

# АНИЗОТРОПНЫЕ КВАНТОВЫЕ ТОЧКИ В ЭЛЕКТРИЧЕСКОМ И МАГНИТНОМ ПОЛЯХ

Е.И. Брусенская, Р.А. Хамидуллин

*Приднестровский государственный университет им. Т.Г. Шевченко,  
г. Тирасполь, ул. 25 октября, 109,  
khamidullin\_ra@mail.ru*

Исследованы состояния носителей заряда в квантовых точках, находящихся во внешних электрическом и магнитном полях, с учетом возможной анизотропии свойств материала квантовых точек. Изучено влияние электрического и магнитного полей на поглощение света в квантовых точках во внешних электрическом и магнитном полях, при учете рассеяния носителей заряда на длинноволновых акустических колебаниях кристаллической решетки.

Была выбрана модель квантовой точки относительно крупной по размерам, с достаточным количеством носителей заряда, так чтобы можно было использовать понятие функции плотности состояний носителей и приближение эффективной массы.

Для расчетов был взят параболический ограничивающий потенциал наносистемы при различных степенях анизотропии эффективной массы носителей заряда, что, при фиксированном значении потенциального барьера на границе, соответствует различным формам и размерам эллипсоидальных квантовых точек.

Найдены в приближении метода эффективной массы волновые функции и собственные значения энергии осцилляторного типа для носителей заряда в квантовых точках в электрическом и магнитном полях. Энергетические спектры носителей заряда (электронов и дырок) в квантовых точках в электрическом и магнитном полях являются полностью квантованными и невырожденными (за исключением случайного вырождения). Действие электрического и магнитного полей различно.

Так магнитное поле снимает вырождение (если оно было) и увеличивает энергию квантования (увеличивается частота колебаний электронного осциллятора, причем, из-за анизотропии в квантовой точке, для различных направлений поля по-разному).

Электрическое поле, наоборот, вырождение не снимает и одинаково для всех уровней понижает энергию электронов (повышает для дырок) на величину, зависящую от направления (из-за анизотропии в квантовых точках) и величины электрического поля, так же смещает центр электронного осциллятора против поля. Поэтому расчет справедлив только для не слишком больших электрических полей, таких чтобы центр электронного осциллятора оставался достаточно удален от границы квантовой точки.

Если электрическое и магнитное поля некоординатны, то в волновой функции имеется экспоненциальный фазовый множитель, зависящий от электрического и магнитного полей (своеобразный аналог эффекта Холла).

Ширина запрещенной зоны в квантовой точке в электрическом и магнитном полях уменьшается с ростом электрического поля и возрастает с ростом магнитного поля по-разному для различных направлений полей (из-за анизотропии в квантовой точке).

Расчет характеристик поглощения света в квантовых точках в электрическом и магнитном полях проводился из формулы Кубо, подобно [1], при учете рассеяния носителей заряда на акустических фононах.

Поскольку магнитное поле снимает вырождение, в спектре поглощения света появляются новые линии. С ростом магнитного поля линии поглощения смещаются в коротковолновую область и увеличивается степень расщепления. Величина поглощения может сильно (экспоненциально) зависеть от величин и конфигурации магнитного и электрического полей (из-за анизотропии), так как ими изменяется степень перекрытия волновых функций.

Воздействие электрического поля приводит к сдвигу целиком параболы потенциальной энергии по энергии и в пространстве, но не меняет ее формы, и с ростом электрического поля происходит смещение всех линий поглощения в длинноволновую область спектра на одну и ту же величину (из-за анизотропии в квантовой точке это смещение различно для разных направлений поля), а ширина линий поглощения остается такой же, как и в отсутствие электрического поля в работе [1] (характер рассеяния носителей на фононах не меняется).

1. Э.П. Синявский, Е.И. Брусенская, А.В. Бурлачук. Вестник Приднестровск. ун-та, 3, 53 (2013).