

**Моделирование спектров светоизлучающих диодов**

Бобученко Д. С.

Белорусский национальный технический университет

В настоящее время светоизлучающие диоды на основе гетероструктур InxGaN/GaN с множественными квантовыми ямами находят широкое применения благодаря высокой излучательной эффективности, несмотря на огромное количество структурных дефектов в этих структурах. Экспериментальные результаты [1] говорят о том, что механизм электролюминесценции в этих структурах является результатом радиационной рекомбинации в In обогащенных областях играющих роль квантовых точек (QD), сформированных в результате фазового разделения в InGaN квантовых ямах (QW) благодаря низкой смешиваемости InN в GaN. Это приводит к необходимости, при моделировании спектров электролюминесценции рассматривать модель, состоящую из квантовых точек в квантовых ямах. Скорость спонтанного излучения, в которую вносят вклад QD и QW, определяется:  $r_{2d}^{sp}(E) = b_{qw}r_{qw}^{sp}(E) + r_{qd}^{sp}(E)$ , где  $b_{qw}$ - коэффициент между нулём и единицей, пропорциональный отношению площади квантовой ямы к общей площади. Скорость спонтанного излучения в квантовых точках[2]:

$$r_{qd}^{sp}(E) = \sum_s \sum_{i,j} \frac{q^2 n_r E M_b^2 N_{qd}(s)}{\pi \epsilon_0 m_0^2 \hbar^2 c_0^3 t_{cmpl}} |\langle \varphi_{is} | \varphi_{js} \rangle|^2 G_s(E - E_{ijs}) f_c(1 - f_v)$$

Сумма вычисляется по всем возможным электронным и дырочным состояниям и всем размерам точек.  $N_{qd}(s)$  – поверхностная плотность квантовых точек с размером  $s$ .  $M_b$  – матричный элемент.  $t_{cmpl}$  – толщина точечно ямного комплекса.  $G_s(E)$  – функция уширения Гаусса, учитывающая внутризонное и неоднородное уширение.  $f_c(E_{i,s})$  – функция Ферми. Скорость спонтанного излучения в квантовых ямах [3]:

$$r_{qw}^{sp}(E) = \sum_{i=j} \left( \frac{2\pi}{\hbar} \right) |H_{ij}|^2 f_j'(1 - f_i') D(E) \rho_{ij}$$

$D(E)$ - приведенная плотность состояний,  $\rho_{ij}$  - электронная плотность состояний,  $|H_{ij}|^2$  – оптический матричный элемент.