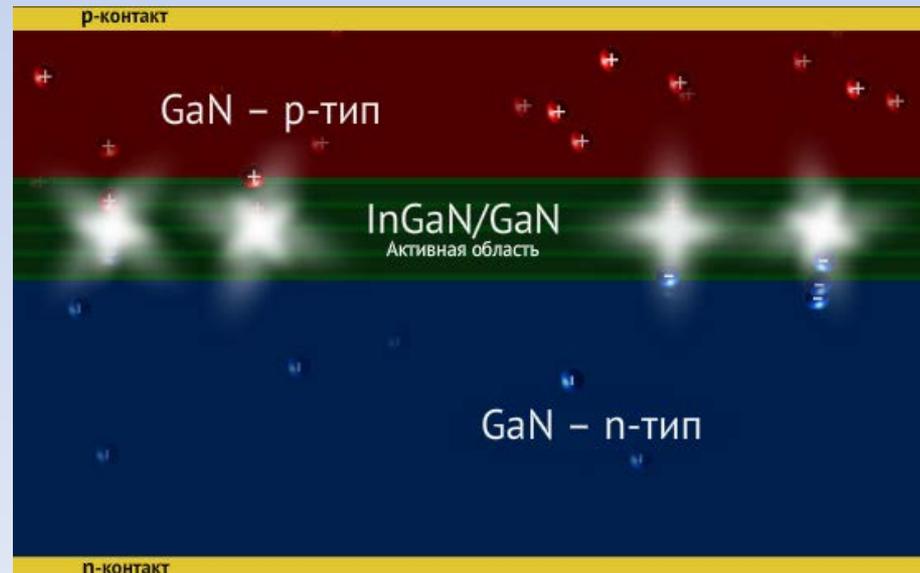
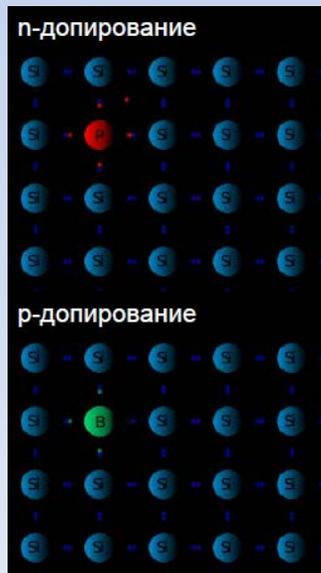


