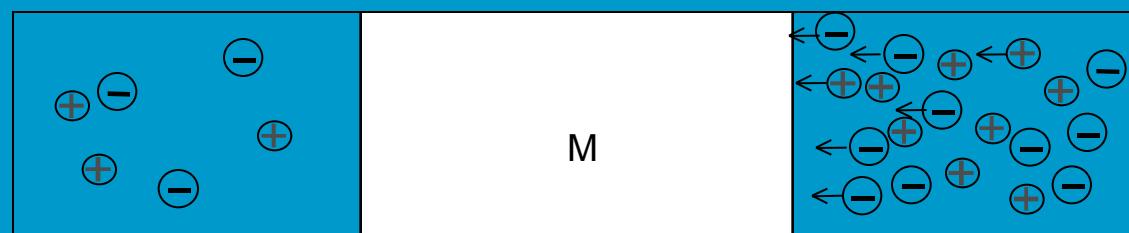


2.8 Электро-диффузационные явления

2.8.1 Диффузионный потенциал

Незаряженная мембрана



$$j_d^c = -zFD^c \frac{dC}{dx} = -RT\beta^c \frac{dC}{dx}$$

-плотность тока диффузии катионов

$$j_d^a = -RT\beta^a \frac{dC}{dx}$$

-плотность тока диффузии анионов

$$j_{np}^c = -\sigma^c \frac{dU}{dx} = -zF\beta^c C \frac{dU}{dx}$$

-плотность тока проводимости катионов

$$j_{np}^a = -zF\beta^a C \frac{dU}{dx}$$

-плотность тока проводимости анионов

$$j_d^c - j_d^a = j_{np}^c + j_{np}^a$$

- условие равновесия

$$RT(\beta^c - \beta^a) \frac{dC}{dx} = zF(\beta^c + \beta^a)C \frac{dU}{dx}$$

$$\frac{RT}{zF} \frac{\beta^c - \beta^a}{\beta^c + \beta^a} \frac{d \ln C}{dx} = \frac{dU}{dx}$$

$$n^c = \frac{C\beta^c}{C\beta^c + C\beta^a}$$

$$n^a = \frac{\beta^a}{\beta^c + \beta^a}$$

Числа
переноса

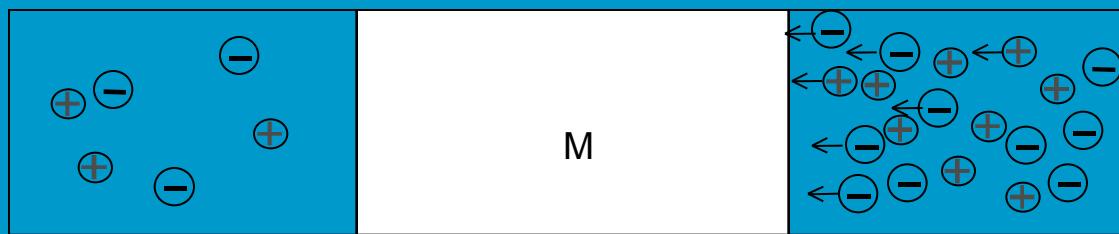
$$U_2 - U_1 = \frac{RT}{zF} (n^c - n^a) \ln \frac{C_2}{C_1}$$

