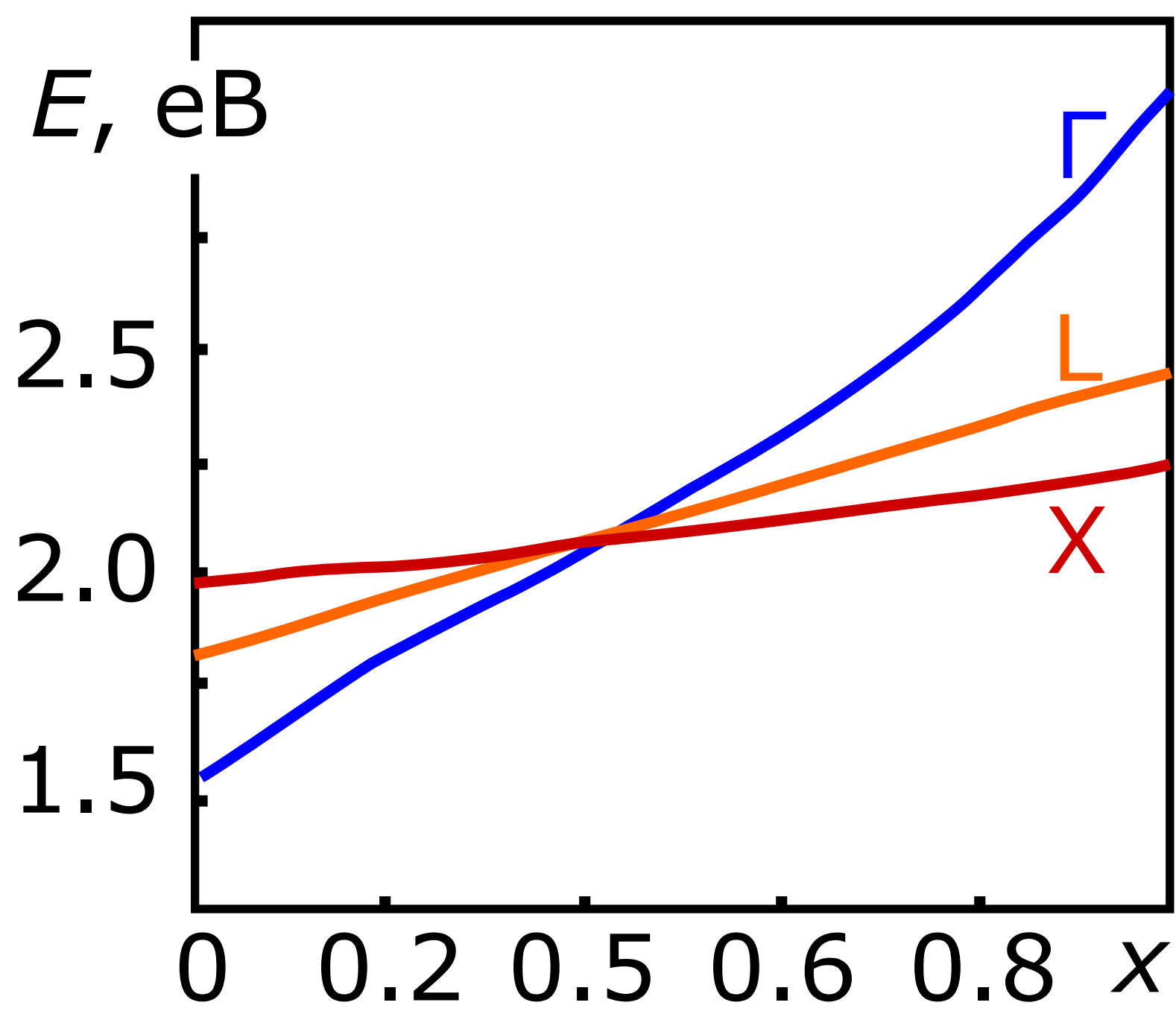


# ЧИСЕЛЬНА ДВОДОЛИННА МОДЕЛЬ (ЯДРО)

GaAs → Al<sub>x</sub>Ga<sub>1-x</sub>As → AlAs



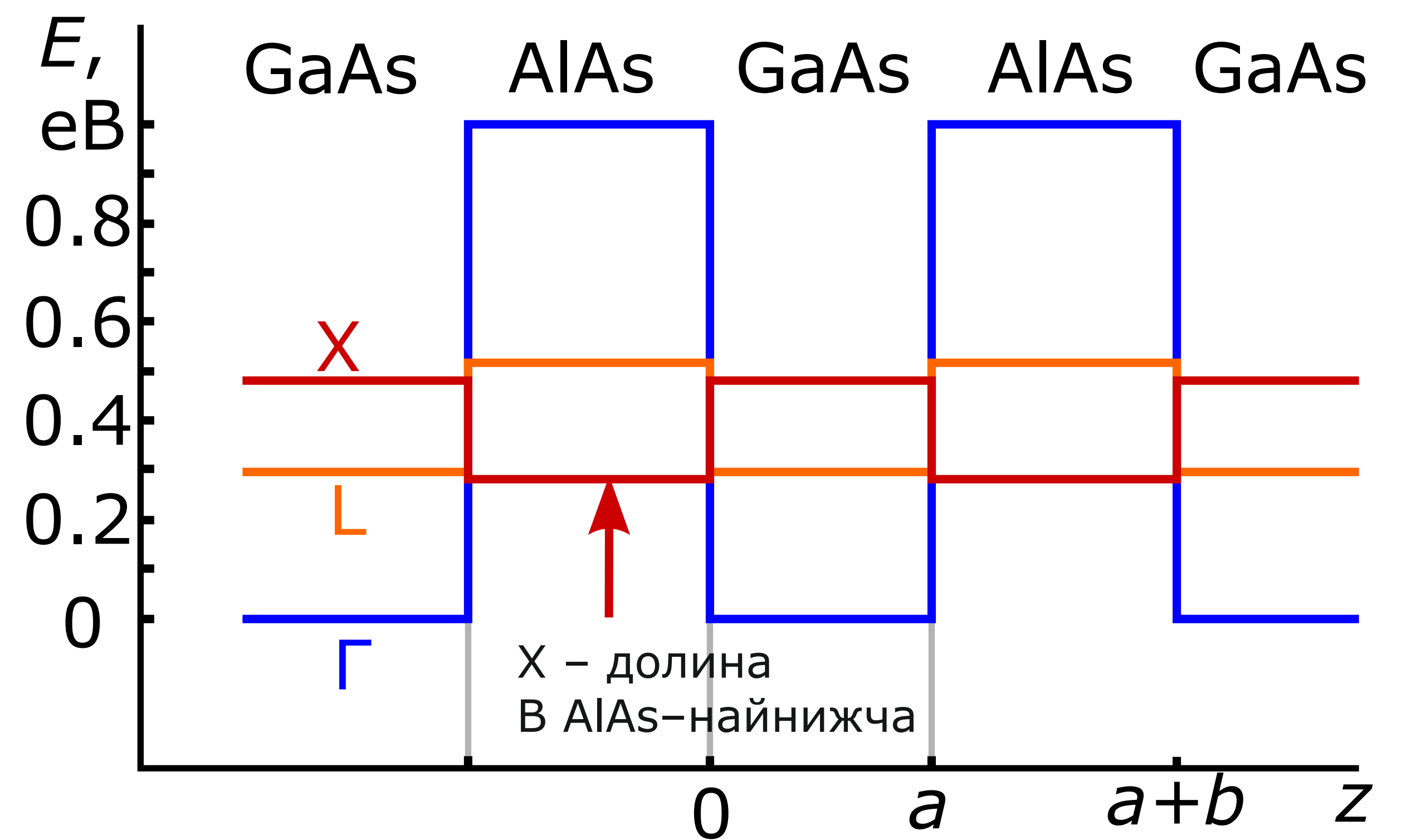
➔ Положення долин в Al<sub>x</sub>Ga<sub>1-x</sub>As

Необхідність врахування Г-Х змішування та можливість нехтування іншими видами міждолинного розсіювання доведена за допомогою **напівемпіричного методу сильного зв'язку [109]**, та **к.р [110]**