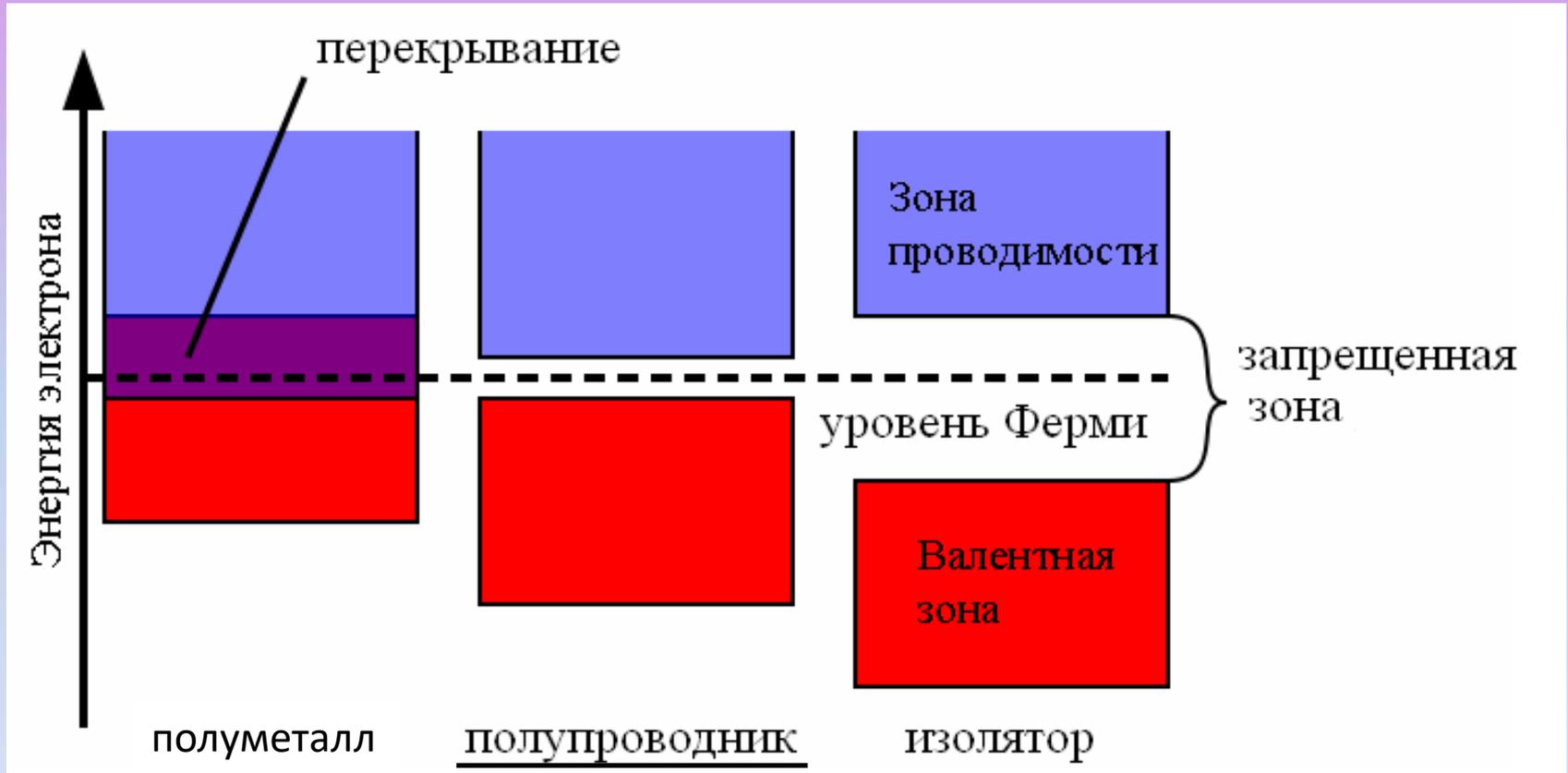
6. Введение в физику полупроводников



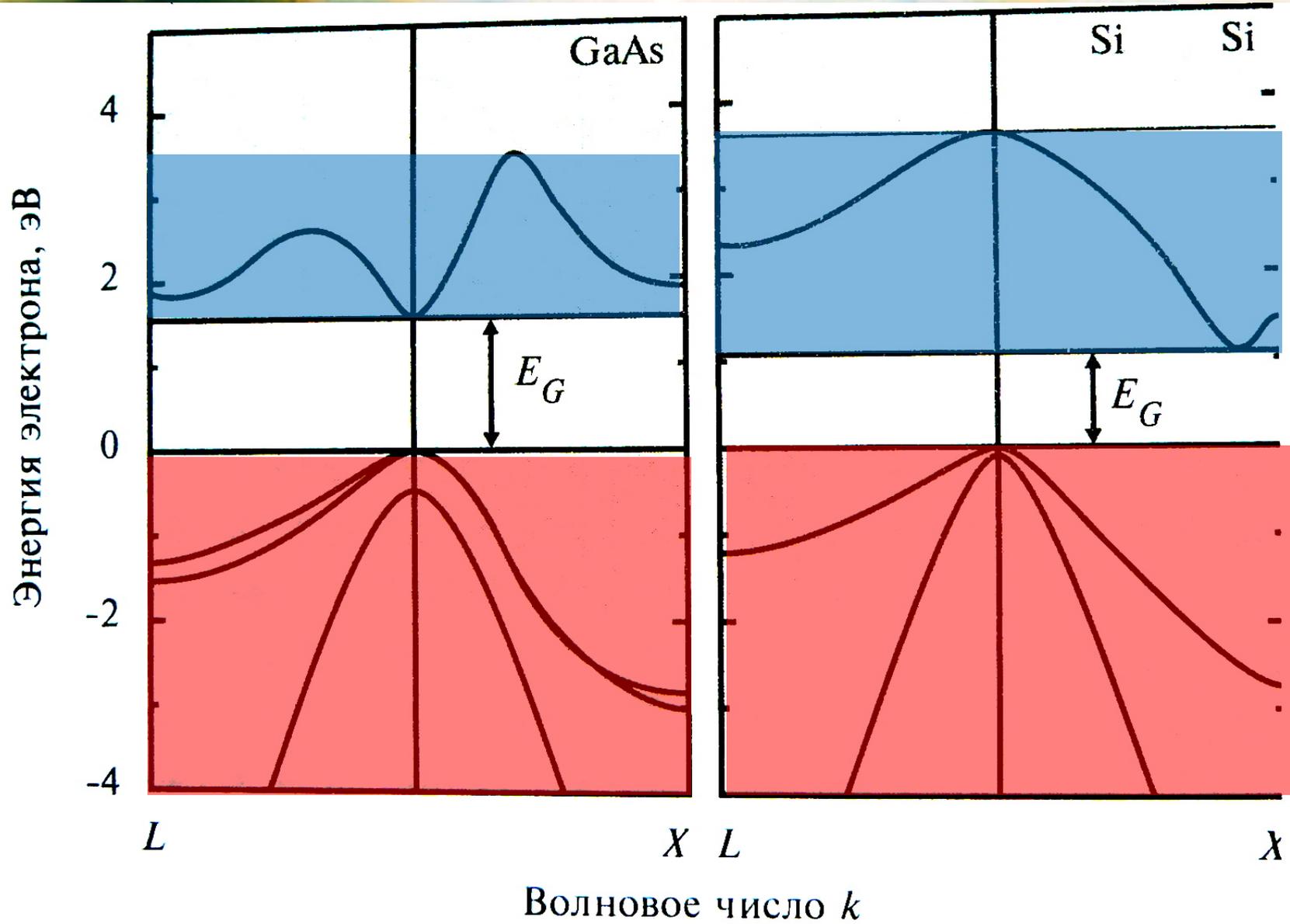
- Специфика полупроводников
- Типы полупроводников
- Оптика полупроводников
- Электронные устройства на основе полупроводников



Специфика полупроводников



Типы полупроводников



Типы полупроводников



Элементарные:

Se	1,89 эВ
Si	1,10 эВ
Ge	0,65 эВ

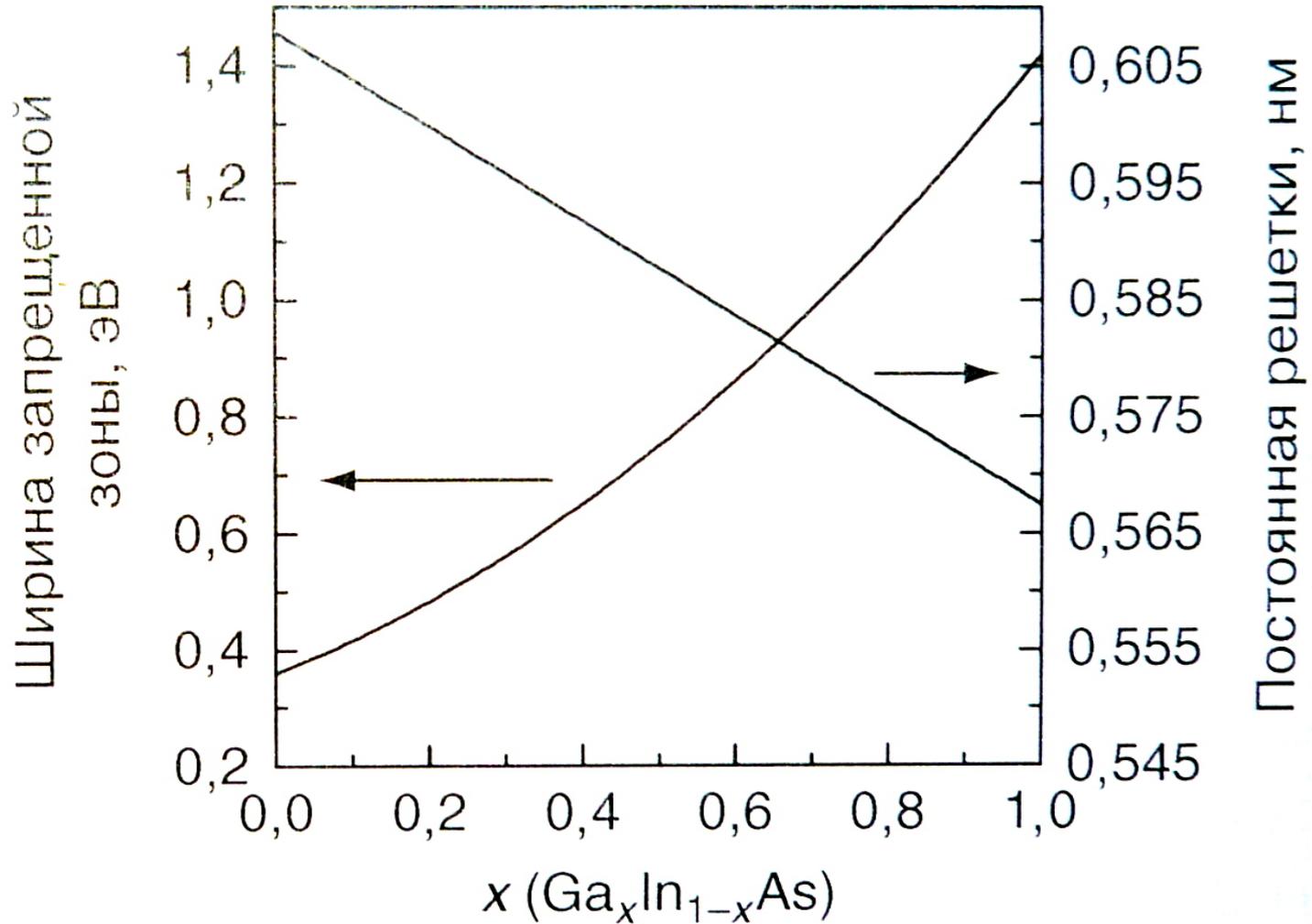
A^{III}B^V:

GaN	3,4 эВ
GaP	2,24 эВ
AlSb	1,60 эВ
GaAs	1,35 эВ
InP	1,26 эВ
GaSb	0,67 эВ
InAs	0,35 эВ
InSb	0,17 эВ



Узкозонные

Типы полупроводников





Эффективная масса:

$$E = (\hbar^2/2m^*)k^2 \quad \leftrightarrow$$

$$m^* = \frac{\hbar^2}{d^2e/dk^2} \cdot$$

$$\text{GaAs: } m_e^* = 0,067 m_e, m_h^* = 0,35 m_e.$$

Кремний:

продольная электронная масса – $0,91 m_e$,

поперечная электронная масса – $0,19 m_e$,

масса тяжелых дырок - $\sim 0,5 m_e$,

масса легких дырок – $0,16 m_e$.