$$\Delta U \approx -71\cdot \lg\left(\frac{\rho_1}{\rho_2}\right)$$

$$(25^{\circ}\mathrm{C})$$

2.8.2 Мембранный потенциал

Заряженная мембрана

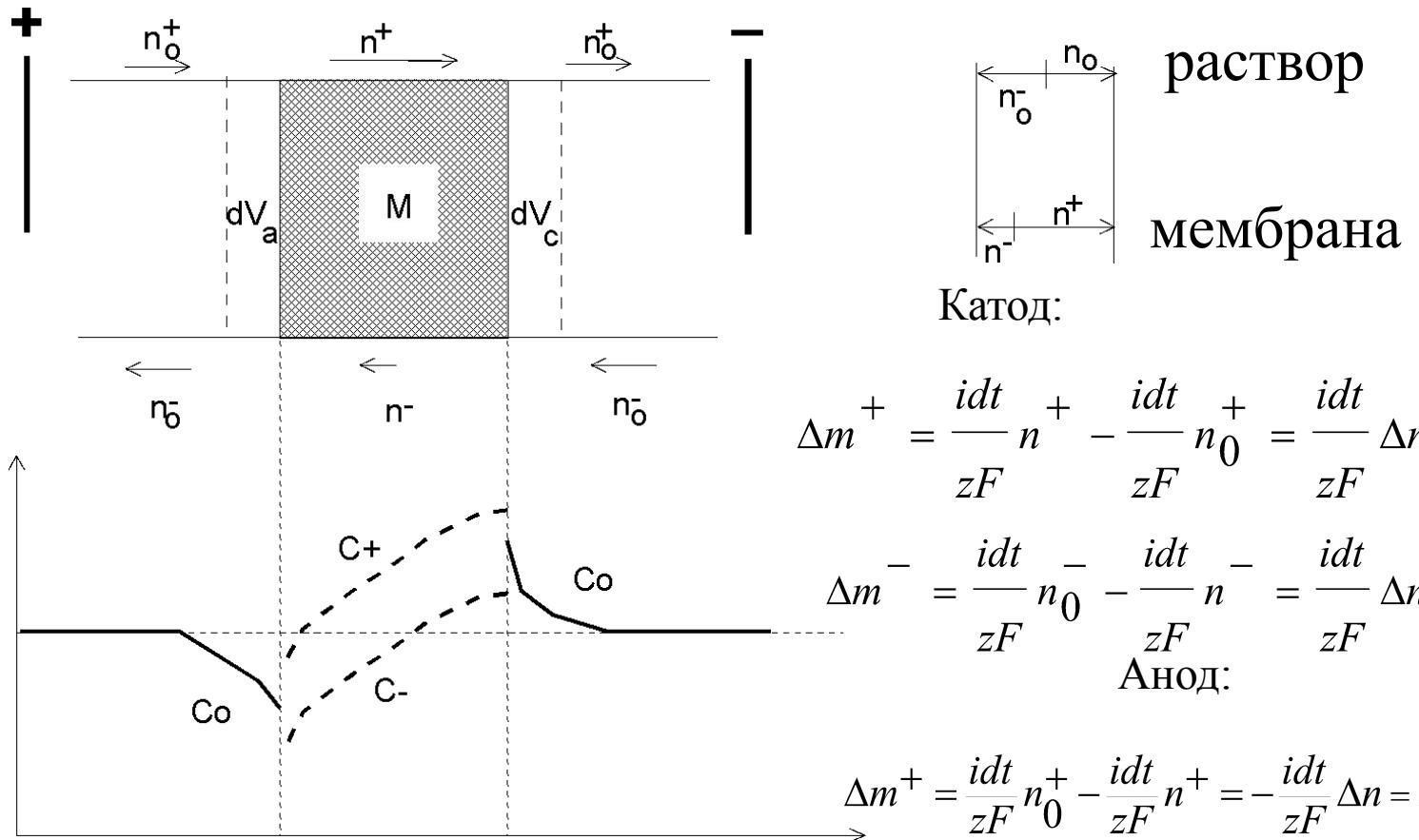


Для заряженной мембранны в первом приближении справедлива полученная формула, в которой необходимо учесть новое выражение для чисел переноса:

$$\left. \begin{aligned} n^c &= \frac{\beta^c C^c}{\beta^c C^c + \beta^a C^a} \\ n^a &= \frac{\beta^a C^a}{\beta^c C^c + \beta^a C^a} \end{aligned} \right\} \text{Числа переноса}$$

