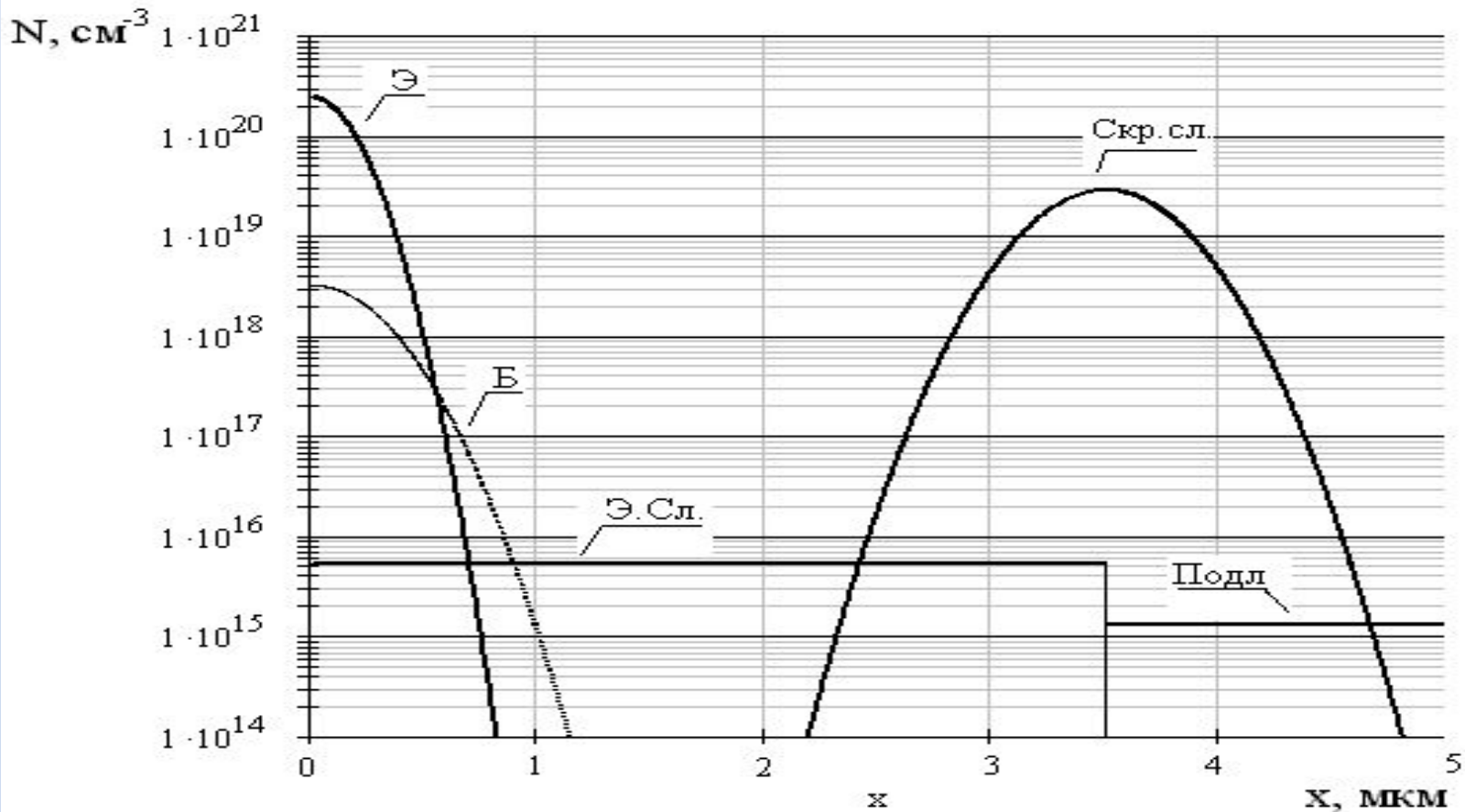


# Расчет параметров слоев

$$\rho_V = (q \cdot \mu \cdot N)^{-1} \quad [\text{Ом}\cdot\text{см}]$$

$$\mu_p = 47.7 + \frac{447}{1 + \left( \frac{N_A}{6.13 \cdot 10^{16}} \right)^{0.76}}$$