Специфика полупроводников



Проводимость

$$\sigma = \sigma_e + \sigma_h = \mu_e e n + \mu_h e p,$$

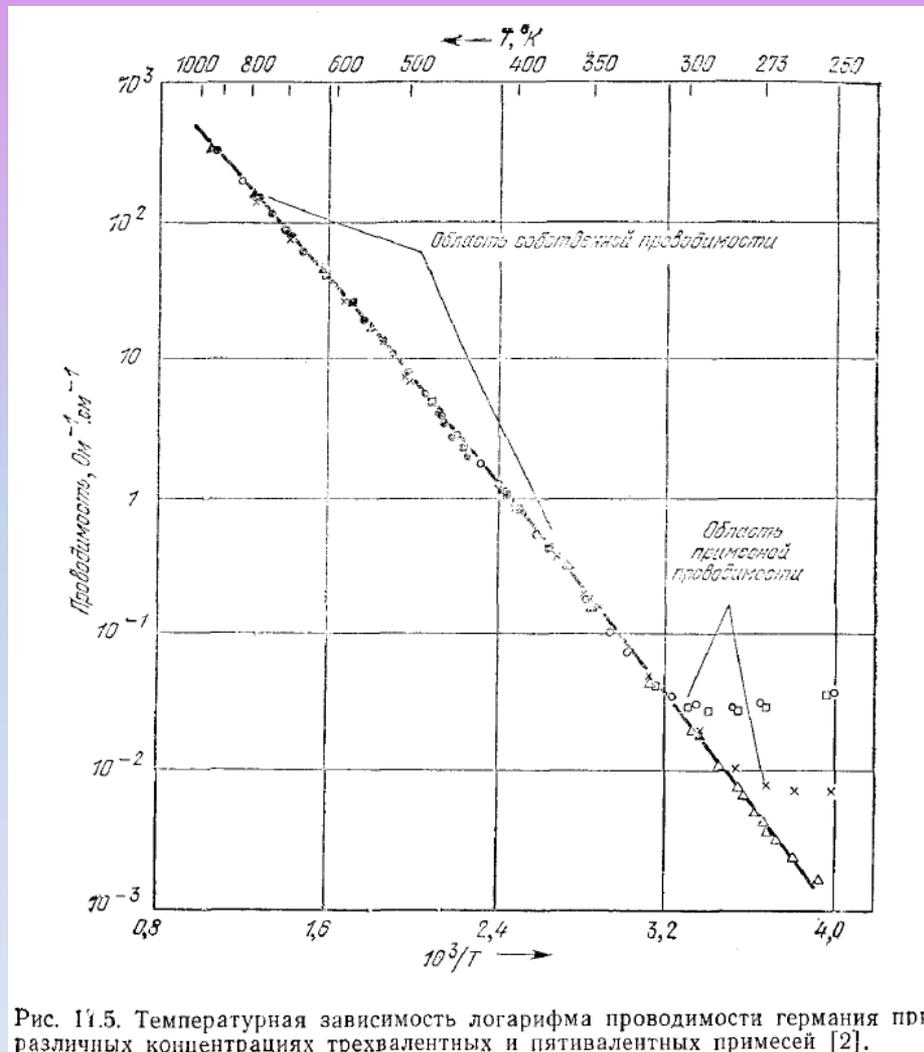
где μ_e и μ_h – подвижности электронов и дырок, соответственно.

Собственная проводимость:

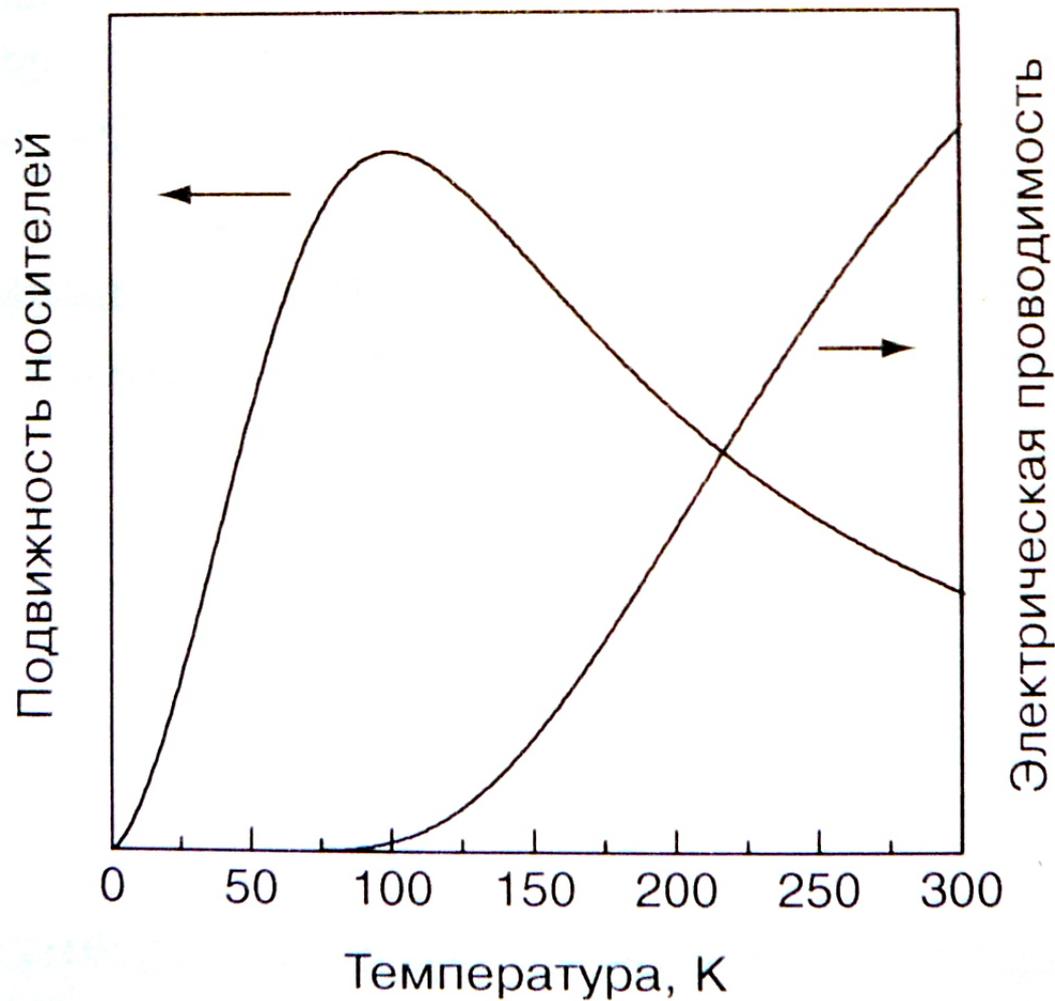
$$n = p = (N_c N_v)^{0,5} \cdot \exp[-Eg/(2kT)],$$

где N_c и N_v – эффективные плотности состояний в зонах, Eg – ширина запрещенной зоны.

