

Влияние неоднородного возбуждения активной области полупроводникового дискового лазера на его выходные характеристики

Н.Р. Юнусова^{1,2}, В.И. Козловский^{1,2}, М.Р. Бутаев², Я.К. Скасырский²

*¹Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ».
Каширское шоссе, д. 31, 115409, г. Москва*

*²Физический институт им. П.Н. Лебедева РАН. Ленинский пр., д. 53, 119991, г.
Москва*

Электр. адрес корресп. автора:

naida.yunusova1994@mail.ru или mbutayev@mail.ru

Тел.: +7(962)371-66-51

Цель работы

Теоретическое исследование влияния неоднородности возбуждения активной области полупроводникового дискового лазера (ПДЛ) на основе гетероструктур 2-го CdS/ZnSe/ZnSSe и 1-го типа ZnCdSe/ZnSSe на его выходные характеристики.

План работы

- 1) Рассчитать спектры усиления отдельных квантовых ям в гетероструктурах CdS/ZnSe/ZnSSe и ZnCdSe/ZnSSe с 10 квантовыми ямами при концентрациях неравновесных носителей, соответствующих значениям, достигаемых при неоднородной их накачке излучением N₂-лазера. Найти суммарные спектры усиления данных гетероструктур.
- 2) Рассчитать суммарные спектры усиления данных гетероструктур для случая их однородной накачки, то есть, предполагая выравнивание концентрации неравновесных носителей по всем квантовым ямам в структуре.
- 3) Сравнить спектры усиления, полученные при однородной и неоднородной накачке рассмотренных гетероструктур.

Расчет коэффициента усиления гетероструктур

$$g(\hbar\omega) = C_g(\hbar\omega) \cdot \int_{E_{cv}}^{\infty} |M|^2 \cdot \rho_r^{QW} \cdot I^2 \cdot (f_e(E) + f_h(E) - 1) \cdot L(\hbar\omega, E) \cdot dE \quad (1)$$

$$R(\hbar\omega) = C_R(\hbar\omega) \cdot \int_{E_{cv}}^{\infty} |M|^2 \cdot \rho_r^{QW} \cdot I^2 \cdot f_e(E) \cdot f_h(E) \cdot L(\hbar\omega, E) \cdot dE \quad (2)$$

$$I = \int \psi_e(z) \cdot \psi_h(z) dz \quad (3)$$

$$\frac{\hbar^2}{2} \cdot \left[\frac{d}{dz} \left(\frac{1}{m_e^*} \cdot \frac{d\psi_e(z)}{dz} \right) \right] + [E_{e1} - U_e(z)] \cdot \psi_e(z) = 0 \quad (4)$$

$$\psi_e(z) = \exp \left[- \left(\frac{|z|}{a} \right)^b \right] \quad (7)$$

$$\frac{\hbar^2}{2} \cdot \left[\frac{d}{dz} \left(\frac{1}{m_h^*} \cdot \frac{d\psi_h(z)}{dz} \right) \right] + [E_{h1} - U_h(z)] \cdot \psi_h(z) = 0 \quad (5)$$

$$\psi_h(z) = \exp \left[- \left(\frac{|z-z_0|}{c} \right)^d \right] + \exp \left[- \left(\frac{|z+z_0|}{c} \right)^d \right] \quad (8)$$

$$\frac{d}{dz} \left[\varepsilon \cdot \varepsilon_0 \cdot \frac{dV(z)}{dz} \right] + q_e \cdot \sigma \cdot \left[\frac{|\psi_e(z)|^2}{\int_{-\infty}^{\infty} |\psi_e(z)|^2 \cdot d(z)} - \frac{|\psi_h(z)|^2}{\int_{-\infty}^{\infty} |\psi_h(z)|^2 \cdot d(z)} \right] = 0 \quad (6)$$

