



18-й Литовско-Белорусский семинар
Лазеры и оптическая нелинейность



*Лебедев Е.В., Кабанов В.В., Рябцев Г.И., Безъязычная Т.В.,
Лысковский В.В., Нелаев В.В., Яковлев Ю.П.*

**Параметры зонной структуры InAs и температурная
зависимость порога генерации InAs/InAsSbP
гетеролазеров среднего ИК-диапазона**

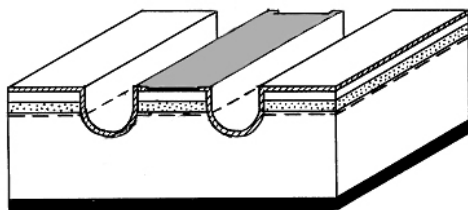
*Институт физики им. Б. И. Степанова НАН Беларуси
Белорусский государственный университет
информатики и радиоэлектроники
Физико-технический институт им. А.Ф. Иоффе РАН*



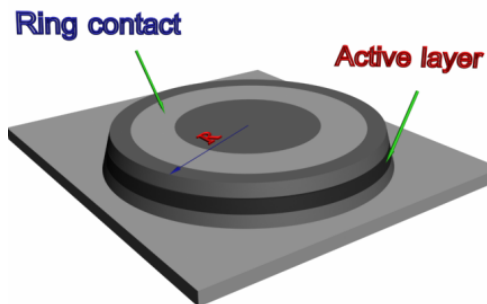
InAs/InAsSbP гетеролазеры $\lambda \approx 3 - 4$ мкм



Полосковые

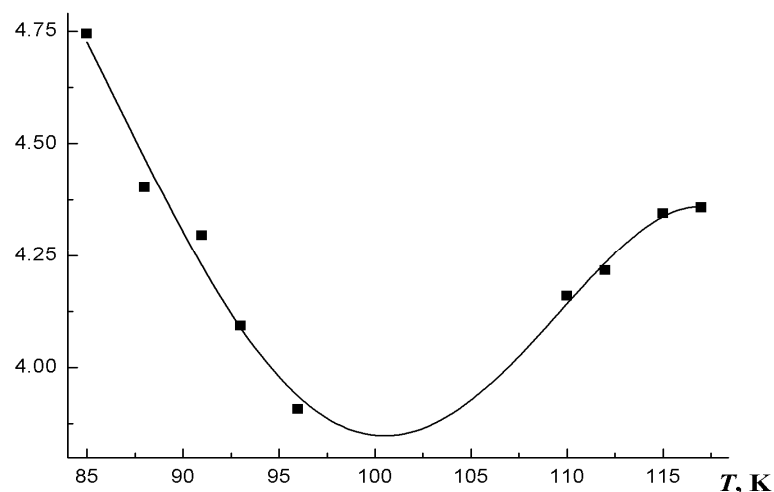


Дисковые



Температурная зависимость коэффициента Оже-рекомбинации для дискового InAs/InAsSbP гетеролазера

$C \times 10^{-38}, \text{m}^6 \text{s}^{-1}$



Оптические параметры InAs(Sb)/InAsSbP гетеролазеров

Тип лазера	$R_{SE}, \text{m}^{-3} \cdot \text{c}^{-1}$	$Q, \text{m}^{-3} \cdot \text{c}^{-1}$	$\eta_{lum}, \%$
Дисковый InAs/InAsSbP	$2.7 \cdot 10^{30}$	$2.4 \cdot 10^{31}$	10
Полосковый InAsSb/InAsSbP	$1.9 \cdot 10^{30}$	$6.1 \cdot 10^{31}$	3



Программные и вычислительные средства



Используемые программные пакеты:

VASP (*Center for Computational Material Science
University of Vienna*)

Wien2K (*Institut for Materials Chemistry, Vienna*)

ABINIT

GAMESS (*Iowa State University*)

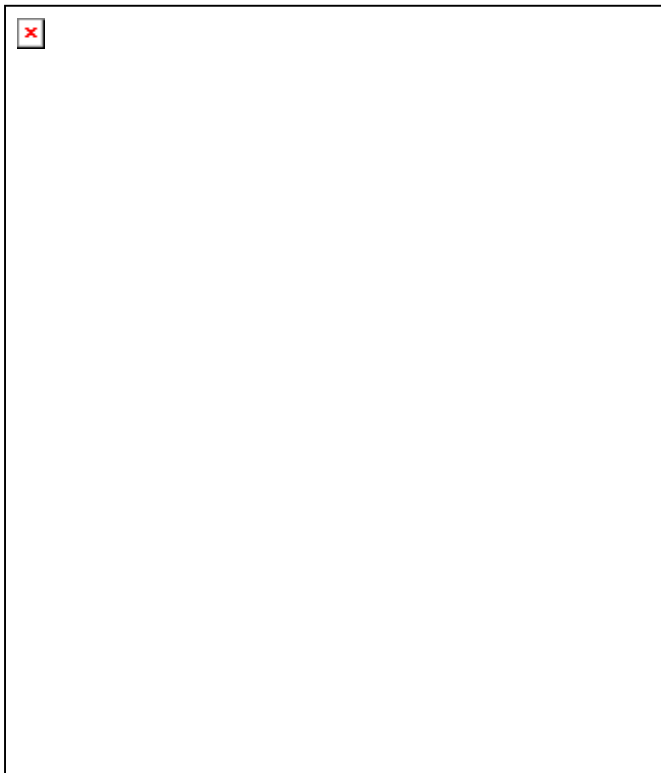
*Для вычислений использован GRID-сегмент
суперкомпьютера **СКИФ К-1000** ОИПИ НАН Беларуси*