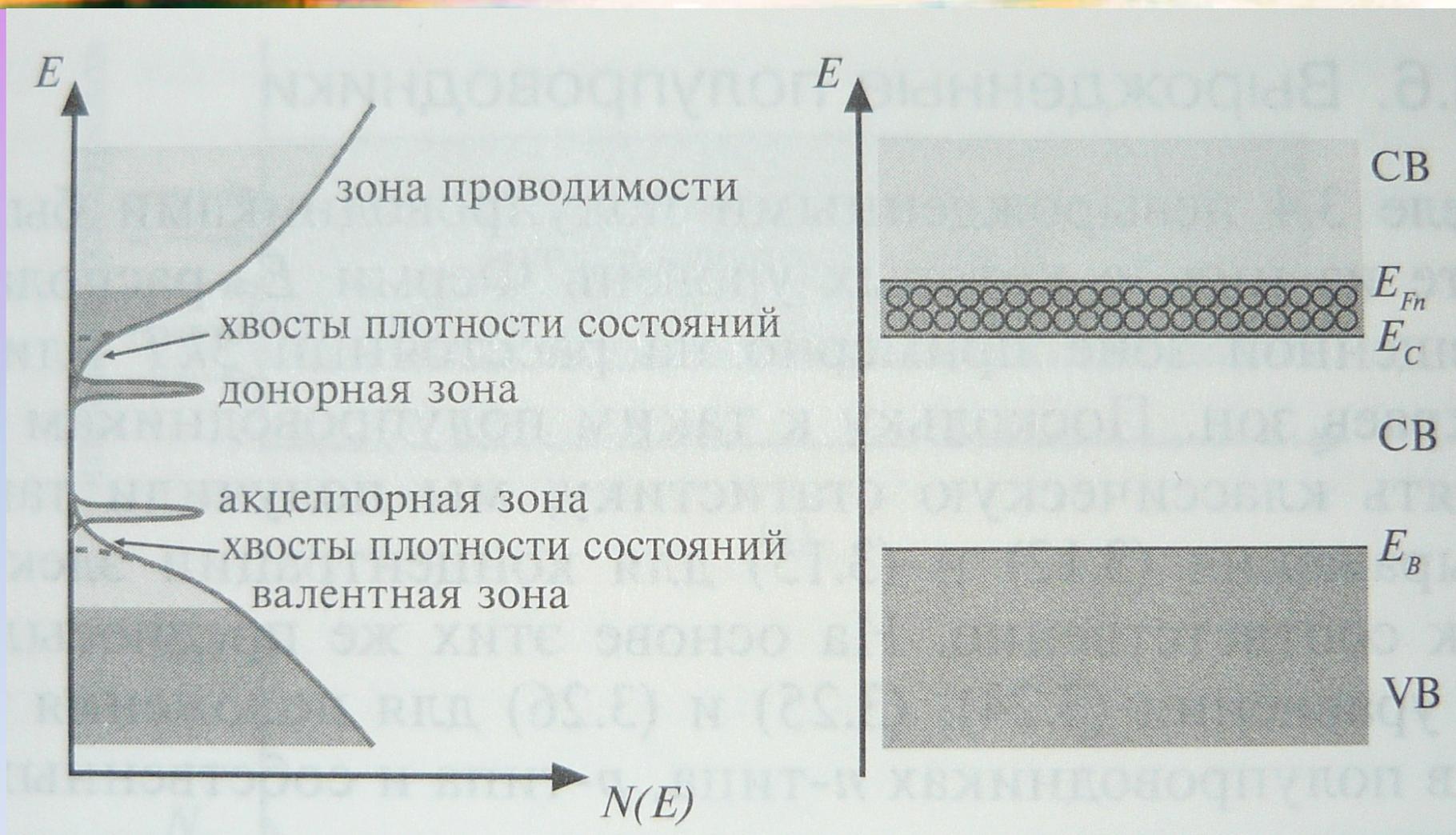
Отсюда $\sigma \propto \exp[-Eg/(2kT)]$.