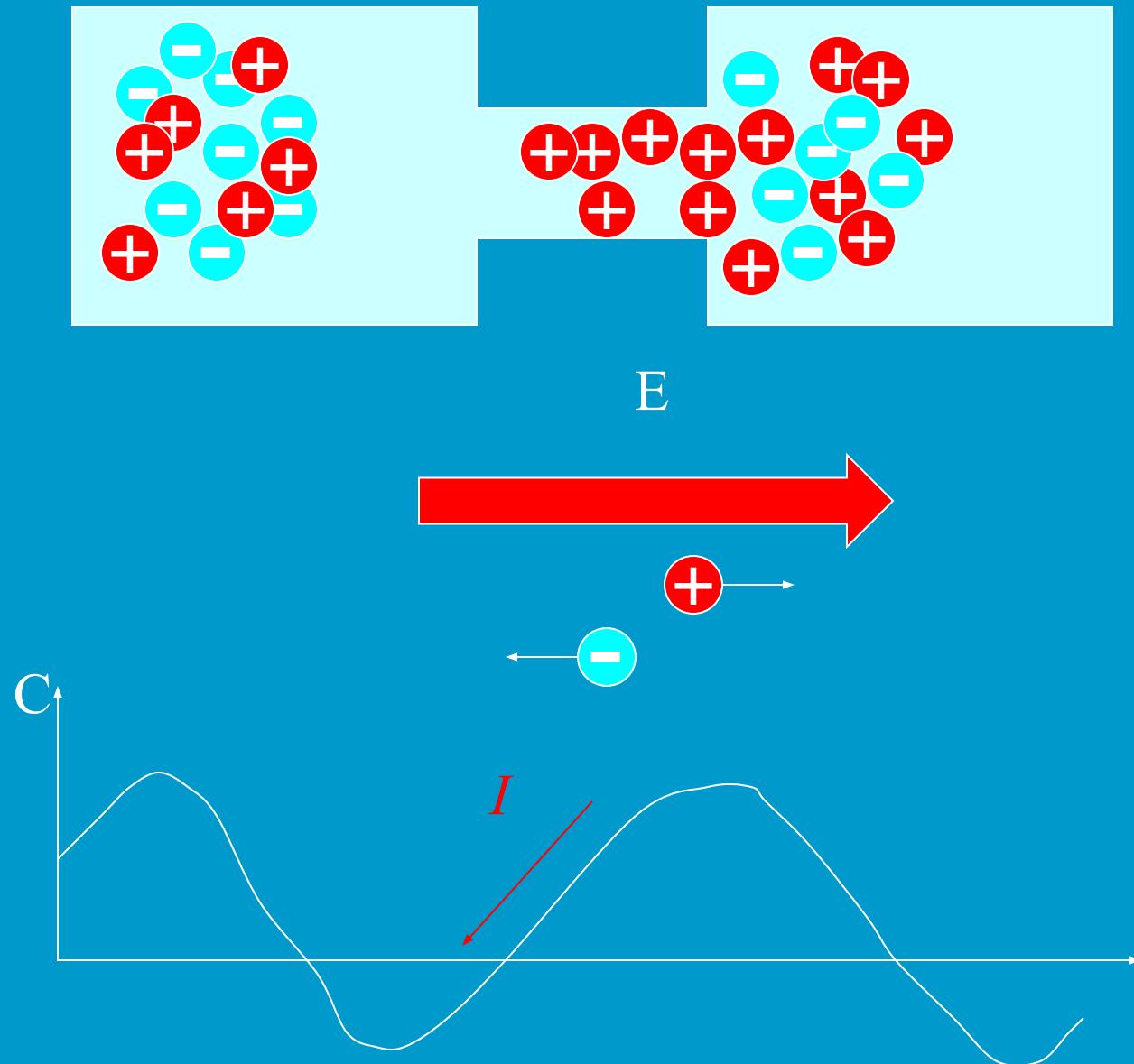
$$U_2 - U_1 = \frac{RT}{zF} \left(n^c - n^a \right) \ln \frac{C_2}{C_1}$$