Методика расчета



Зонная структура InAs

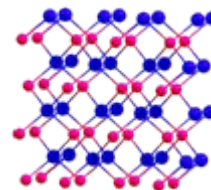


Рассчитанные значения эффективных масс электрона и дырок

$$m_c = 0.025$$

$$m_{hh} = 0.410, \quad m_{lh} = 0.023$$

Элементарная ячейка из 2-х, 8-ми и 64-х атомов



Учет влияния температуры

$$a = 6.0583 + 2.74 \cdot 10^{-5} (T - 300)$$

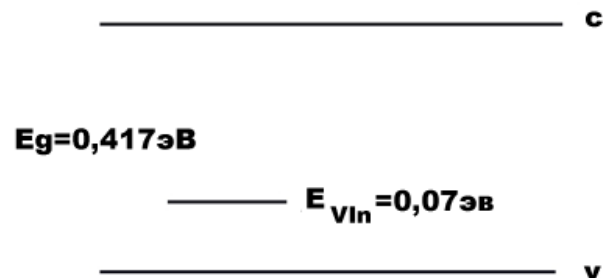
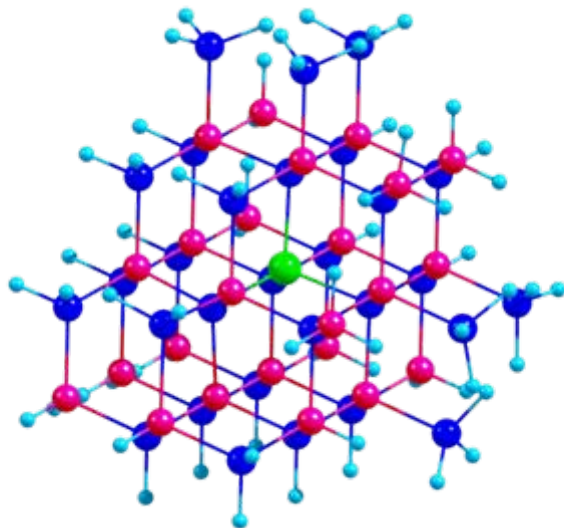
$$Q \propto \int \Psi_n^*(\vec{k}, \vec{r}) \Psi_{n'}(\vec{k}', \vec{r})$$



Дефекты и примеси в соединении InAs

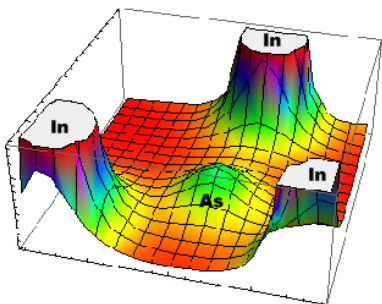


Пространственное и энергетическое положение вакансии индия

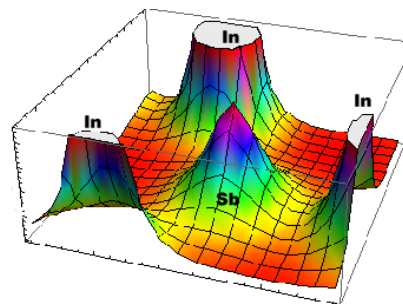


$E_{VIn} = 0.10$ эВ DFT и GW (M.J. Pushka)

Распределение потенциала вблизи атома As (a) и замещающего атома Sb (b)



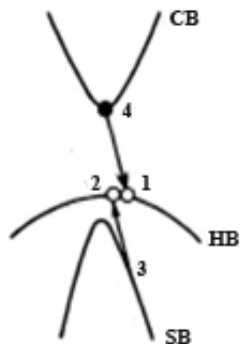
(a)



(b)

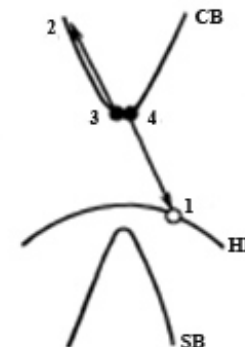


Заключение



CHSH

Детальное исследование процессов безызлучательной рекомбинации с участием различных зон (CHSH, CHCC, CHLN, CHNN)



CHCC

Определение величины усиленной люминесценции

$$j_{th} = ed(R_{SE} + Q + R_{AL})$$

Влияние примесей и дефектов

Воздействие давления и напряжений

Внешние электромагнитные поля