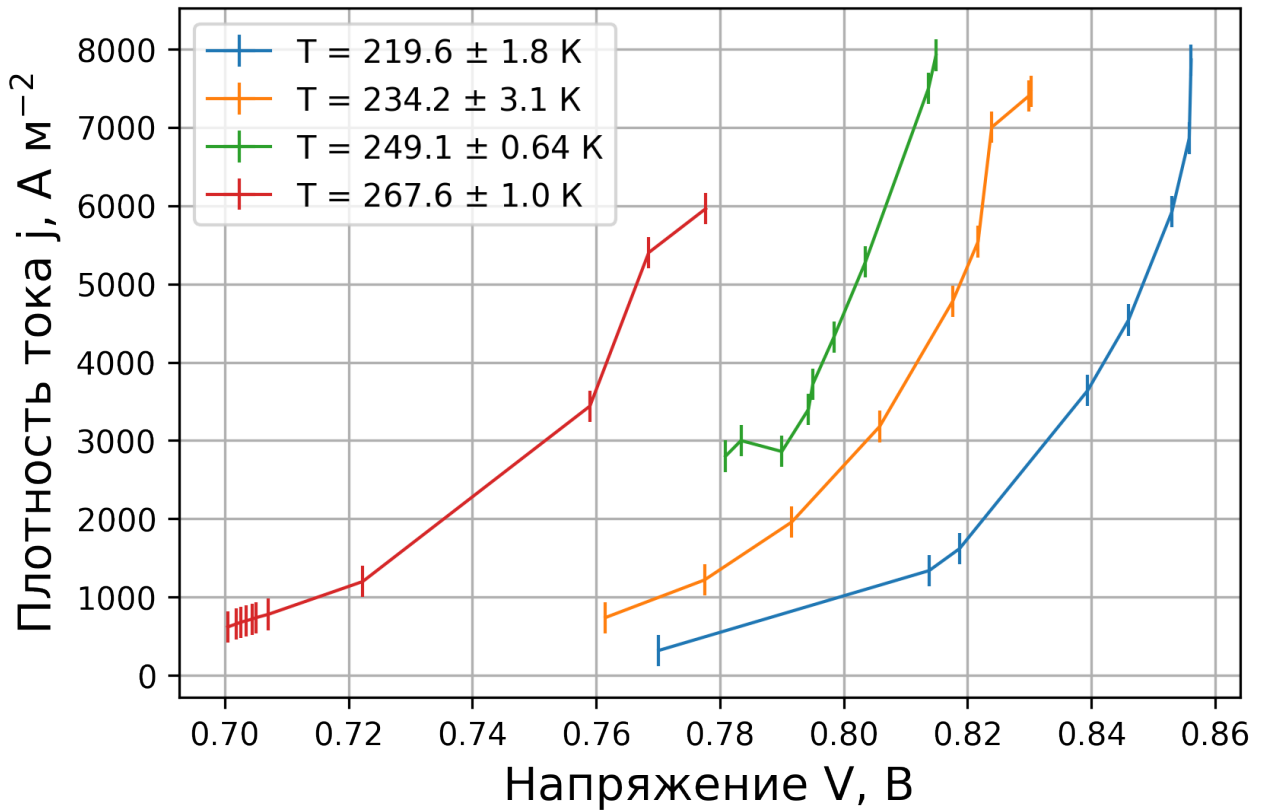


Рис. 1: Семейство ВАХ диода Шоттки при различных температурах. Измерительная погрешность тока взята за 0.1 мА.

## 2 Определение эффективной постоянной Ричардсона, эффективной высоты потенциального барьера Шоттки и эффективной массы электрона

Для того, чтобы определить эффективную постоянную Ричардсона  $A^*$  и эффективную высоту потенциального барьера Шоттки  $\varphi_0 = \varphi_{b0} - \Delta\varphi_{b0}$ , была построена на основе экспериментальных данных зависимость  $\ln\{j / [1 - \exp(-eV / kT)]\}$  от  $V$  (см. Рис. 2).

