

# Исследование фотопроводимости полупроводников

Шмаков Владимир Евгеньевич - ФФКЭ гр. Б04-105

25 апреля 2024 г.

## Цель работы

1. Познакомиться с явлением фотопроводимости
2. Оценить ширину запрещенной зоны CdS и CdSe

## Теоретические сведения

Электропроводность полупроводника увеличивается под действием света. Это явление называется **фотопроводимостью** или внутренним фотоэффектом.

В отсутствии света в полупроводнике присутствует некоторое количество носителей тока: электроны переходя из валентной зоны в зону проводимости (в случае наличия примесей возможны также переходы с донорных на акцепторные уровни) в результате теплового движения. Количество таких носителей определяется температурой кристалла, они называются равновесными и составляют темновой ток.

Фотопроводимость проявляется в случае, если энергия квантов превышает некоторое пороговое значение. Для собственной фотопроводимости это значение равно ширине запрещенной зоны, а в случае примесной — энергии ионизации соответствующего уровня. Минимальная частота света, при которой возможно появление неравновесных электронов (то есть, электронов фотопроводимости), называется красной границей фотоэффекта. При этом можно считать, что включение света не влияет на концентрацию равновесных электронов.

## Методика

### Оборудование

- Призмный монохроматор
- Лампа накаливания
- Неоновая Лампа - для проверки градуировки
- Набор линз
- Вольтметр
- Исследуемые образцы

### Экспериментальная установка

В работе исследуются два образца: CdS и CdSe. Схема установки приведена на рисунке ???. Свет от источника И с помощью линзы Л фокусируется на щель монохроматора УМ-2, находящуюся в фокусе линзы Л<sub>1</sub>. Пучок света разлагается призмой П, и выходная щель, находящаяся в фокусе линзы Л<sub>2</sub>, вырезает определенную область спектра. После прохождения монохроматора свет падает на ячейку Я с образцом. Вольтметр В7-34 нужен для измерения тока через образец.

Для корректировки градуировки монохроматора используется неоновая лампа. В спектре неона несложно найти желтый дуплет. Ориентируясь на дуплет можно проверить корректность градуировочных кривых.

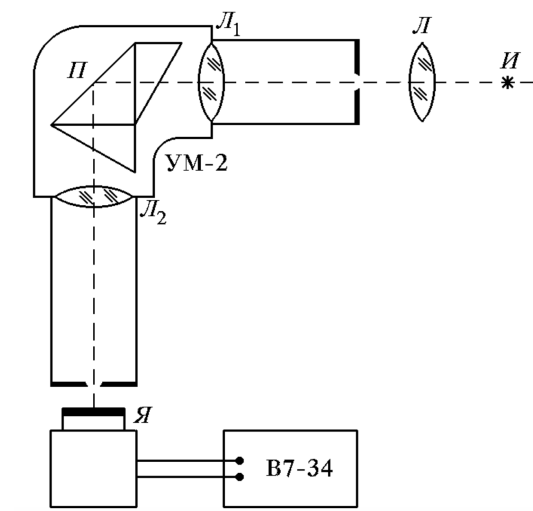


Рис. 1: Схема экспериментальной установки

## Обработка экспериментальных данных

### Градуировочные кривые

Для дальнейшей обработки экспериментальных данных потребуются градуировочные кривые. Как видно на рисунке ??, обе градуировочные кривые хорошо приближаются экспоненциальной функцией вида  $ae^{c(x-b)} + d$ .

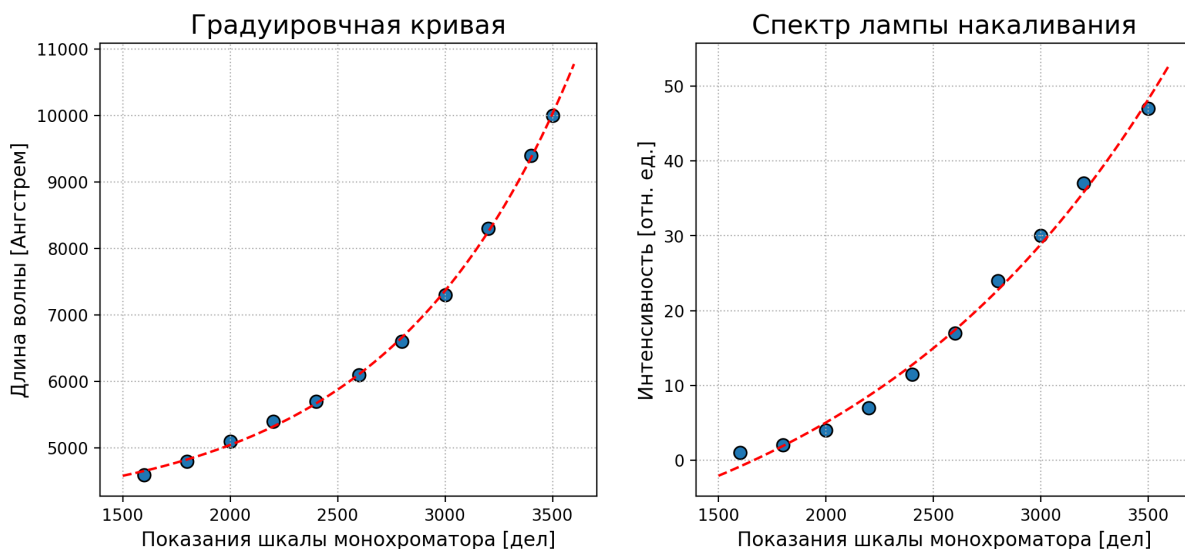


Рис. 2: Приближение градуировочных кривых экспоненциальной функцией

### CdSe

Для построения зависимости **фотоответа** - количества электронов на один упавший фотон от длины волны используется следующий алгоритм:

- По градуировочной кривой зависимости длины волны от показаний монохроматора переводим ось  $x$  в ангстремы.
- Для вычисления фотоответа делим экспериментально полученные значения напряжения на интенсивность при данном значении шкалы.