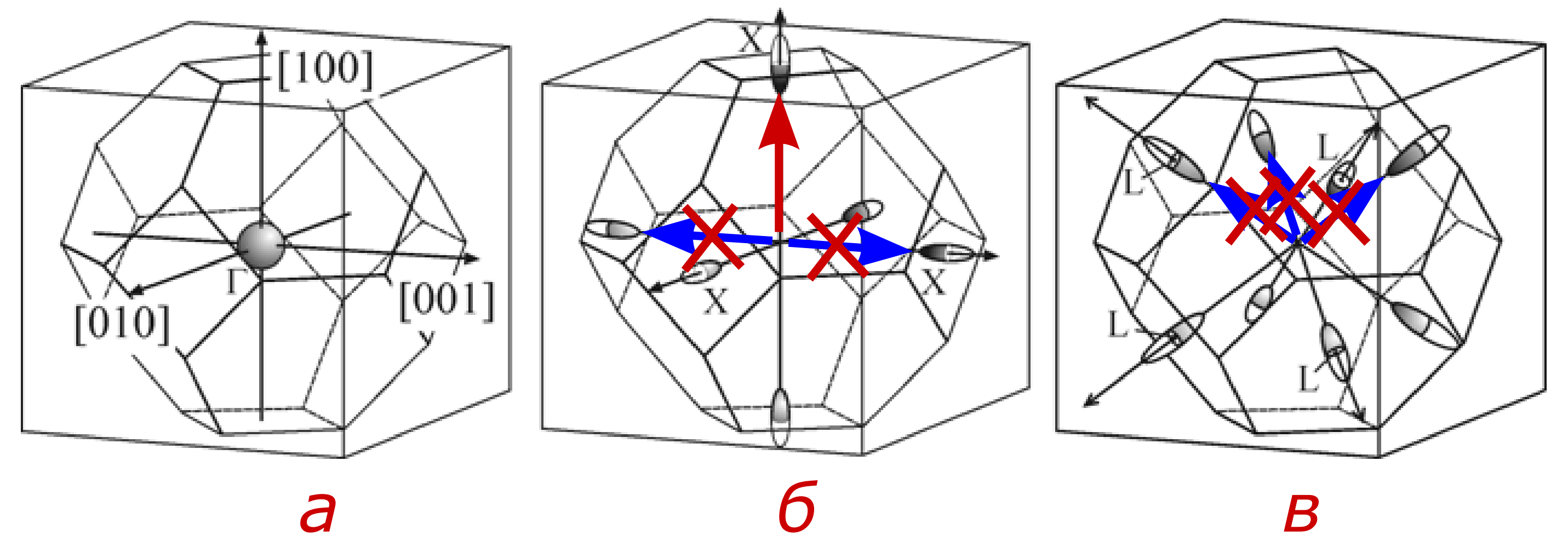
[109] Stovng A., P. Lipavsky. Multiband tight-binding approach to tunneling in semiconductor heterostructures: Application to GX transfer in GaAs / A. Stovng, P. Lipavsky // Physical Review B. – 1994. – Vol. 49. P. 16494–16504. [110] Васько Ф.Т. Электронные состояния и оптические переходы в полупроводниковых гетероструктурах / Федор Трофимович Васько. – К.: Наукова Думка, 1993. – 181 с.