$$\mu_n = 65 + \frac{1265}{1 + \left( \frac{N_D}{8.5 \cdot 10^{16}} \right)^{0.72}}$$



$$\rho_s = \left( q \cdot \int_0^{h_{\text{слоя}}} \mu(N) \cdot N(x) dx \right)^{-1} \quad [\text{Ом}/\bullet]$$

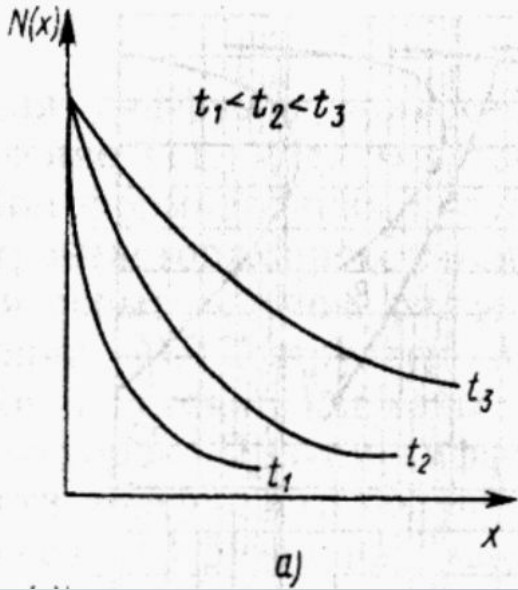
$$N(h_{\text{слоя}}) = N_{\text{подл}}, \quad N(h_{\text{слоя}}) = N_{\text{эпитакс}}$$

$$N_{\text{эмиттера}}(h_{\text{эмиттера}}) = N_{\text{акт базы}}(h_{\text{эмиттера}})$$

# Диффузия в полуограниченную

## область

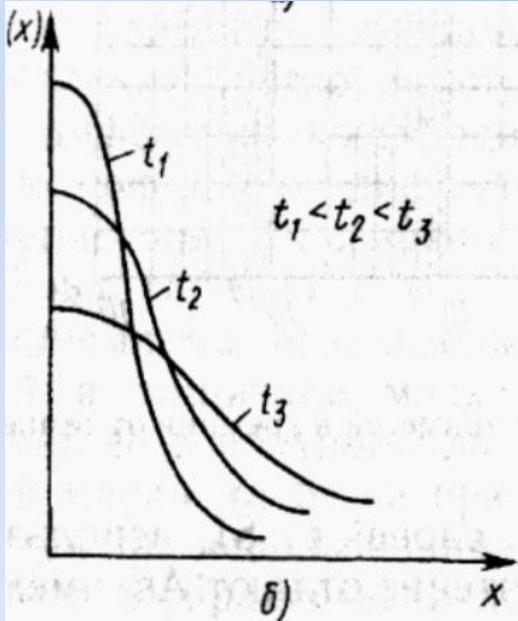
Случай неограниченного источника  
примеси



$$N(0, t) = N_s = \text{const}$$

$$N(x, t) = N_s \operatorname{erfc}(x/L)$$

$$\operatorname{erf}(u) = \frac{2}{\sqrt{\pi}} \int_0^u e^{-\xi^2} d\xi \quad \operatorname{erfc}(u) = 1 - \operatorname{erf}(u)$$