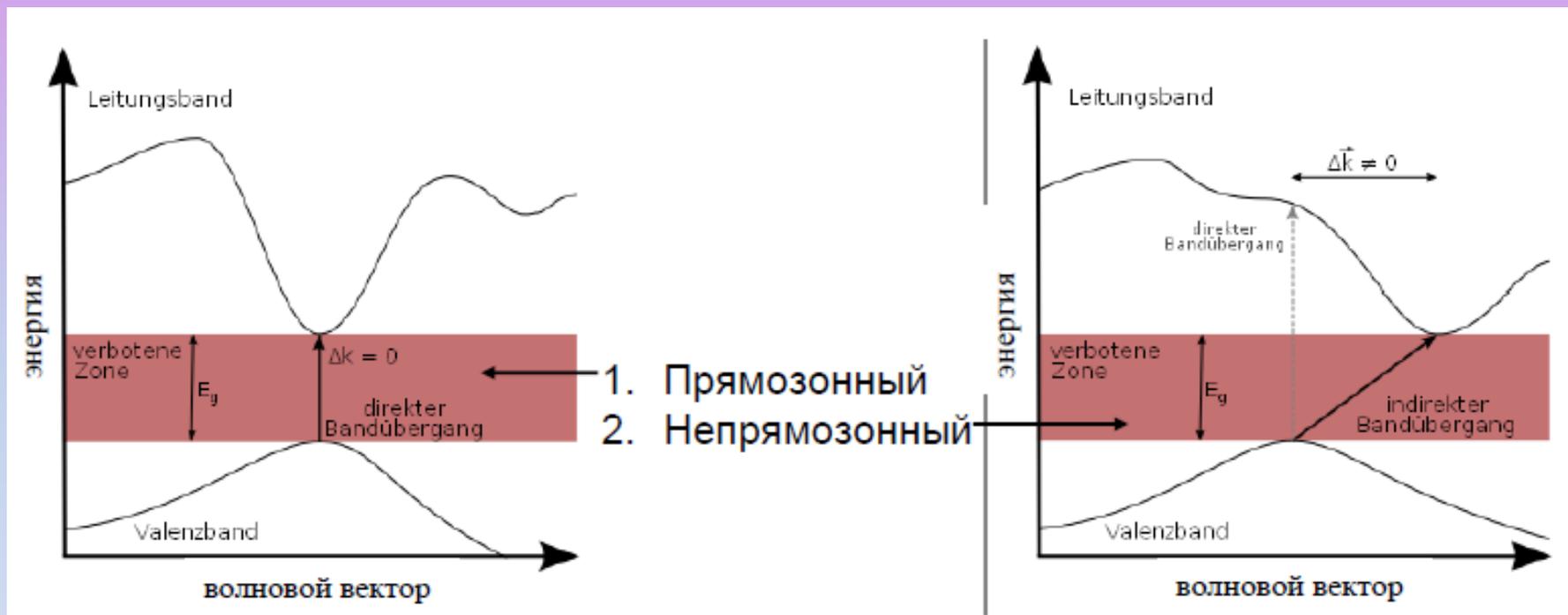
Специфика полупроводников



Типы полупроводников

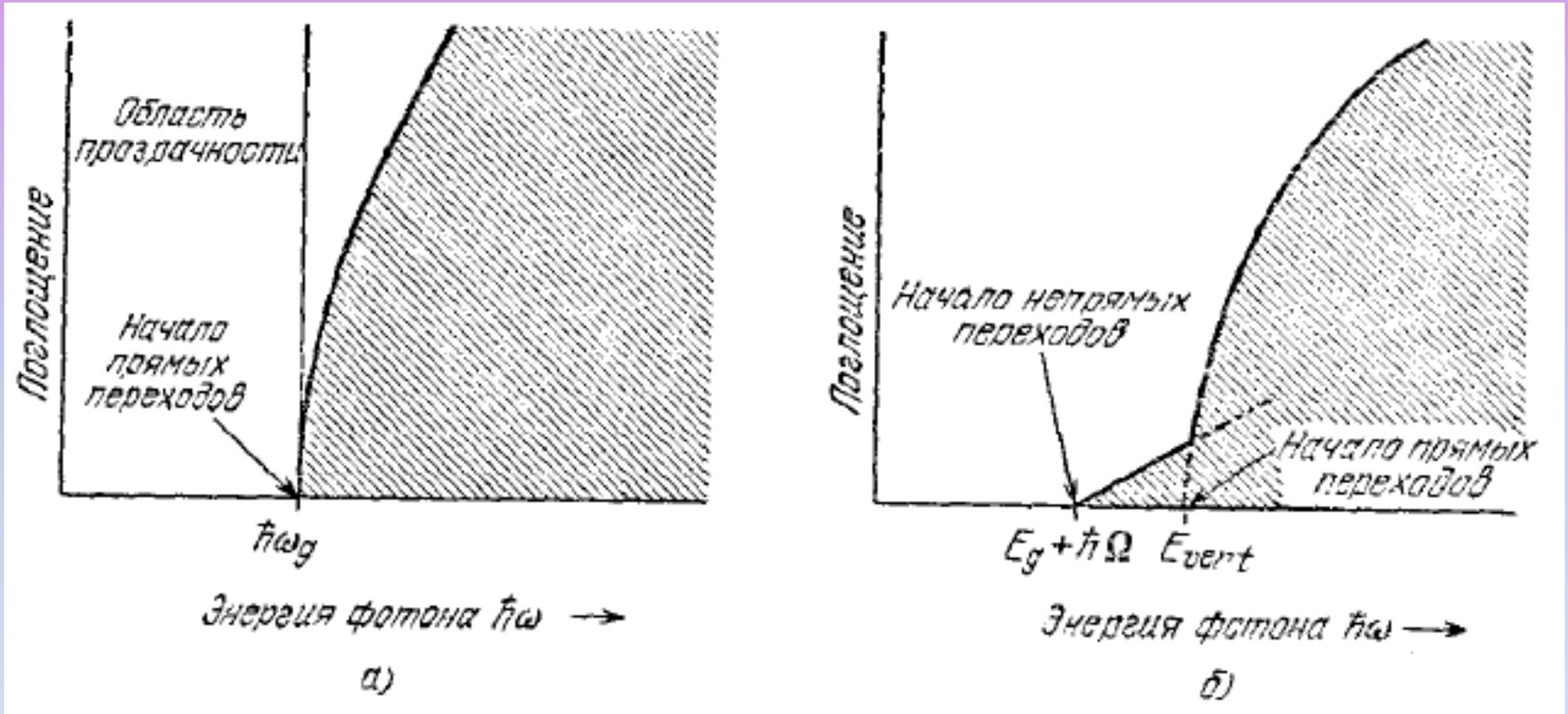


Сильнолегированные полупроводники

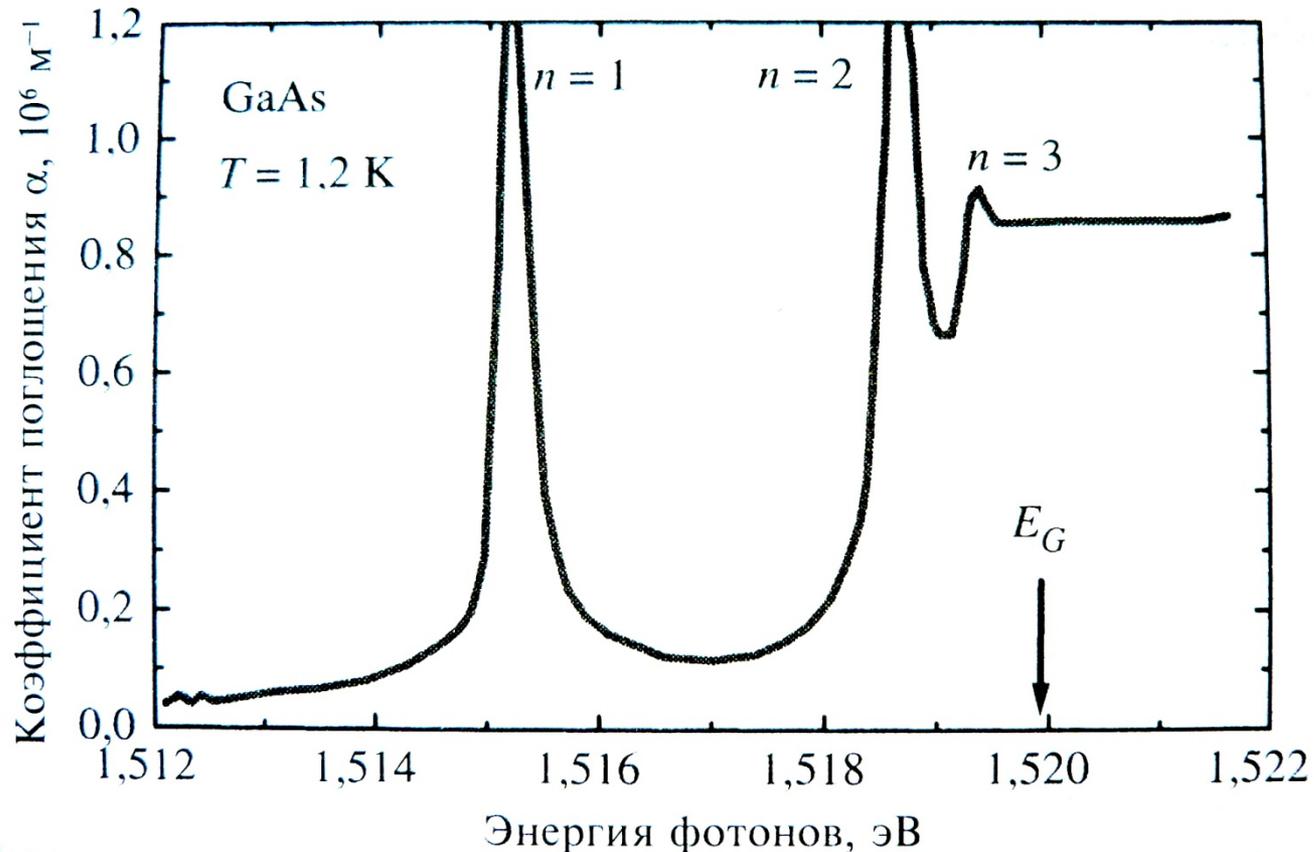


Прямые и непрямые переходы

Оптика полупроводников



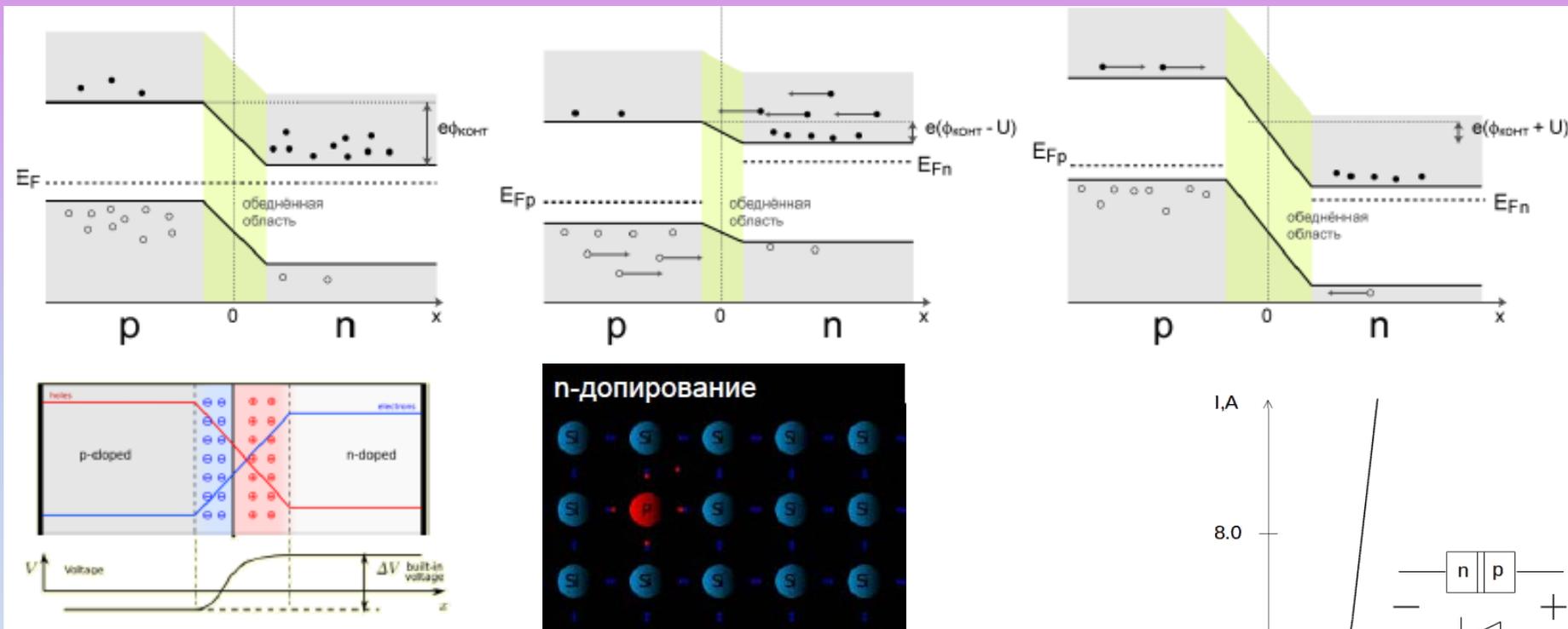