В модель включено метод врахування Г-Х змішування, що розроблено в [59], [60], [61] в рамках **напівемпіричних методів** та адаптовано до методу хвильових функцій:

AlAs/GaAs РТД (типова зонна структура потрійних сполук на A<sup>III</sup>B<sup>V</sup>)



➔ Зонна структура РТД по кожній з долин напрямку росту [100] (масштаб по осі енергії витримано)



➔ Ізоенергетичні поверхні GaAs та AlAs, що відповідають Г- (а), Х- (б) та L-долинам (в)

[59] Ando T. Phys. Rev. B. – 1989. – Vol. 40. – 11619–11633. [60] Liu H.C. Appl. Phys. Lett. – 1987. – Vol. 51 – P. 1019–1021. [61] Sun J.P. J. Appl. Phys. – 1993. – Vol. 74. – P. 5053–5060.

$$\begin{bmatrix} U_\Gamma - U_H - E_z & \alpha\delta(x_i) \\ \alpha\delta(x_i) & U_X - U_H - E_z \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \psi_\Gamma \\ \psi_X \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} -\frac{\hbar^2}{2} \frac{\partial}{\partial z} \frac{1}{m^\Gamma} \frac{\partial}{\partial z} & 0 \\ 0 & -\frac{\hbar^2}{2} \frac{\partial}{\partial z} \frac{1}{m^X} \frac{\partial}{\partial z} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \psi_\Gamma \\ \psi_X \end{bmatrix} = 0$$

Як видно з рівнянь, параметр  $\alpha$  «вмикає» розсіювання на гетероінтерфейсах.

### Наслідки міждолинного розсіювання:

перерозподіл заряду між долинами



зміна потенціалу

перерозподіл струму між долинами



зміна сумарного струму

Нові формули для концентрації електронів:

$$n = n_L^\Gamma + n_R^\Gamma + n_L^X + n_R^X$$

$$n_{L(R)}^X = N_c' \int_{U_{i0}(U_{i5})}^\infty \frac{|\psi_{L(R)}^X|^2}{\sqrt{E_z - U_{i0}^\Gamma}} \ln \left( 1 + \exp \left( -\frac{E_z - (E_\Phi + U_{i1(N)})}{k_B T} \right) \right) dE_z$$

$$n_{L(R)}^\Gamma = N_c' \int_{U_{i0}(U_{i5})}^\infty \frac{|\psi_{L(R)}^\Gamma|^2}{\sqrt{E_z - U_{i0}^\Gamma}} \ln \left( 1 + \exp \left( -\frac{E_z - (E_\Phi + U_{i1(N)})}{k_B T} \right) \right) dE_z$$

$$J = \frac{2m^* e k_B T}{(2\pi)^2 \hbar^3} \int_{\max(U_{i5}, U_{i0})}^\infty T(E_z) D(E_z) dE_z$$

Нові формули для коефіцієнтів передачі по долинах:

$$T_{\Gamma\Gamma} = |t_{\Gamma\Gamma}|^2 \frac{|k_R^\Gamma|}{|k_L^\Gamma|} \frac{m_L^\Gamma}{m_R^\Gamma}$$

ймовірність проходження з  $\Gamma$  в  $\Gamma$  долину

$$T_{\Gamma X} = |t_{\Gamma X}|^2 \frac{|k_R^X|}{|k_L^\Gamma|} \frac{m_L^\Gamma}{m_R^X}$$

ймовірність проходження з  $\Gamma$  в  $X$  долину

$$\rightarrow T = T_{\Gamma\Gamma} + T_{\Gamma X}$$