Случай ограниченного источника

примеси

$$\int_0^{\infty} N(x) dx = Q = \text{const}$$

$$Q = 2N_s \cdot \sqrt{\frac{Dt}{\pi}}$$

$$N(x, t) = \frac{2 \cdot Q}{\sqrt{\pi} \cdot L} \exp(-x^2 / L^2)$$

$$L = 2 \cdot \sqrt{D \cdot t}$$

характеристическая  
длина диффузии

Примесь знаем,  
выбираем  $T$

$$N(x, t) = N_s \cdot \operatorname{erfc}\left(\frac{x}{2 \cdot \sqrt{D \cdot t}}\right)$$

Условие 1

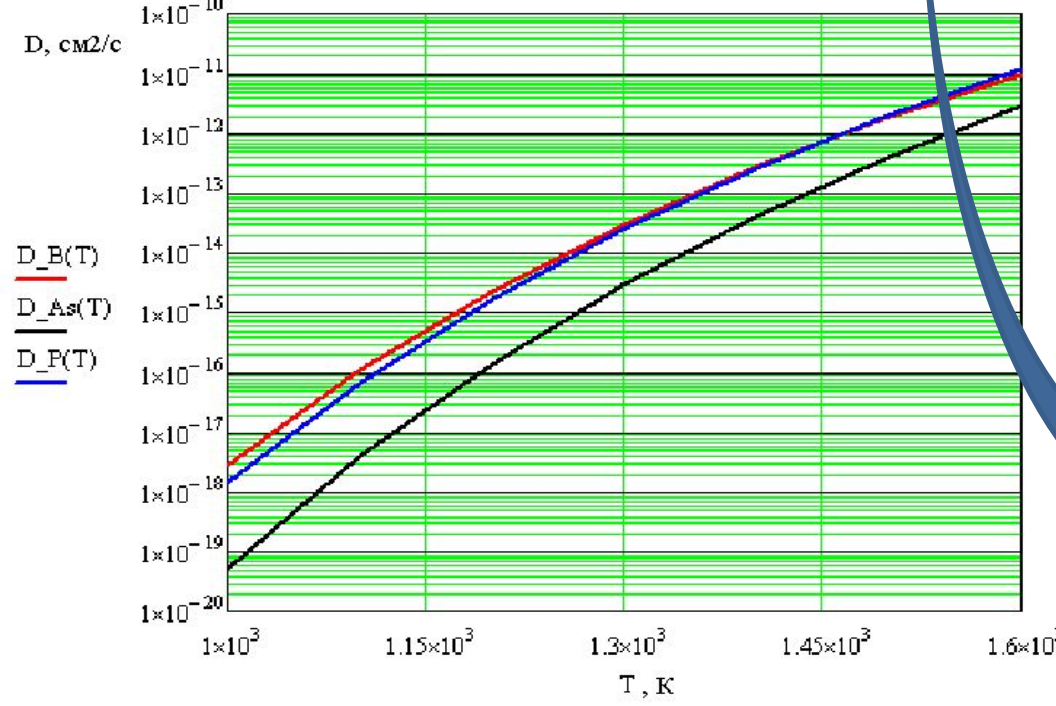
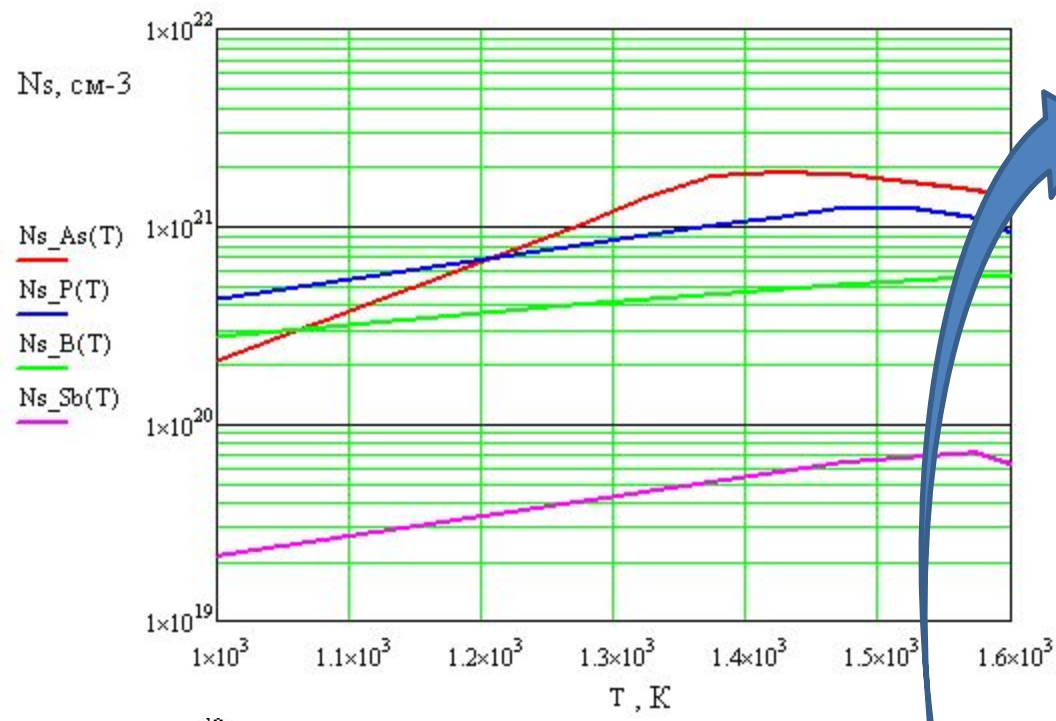
$$\rho_s = \left( q \cdot \int_0^{h_{\text{слоя}}} \mu(N) \cdot N(x) dx \right)^{-1}$$