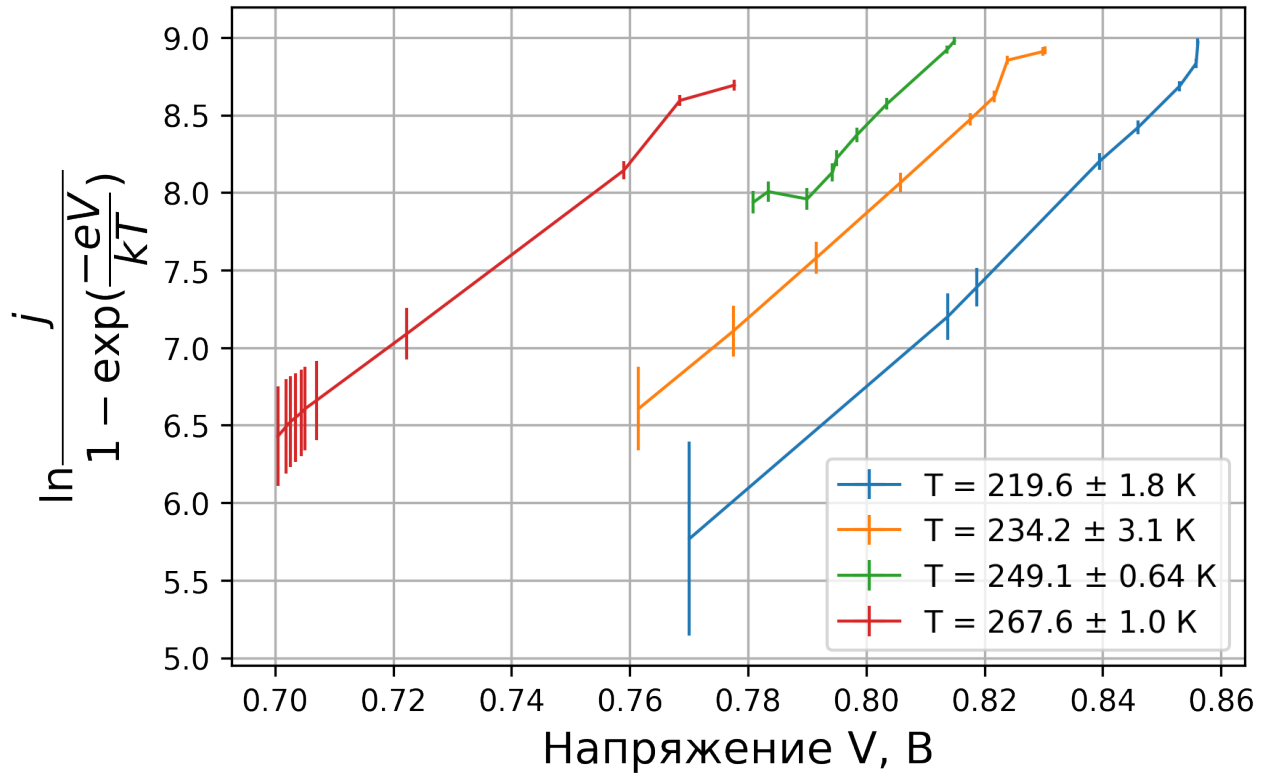


Рис. 2: Зависимость  $\ln\{j / [1 - \exp(-eV / kT)]\}$  от  $V$  при различных температурах. Погрешности рассчитаны стандартным образом.

Каждая из таких зависимостей аппроксимировалась прямой и находился свободный коэффициент линейной регрессии, который равен  $\ln j_0$ . Это позволило определить зависимость  $j_0$  от температуры. Далее строилась зависимость  $\ln\{j_0 / T^2\}$  от  $1 / T$  и опять же делалась линейная регрессия (см. Рис. 3). Старший коэффициент в такой линейной регрессии равен  $-e\varphi_0/kT$ , а свободный —  $\ln A^*$ , откуда требуемые значения и находились.

Итоговые значения с учётом погрешностей метода наименьших квадратов, который использовался для линейной регрессии, получились следующими:

$$A^* = (7.3 \pm 10.3) \times 10^3 \text{ А м}^{-2} \text{ К}^{-2}; \quad \varphi_0 = 0.80 \pm 0.03 \text{ В.} \quad (3)$$

Отсюда находим, что  $m^*/m = 0.006 \pm 0.009$ .