Построим зависимость фотоответа от длины волны для образца Кадмий-Селена.

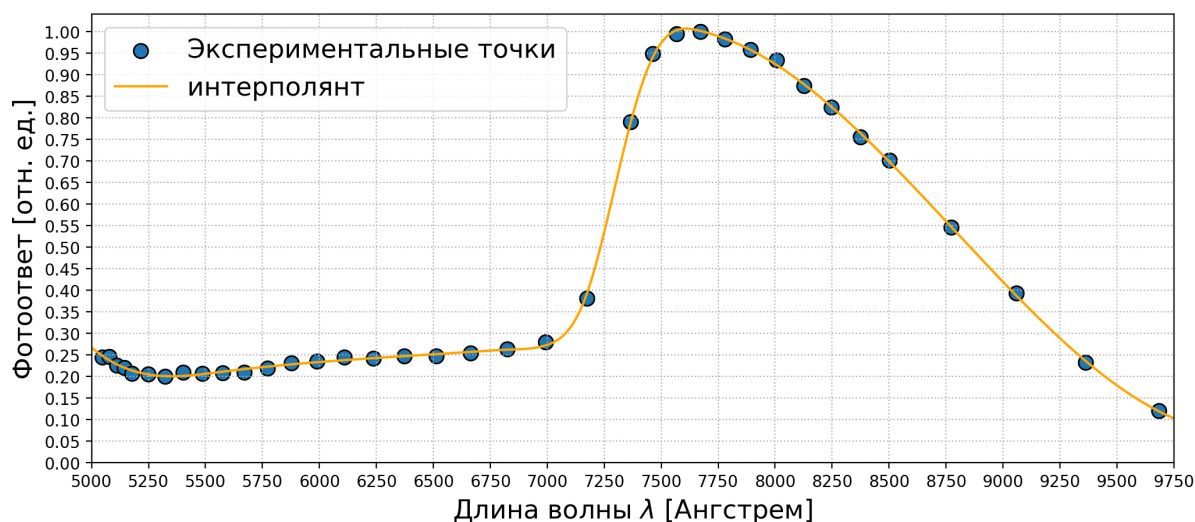


Рис. 3: Спектральная зависимость для образца CdSe

Для нахождения ширины запрещенной зоны оценим красную границу эффекта как величину  $\lambda$  при которой фотоответ падает в два раза. Тогда  $\lambda_{CdSe} \sim 875$  нм, что соответствует энергии  $E_{CdSe} = 1.417$  эВ.

Для лучшей оценки следует построить зависимость фотоответа от энергии. Для прямозонных полупроводников зависимость квадрата фотоответа от энергии имеет линейный характер. Пересечение наилучшей прямой с осью энергий даёт ширину запрещенной зоны.

## CdS

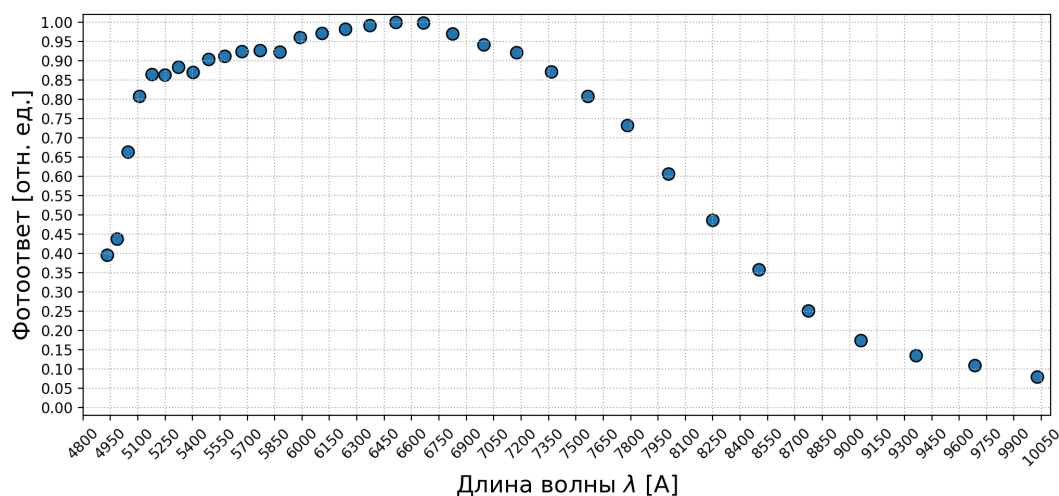


Рис. 4: Спектральная зависимость для образца CdS

Аналогично для CdS:  $\lambda = 740$  нм, что соответствует энергии  $E_{CdS} = 1.7$  эВ

## Вывод

Удалось оценить ширину запрещенной зоны двух образцов. Погрешность измерения оказалась достаточно большой.

Ошибка может быть связана с двумя факторами:

1. Неверная «умозрительная» методика оценки  $\lambda$ .
2. Неверная градуировка монохроматора.