Условие 2

$N(h_{\text{слоя}}) = N_{\text{фоновое}}$   
Получаем  $t_{\text{фоновое}}$

если меньше 10 минут или  
больше 10 часов

находим  $Q = 2N_s \cdot \sqrt{\frac{Dt}{\pi}}$



Если заданы  
параметры  
после

разгонки подбираем под  $Q$   
 $T$  и  $t$  загонки

выбираем  $T$

$$Q = 2N_s \cdot \sqrt{\frac{Dt}{\pi}}$$

Получаем  $t$ ,  
если меньше 10  
минут или больше  
10 часов

Примесь знаем,  
Выбираем  $Q$

$$N(x, t) = \frac{Q}{\sqrt{\pi \cdot D \cdot t}} \cdot \exp\left(-\frac{x^2}{4 \cdot D \cdot t}\right)$$

Условие 1

$$\rho_s = \left( q \cdot \int_0^{h_{\text{слоя}}} \mu(N) \cdot N(x) dx \right)^{-1}$$

Условие 2

$N(h_{\text{слоя}}) = N_{\text{фоновое}}$   
Получаем  $Dt$   
(как одну  
переменную)

## Двух- и трехмерные точечные источники

$$N(r, t) = \frac{Q}{(4\pi Dt)^m} \cdot \exp\left(-\frac{r^2}{4Dt}\right) = \frac{Q}{(4\pi Dt)^m} \cdot \exp\left(-\frac{r^2}{L^2}\right)$$

$r$  - расстояние от источника диффузанта

$m = 1/2, 1$  и  $3/2$ , соответственно, для одно-, двух- и трехмерного источников

## Формула Пуассона

$$N(x, y, z, t) = \iiint_{\infty} \frac{F(\chi, \eta, \zeta)}{(4\pi Dt)^{3/2}} \exp\left[-\frac{(x-\chi)^2 + (y-\eta)^2 + (z-\zeta)^2}{4 \cdot D \cdot t}\right] d\chi d\eta d\zeta$$

$$N(x, t) = \int_{\infty} \frac{F(\chi)}{2\sqrt{\pi Dt}} \exp\left[-\frac{(x-\chi)^2}{4 \cdot D \cdot t}\right] d\chi$$