Спектры поглощения для прямозонных (а) и непрямозонных (б) полупроводников



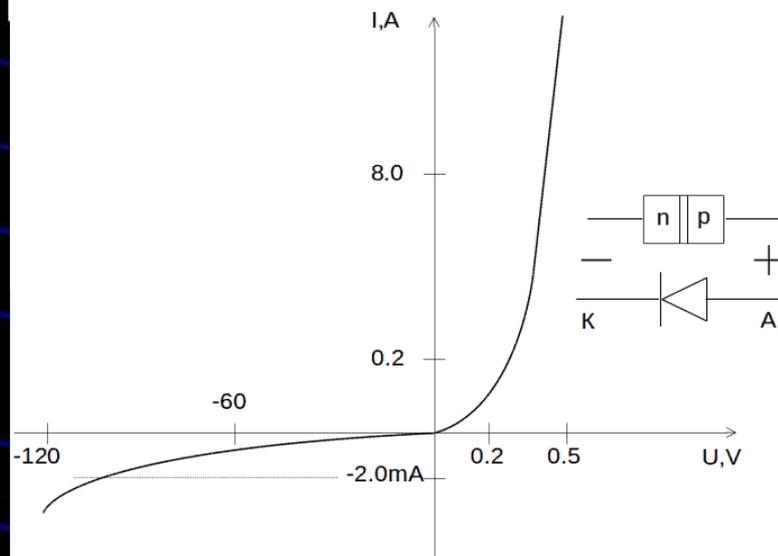
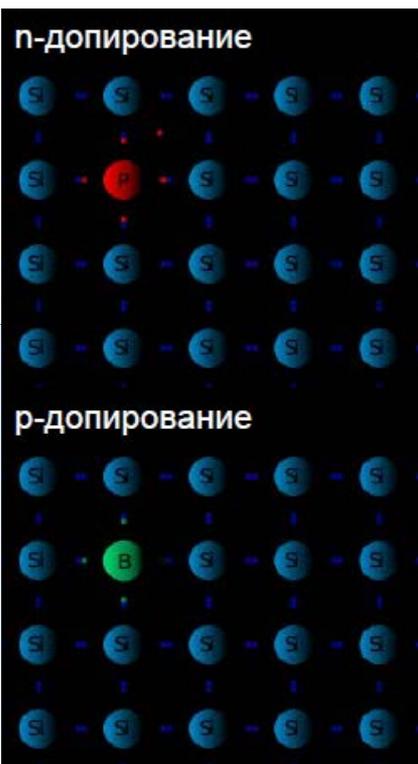
Спектр поглощения экситонов на краю фундаментальной полосы

(G.W. Fehrenbach et al., J. Luminescence 30 (1985) 154).