$$U_e(z) = U_{0e}(z) + V(z), \quad U_h(z) = U_{0h}(z) + V(z) \quad (9)$$

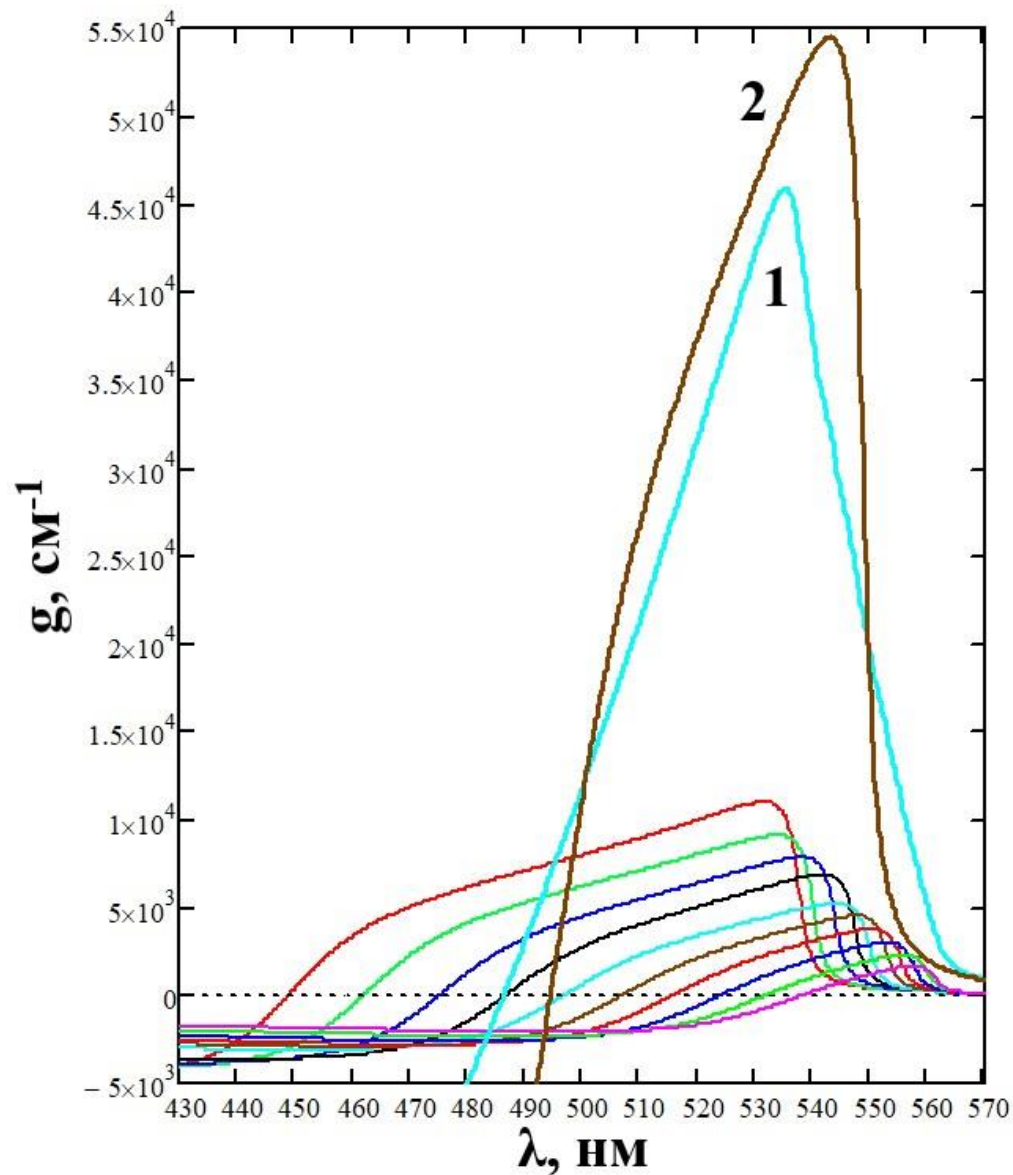
| (CdS – A, ZnSe – B) | $E_g^{AB}(0),$ эВ | $U_{C1},$ эВ | $U_{V1},$ эВ | $U_{C2},$ эВ | $U_{V2},$ эВ | m_e^A/m_0 | m_h^B/m_0 | $\Delta_s^B,$ эВ | $L^A,$ нм | $L^B,$ нм | n_r | C_r | $\tau_i,$ с | P |
|------------------------|----------------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-------------|-------------|---------------------|--------------|--------------|-------|-------|----------------|-----|
| | 2.02 | 0.8 | 0.47 | 0.014 | 0.036 | 0.18 | 0.6 | 0.42 | 2 | 3 | 2.6 | 0 | 10^{-13} | 1 |

Результаты расчетов (спектры усиления при 300 К)

Гетероструктура
CdS/ZnSe/ZnSSe с
разрывами зон 2-го типа.