# «Разгонка» примеси

## Многостадийная диффузия

$$N(x, t) = N_S \int \frac{\operatorname{erfc}\left(\chi / 2\sqrt{D_3 \cdot t_3}\right)}{\sqrt{\pi \cdot D_p \cdot t_p}} \cdot \exp\left[-\frac{(x - \chi)^2}{4 \cdot D_p \cdot t_p}\right] d\chi$$

$$D_p t_p = D_{p1} t_{p1} + D_{p2} t_{p2} + \dots + D_{pi} t_{pi} \quad Q = \int_0^{\infty} N(x, t) dt = \frac{2N_S}{\sqrt{\pi}} \cdot \sqrt{D_3 \cdot t_3}$$

характеристическая величина  $D t = D_3 t_3 + D_p t_p$

Если  $D_p t_p > 3 D_3 t_3$

$$N(x, t) = \frac{N_S}{\pi} \cdot \sqrt{\frac{D_3 \cdot t_3}{D \cdot t}} \exp\left(-\frac{x^2}{4 \cdot D \cdot t}\right)$$

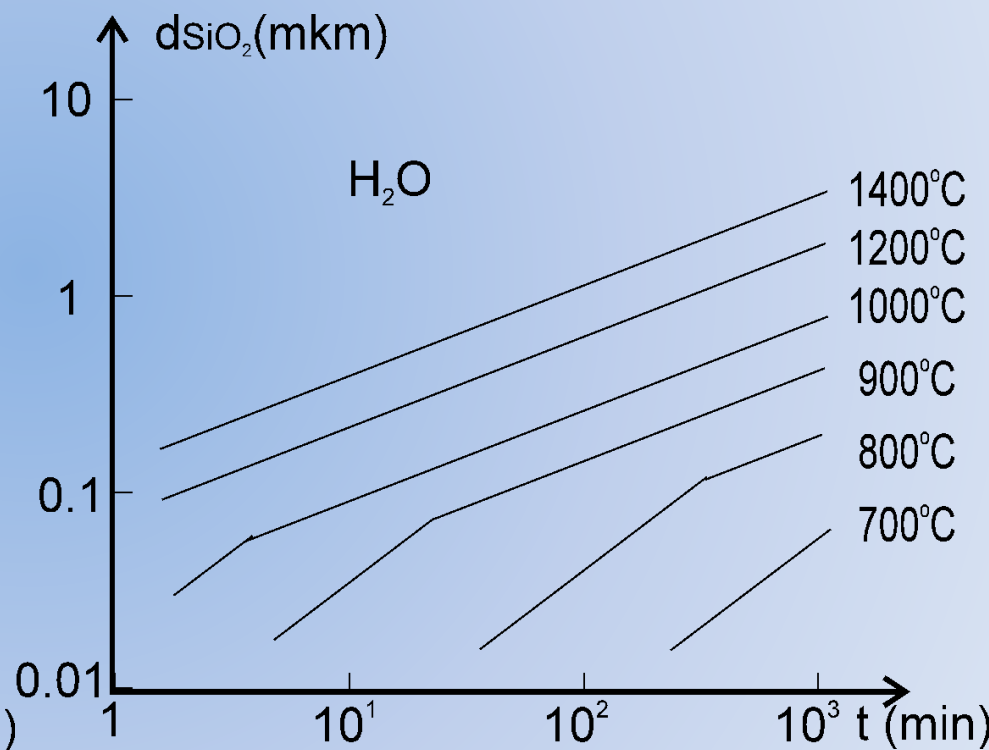
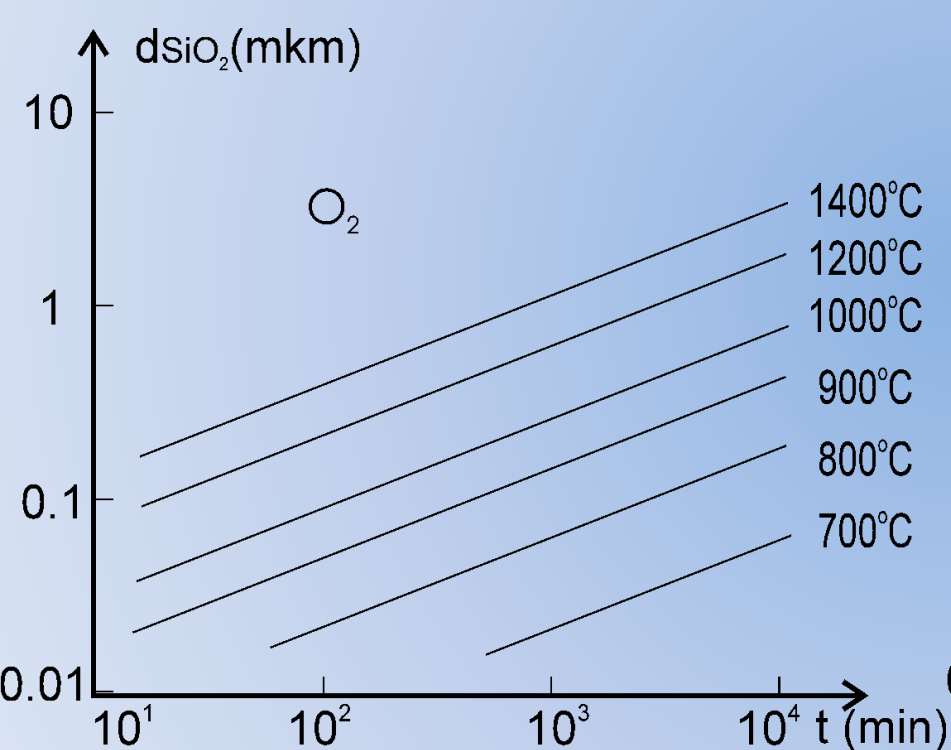
Если  $D_p t_p < D_3 t_3$