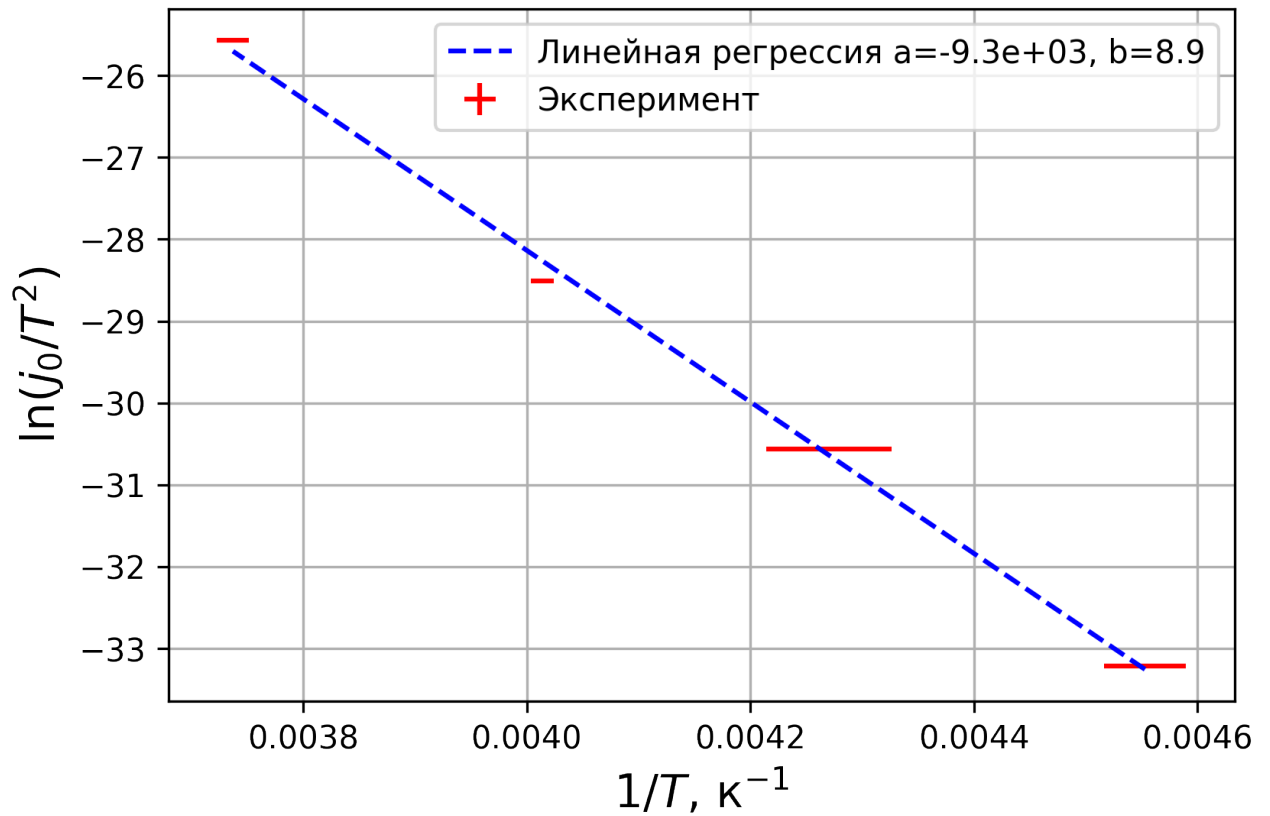


Рис. 3: Зависимость  $\ln\{j_0 / T^2\}$  от  $1 / T$ .

### 3 Определение фактора неидеальности диода Шоттки

Для определения фактора неидеальности диода Шоттки  $n$  была использована следующая формула

$$n = \frac{ej}{kT \, dj / dV}. \quad (4)$$

Данный фактор был рассчитан для каждой ВАХ. Все значения были собраны в один массив, затем было вычислено среднее значение по массиву, а так же стандартное отклонение, что дало ответ  $n = 1.24 \pm 0.51$ .