1 – суммарный спектр усиления
активной области ПДЛ при ее
неоднородной накачке;

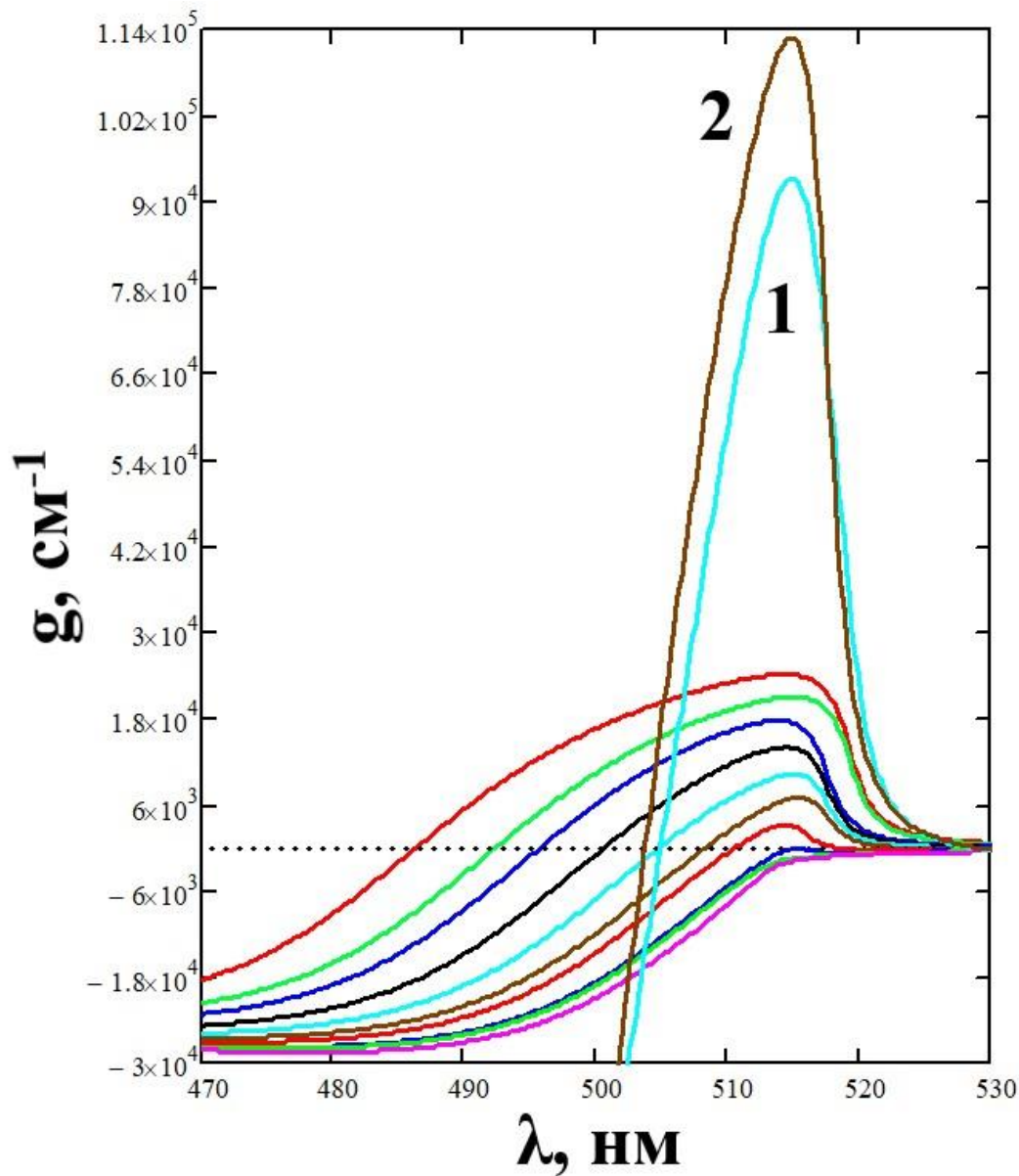
2 – суммарный спектр усиления
активной области ПДЛ при ее
однородной накачке.



Результаты расчетов (спектры усиления при 300 К)

Гетероструктура
ZnCdSe/ZnSSe с
разрывами зон 1-го типа.

1 – суммарный спектр усиления активной области ПДЛ при ее неоднородной накачке;
2 – суммарный спектр усиления активной области ПДЛ при ее однородной накачке;



Вывод

Неоднородная накачка активной области ПДЛ на основе гетероструктур CdS/ZnSe/ZnSSe (2-го типа) и ZnCdSe/ZnSSe (1-го типа) не оказывает существенное влияние на суммарный спектр оптического усиления этих гетероструктур и соответственно не должна существенно сказываться на характеристиках ПДЛ на основе данных ГС.