

УДК 621.373.826

М.О. Нестоклон (6 курс, каф. ФТТ), Е.Л. Ивченко, д.ф.-м. н., проф.

## ИНТЕРФЕЙСНЫЕ ОПТИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ГЕТЕРОПЕРЕХОДОВ II ТИПА В МЕТОДЕ СИЛЬНОЙ СВЯЗИ

Полупроводники с решёткой цинковой обманки (большинство соединений  $A^3B^5$  и  $A^2B^6$ ) обладают кубической симметрией. Если вырастить из этих соединений гетероструктуру, появляется выделенное направление – направление оси роста. Для структур очень хорошего качества появляется ещё одно выделенное направление, соответствующее плоскости химических связей на гетероинтерфейсе. С этим связано возникновение латеральной оптической анизотропии (анизотропии в плоскости интерфейса) – при злучении вдоль оси роста свет оказывается линейно поляризован.

Эксперимент показывает, что в многослойных гетероструктурах типа II ( $ZnSe/BeTe$ ,  $InAs/AlSb$  и  $CdS/ZnSe$ ) при излучении в направлении оси роста наблюдается гигантская линейная поляризация фотолюминесценции, достигающая 80% и намного превышающая аналогичный эффект в гетероструктурах I типа. Так как на переходе II типа электроны и дырки локализованы в соседних слоях, возможны только пространственно не прямые междузонные переходы вблизи интерфейса. Направления  $[110]$  и  $[1-10]$  в плоскости интерфейса в кристалле с решёткой цинковой обманки неэквивалентны, следовательно, симметрия допускает латеральную оптическую анизотропию оптических переходов, которая и наблюдается в эксперименте.

Провести расчёт не прямых оптических переходов в методе эффективной массы не представляется возможным. Поэтому для расчёта была использована микроскопическая теория сильной связи, в которой явно учитывается направление химических связей между анионными и катионными плоскостями.

В работе [1] построена теория сильной связи, которая позволяет исследовать оптические свойства гетероструктур AC/A'C' типа II без общего аниона ( $A^?A'$ ) и катиона ( $C^?C'$ ). Расчёт на примере пары  $ZnSe/BeTe$  показал, что уже в простейшем  $sp^3$ -методе сильной связи, корректно описывающем зонную структуру полупроводника, степень поляризации излучения при оптических переходах на интерфейсе II типа может быть гигантской. Показано, что излучение преимущественно поляризовано в плоскости, в которой лежат интерфейсные химические связи.

Ещё один интересный эффект, для описания которого необходимо знание микроскопической волновой функции – обсуждаемая в литературе (см. [2]) возможность существования на интерфейсе  $InAs/AlSb$  локализованных дырочных состояний. Для расчёта интерфейсных дырочных состояний необходима микроскопическая теория с учётом спин-орбитального расщепления, позволяющая корректно описывать состояния из валентной зоны.

Мы изменили метод сильной связи [1], введя в него спин-орбитальное расщепление, следуя [3]. Предварительный расчёт показал, что в таком рассмотрении описываются локализованные на интерфейсе дырочные состояния. Кроме того, так как в данном расчёте корректно воспроизводятся состояния валентной зоны, также поддаются анализу эффекты, связанные со смешиванием тяжёлых и лёгких дырок на интерфейсе. Расчёт, аналогичный проведённому в [1], позволяет ответить на вопрос об относительном вкладе размерно квантованных и локализованных на интерфейсе состояний в оптические свойства гетеропереходов II типа.

ЛИТЕРАТУРА:

1. "Оптические переходы на полупроводниковом интерфейсе типа II в эмпирической теории сильной связи", Е.Л. Ивченко, М.О. Нестоклон, ЖЭТФ том 121, вып. 3, с. 747-757 (2002) в переводе "Optical transitions on a type II semiconductor interface in the empirical tight-binding theory", E.L. Ivchenko and M.O. Nestoklon, Journal of Experimental and Theoretical Physics, Vol.94 №.3, pp. 644-653 (2002).
2. "Localized Interface States and the Optical Spectra of AlSb/InAs Heterostructures", M.J. Shaw, G. Gopir, P.R. Briddon and M. Jaros, J. Vac. Sci. Technol. B, **16**(4) 1794 (1998).
3. "Spin-Orbit Splitting in Crystalline and Compositionally Disordered Semiconductors", D.J. Chadi, Phys. Rev. B, **16**(2), pp. 790-796 (1977).