2.8.3 Электродиализ и концентрационная (мембранная)поляризация

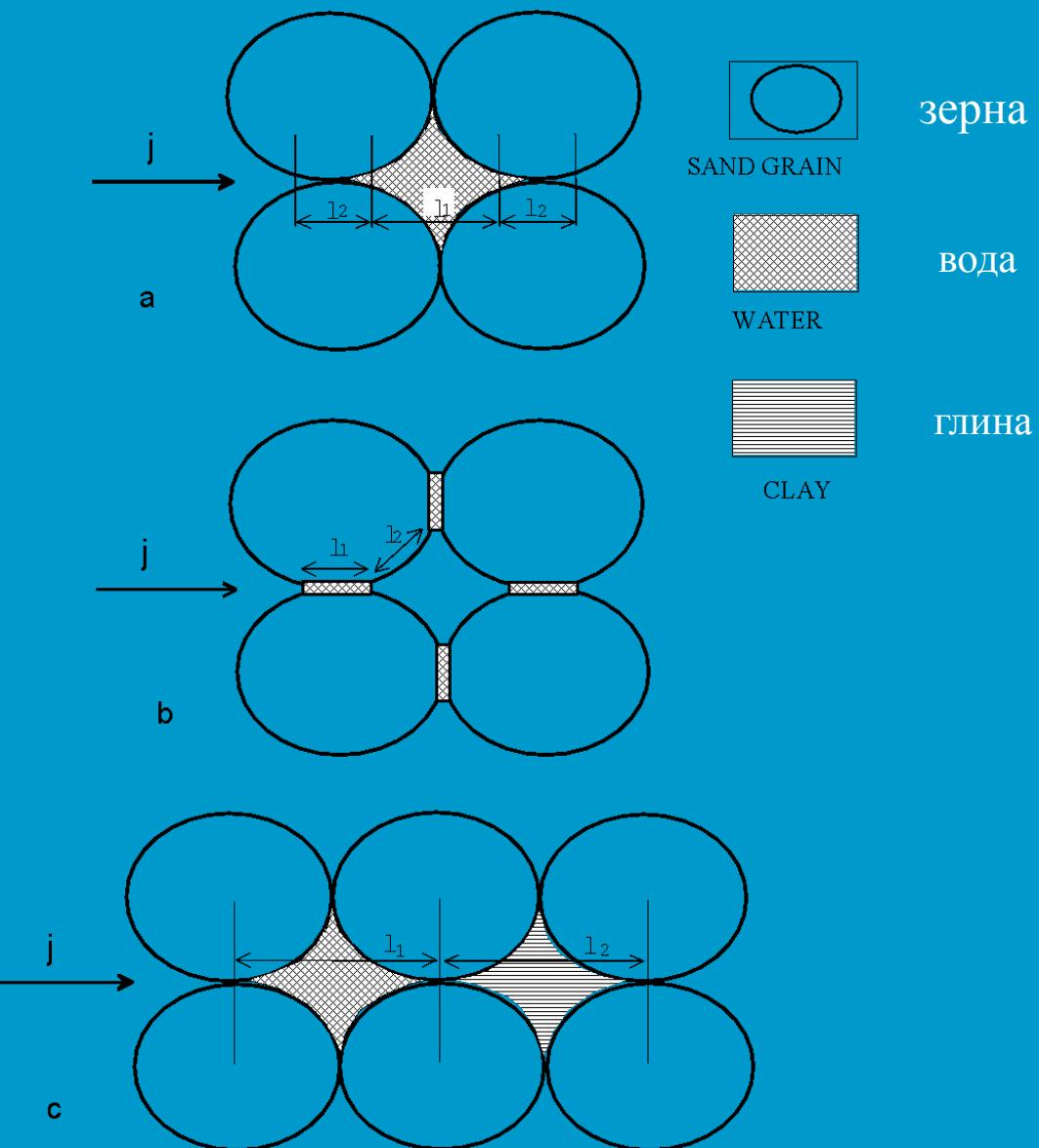


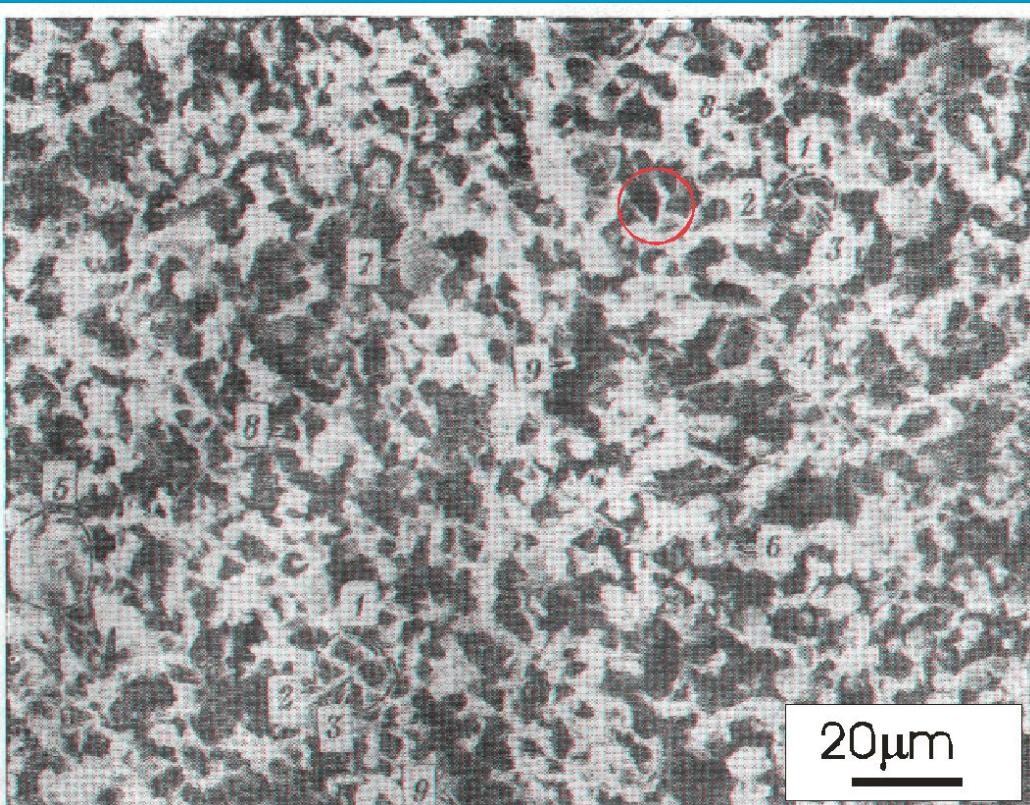