$$N(x, t) = N_{S\text{эф}} \cdot \operatorname{erfc}\left(\frac{x}{2\sqrt{Dt}}\right) \quad N_{S\text{эф}} = N_S \sqrt{\frac{D_3 \cdot t_3}{D \cdot t}}$$



Операция	Т, К	$t$ , сек	$Dt$						SiO <sub>2</sub> , мкм	маск SiO <sub>2</sub> , мкм	N <sub>s</sub> , см <sup>-3</sup>	Q, см <sup>-2</sup>
			Скр слой	Разд обл	Гл к	Пасс база	Акт база	Э				
маска										заг		
Загонка скр. сл	заг	заг	заг								заг	заг
Разгонка скр. с.	раз	разг	разг						разг	заг		
Загонка разд о	заг	заг	заг	заг							заг	
Разгонка разд о	раз	разг	разг	разг					разг	заг		заг
Загонка гл к	заг	заг	заг	заг	заг						заг	
Разгонка гл к	раз	разг	разг	разг	разг				разг	заг		заг
Загонка п. базы	заг	заг	заг	заг	заг	заг					заг	
Разгонка п б	раз	разг	разг	разг	разг	разг			разг	заг		заг
Загонка а базы	заг	заг	заг	заг	заг	заг	заг				заг	
Разгонка а базы	разг	разг	разг	разг	разг	разг	разг	разг	разг	заг		заг
Загонка эмит	заг	заг	заг	заг	заг	заг	заг	заг	заг		заг	
Разгонка эмит	разг	разг	разг	разг	разг	разг	разг	разг	разг	разг		заг
$Dt$ характеристическое				разг	разг	разг	разг	разг	разг			

# Рост пленок $\text{SiO}_2$



# Зависимость толщины маскирующей пленки $\text{SiO}_2$ от режимов проведения диффузии

