

Лекция 1

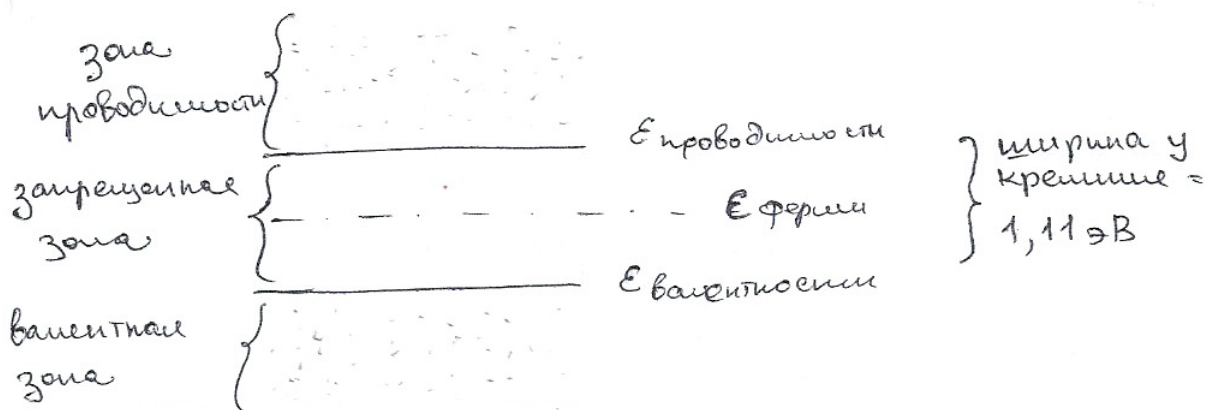
08.02.2018.

4 лабораторные

Консультации: 703ю, понедельник. конец 12-13.

Транзисторы: биполярные: -48 з.  
униполярные: -53 з.  
Транзистор - зависимый источник

ИТУТ  
ИТУН



①

$$f_n(\epsilon) = \frac{1}{1 + e^{\frac{\epsilon - \epsilon_F}{kT}}}$$

$$\int_{\epsilon_{np}}^{\infty} f_n(\epsilon) S_n(\epsilon) d\epsilon = n_i$$

← концентрации свободных носителей заряда в материале

проводимость:  $\sigma$

$$\sigma = q(\mu_n n + \mu_p p)$$

↑ подвижность  
заряд электронов

$$R = \rho \frac{L}{S}, \quad \rho = \frac{1}{\sigma}$$

$$n = n_i + N_D \leftarrow \text{примеси}$$

$$p = p_i + N_A \leftarrow \text{акцепторы}$$

электроны  
концентрация  
дырки

$$j_p = q \left( -D_p \frac{dp_n}{dx} + E \int \mu_p p \right)$$

за счёт:

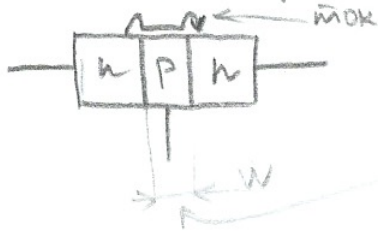
②

$j$  - плотность тока

→ дрейф

→ диффузия

\* Транзистор:



чем меньше, тем лучше работает транзистор.  
Элементы там появляются от поля  $E$ .

\*

Уравнение непрерывности:

$$\frac{\partial p}{\partial t} = - \frac{p - p_0}{\tau_p} - \frac{1}{q} \frac{\partial j_p(x)}{\partial x}$$

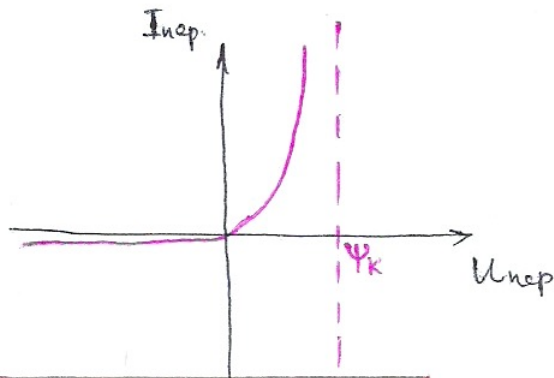
Иванов пишет  $j$  примерно так:

$j$

Для уравнения ВАХ приравняем к 0, получим:

$$I_{\text{перехода}} = I_T \left[ \exp\left(\frac{U_{\text{перехода}}}{\phi_T}\right) - 1 \right]$$