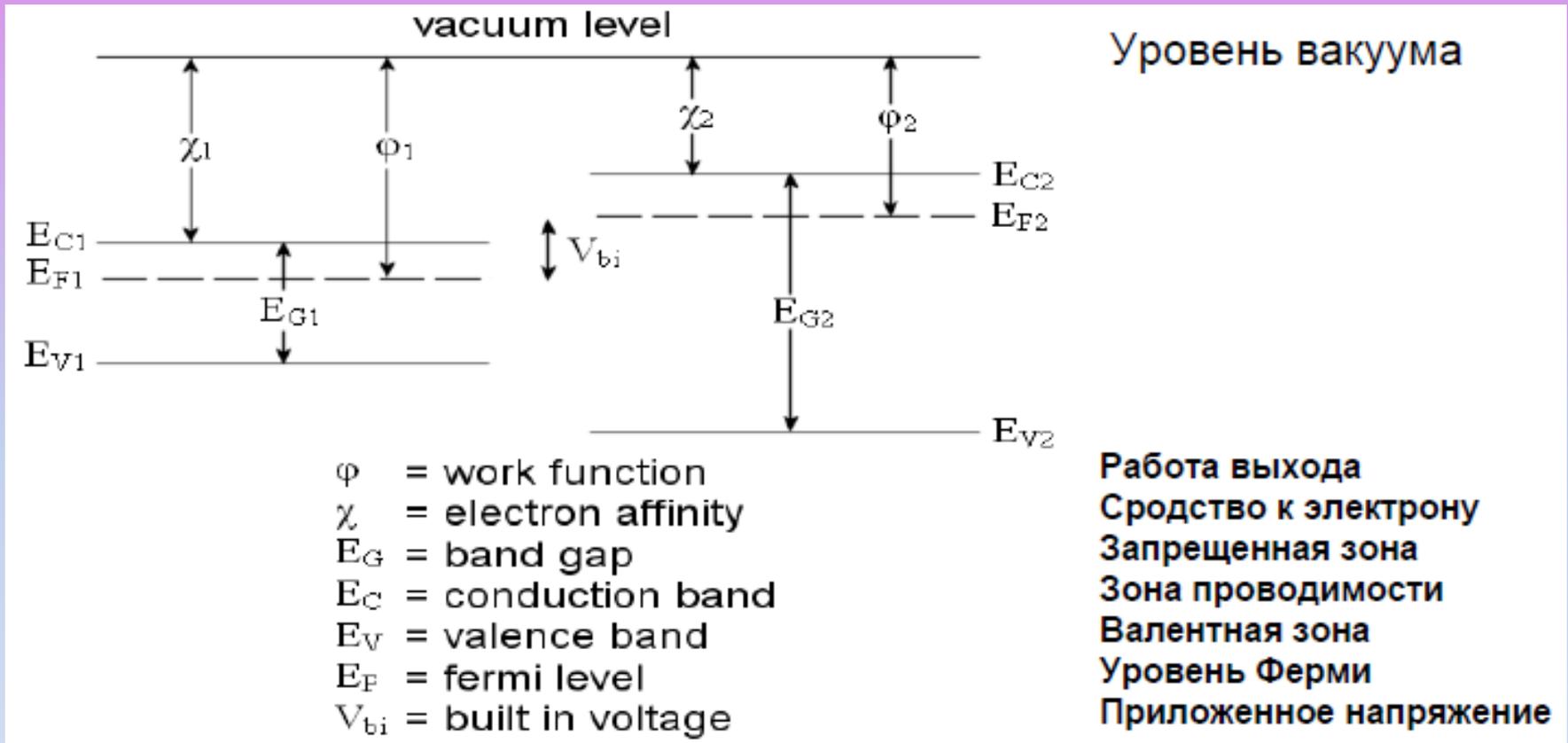
Устройства на основе полупроводников



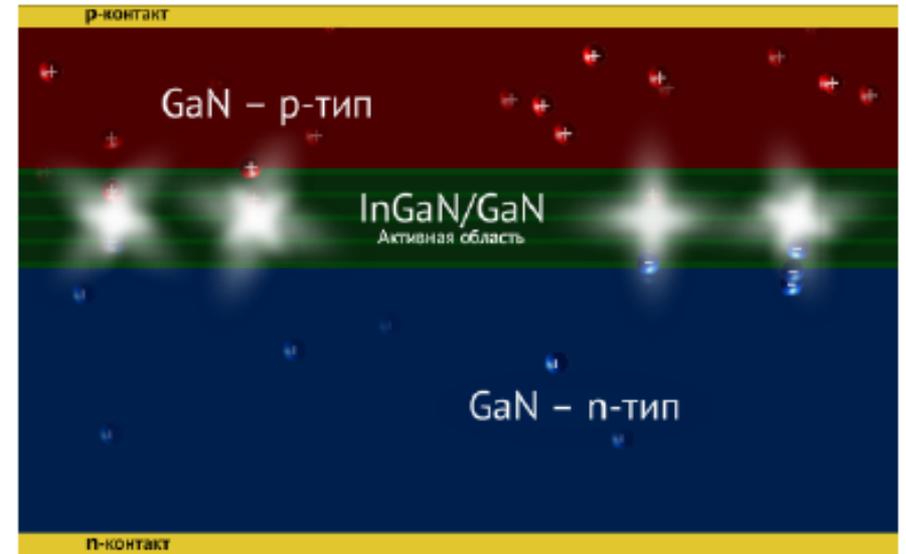
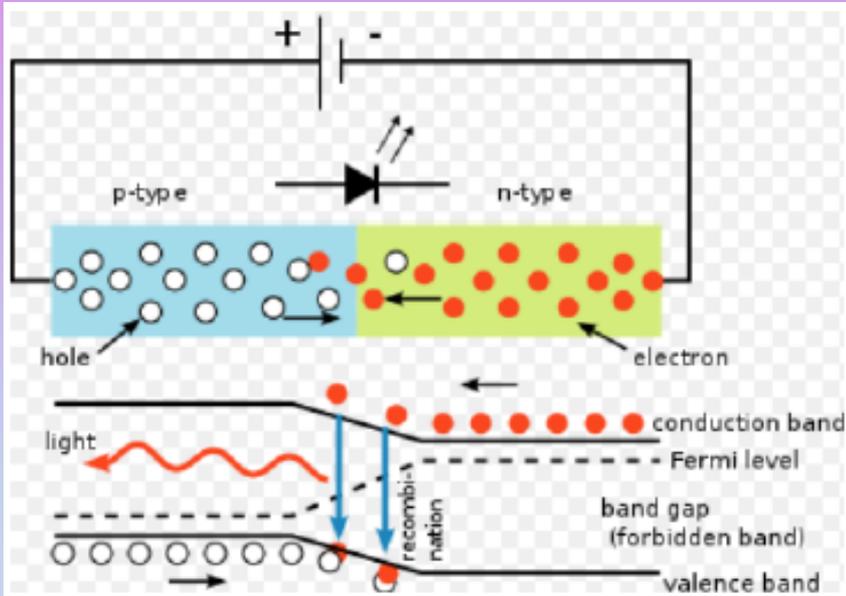
Диод на основе р-п перехода