$p_i n_i = \text{const}$  (к прямой стороне)



$$\Psi_K = \phi_T \ln \frac{N_A N_D}{n_i^2}$$

$$\approx \frac{2}{3} \Delta E$$

$$\frac{kT}{q} = 25 \text{ мВ}$$

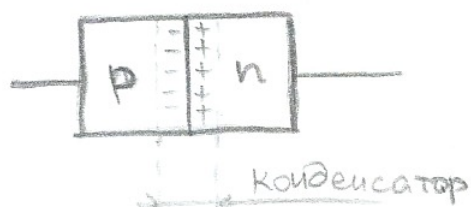
# Уравнение Пуассона

③

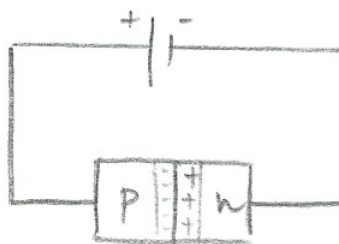
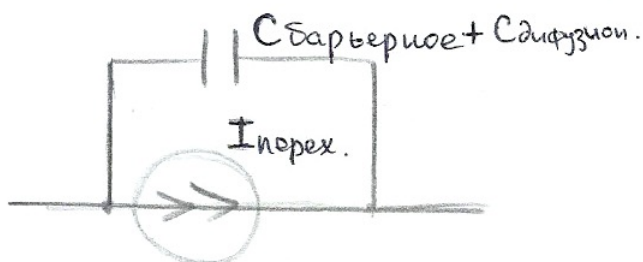
④

$$\frac{d^2 \psi}{dx^2} = \frac{\rho'}{\epsilon \epsilon_0}$$

плотность эл. заряда



"Дырки пошел налево, а электроны направо"

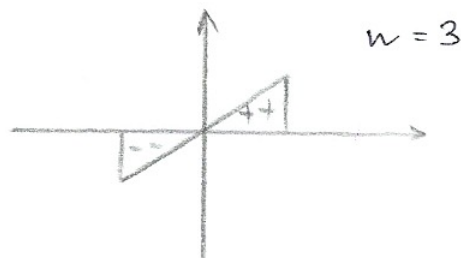
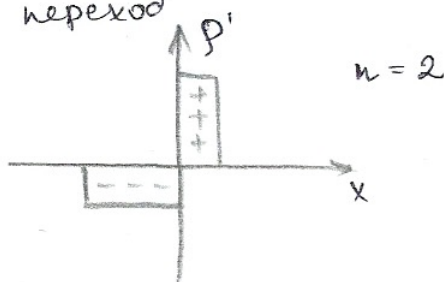
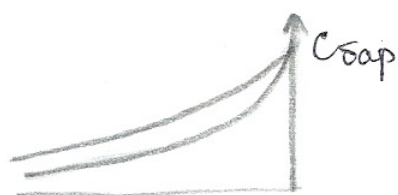


$$C_{бар}^n = C_{бар}^o \left( \frac{\psi_K}{\psi_K + U_{обр}} \right)^{1/n}$$

$n=2$  - резкий

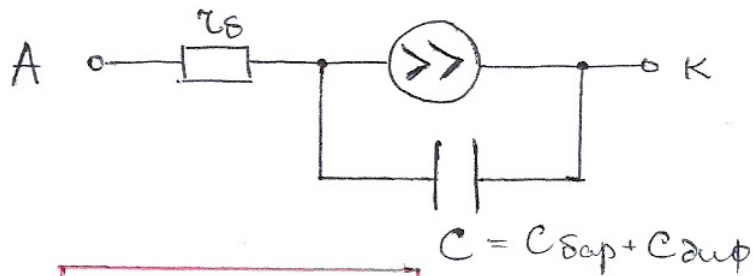
$n=3$  - плавный

p-n переход



$$I_T = I_T \left[ \exp\left(\frac{U_{пер}}{\varphi_T}\right) - 1 \right]$$

(4)



$$C_{диф} = \frac{I_{пер} \tau}{\varphi_T}$$

$\tau$  - среднее время жизни неосновных носителей в материале

$r_\delta$  - объемное сопротивление слаболегированной области

$r_\delta = f(I_{пер.})$  - сопротивление падает со временем, от накопления зарядов (но мы не учитываем)