ВАХ германиевого диода

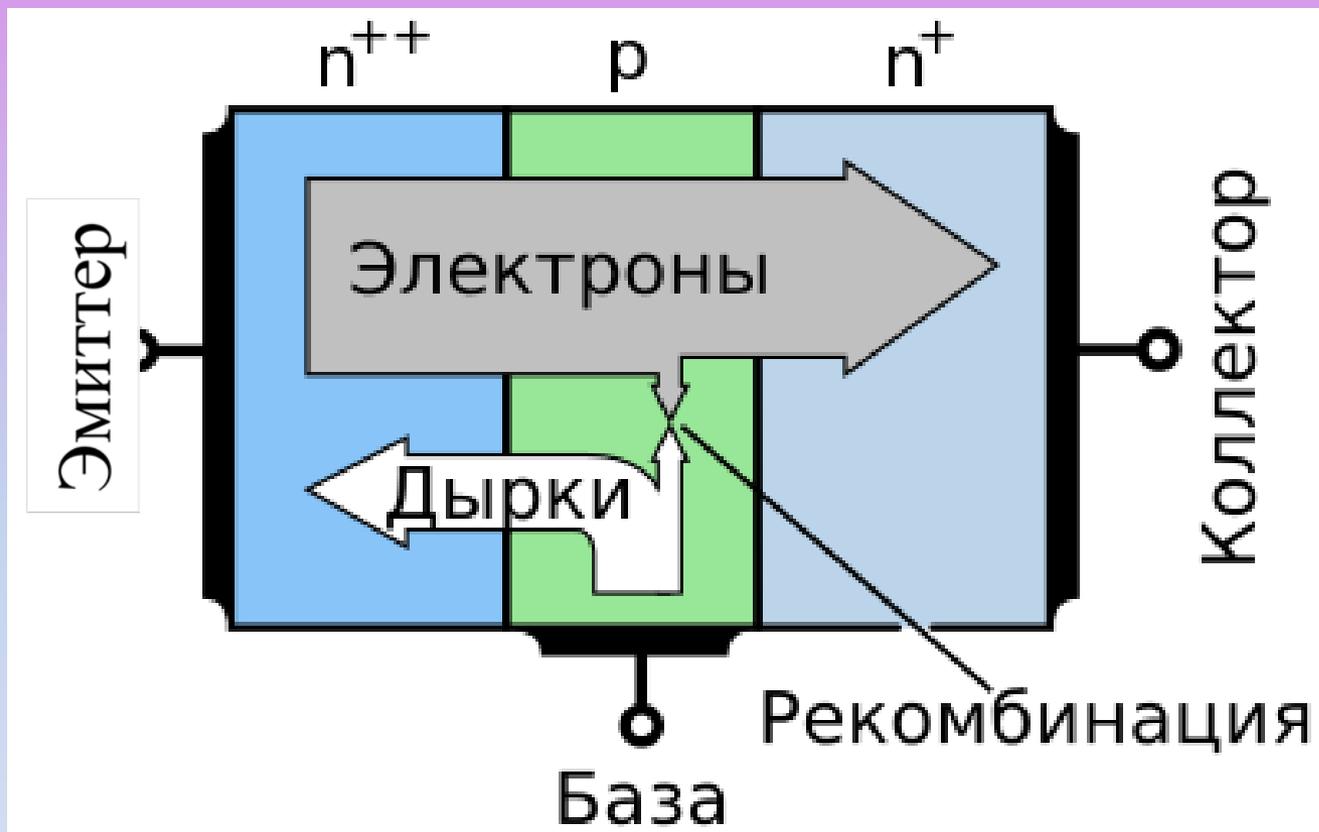


Характеристики p-n перехода



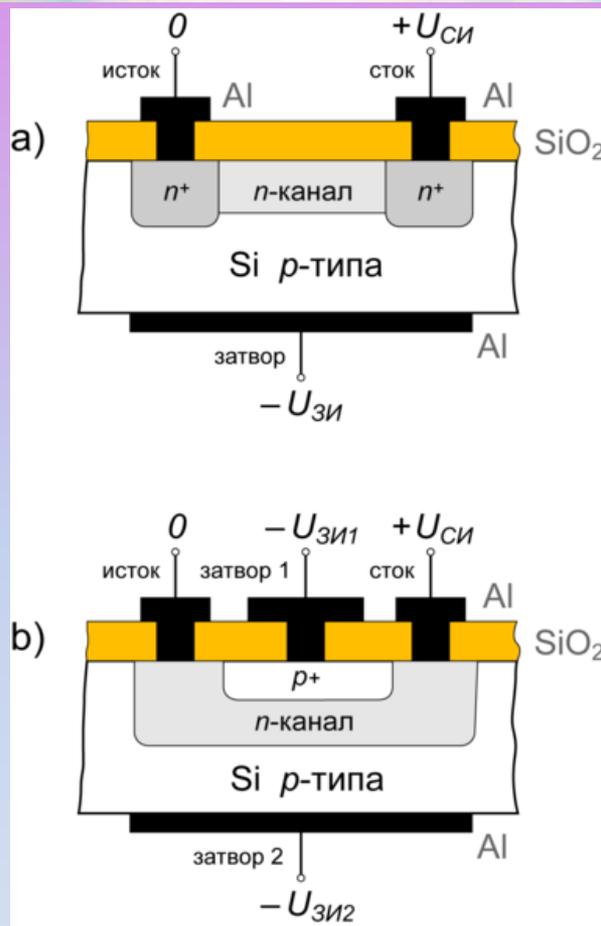
$$\lambda = c/\nu = ch/E_g$$

Светоизлучающий диод



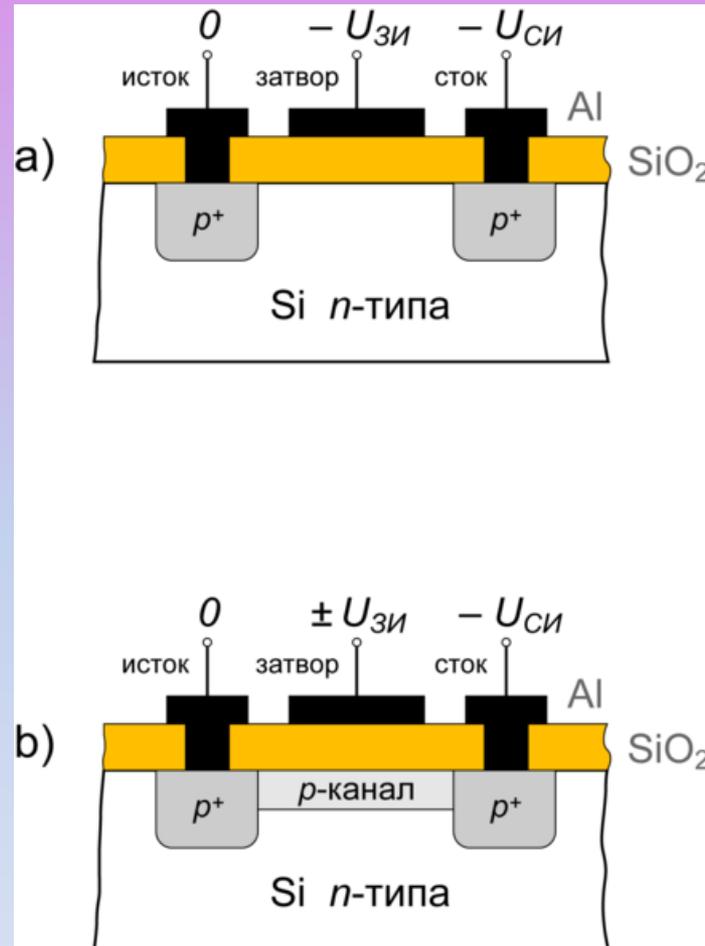
Биполярный транзистор

Википедия, [NPN transistor basic operation.svg](#): KaiMartin, Cepheiden



Википедия, [Antikon](#)

Полевые транзисторы с управляющим p - n переходом



Википедия, [Antikon](#)

Полевые транзисторы с изолированным затвором



- 1. Что такое прямозонные и непрямоzonные полупроводники? Приведите примеры.**
- 2. Что такое собственная проводимость? Как она зависит от температуры?**
- 3. Что такое фундаментальная полоса поглощения, с чем она связана?**
- 4. Как устроен полупроводниковый диод?**