2.9 Выванная поляризация

Мембранные поляризации в породе

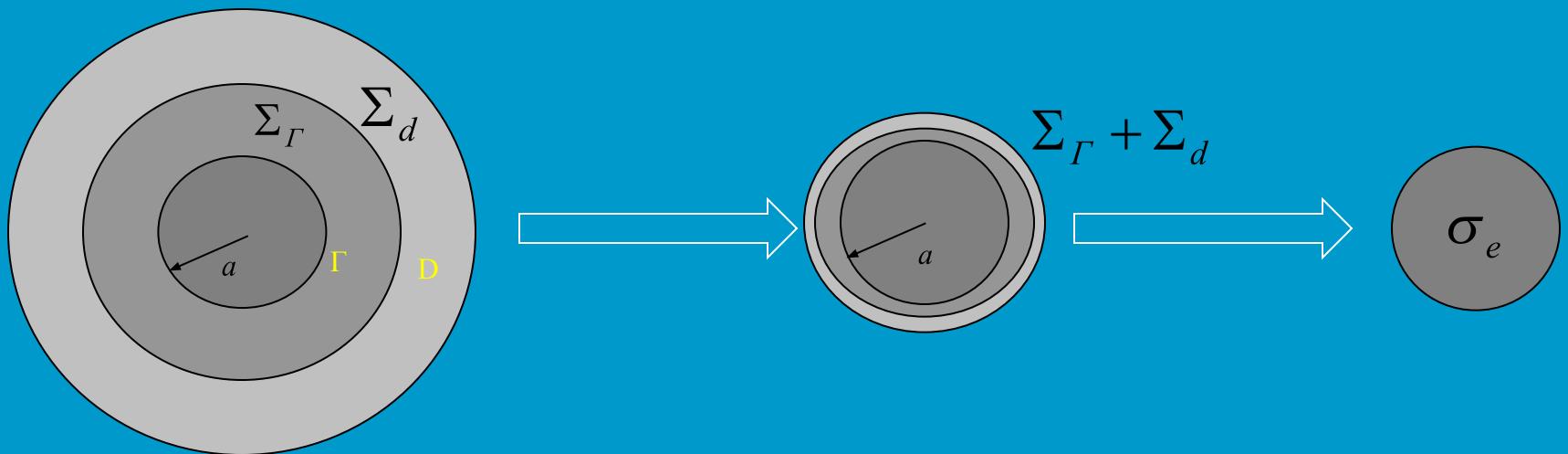


Примеры природных мембран





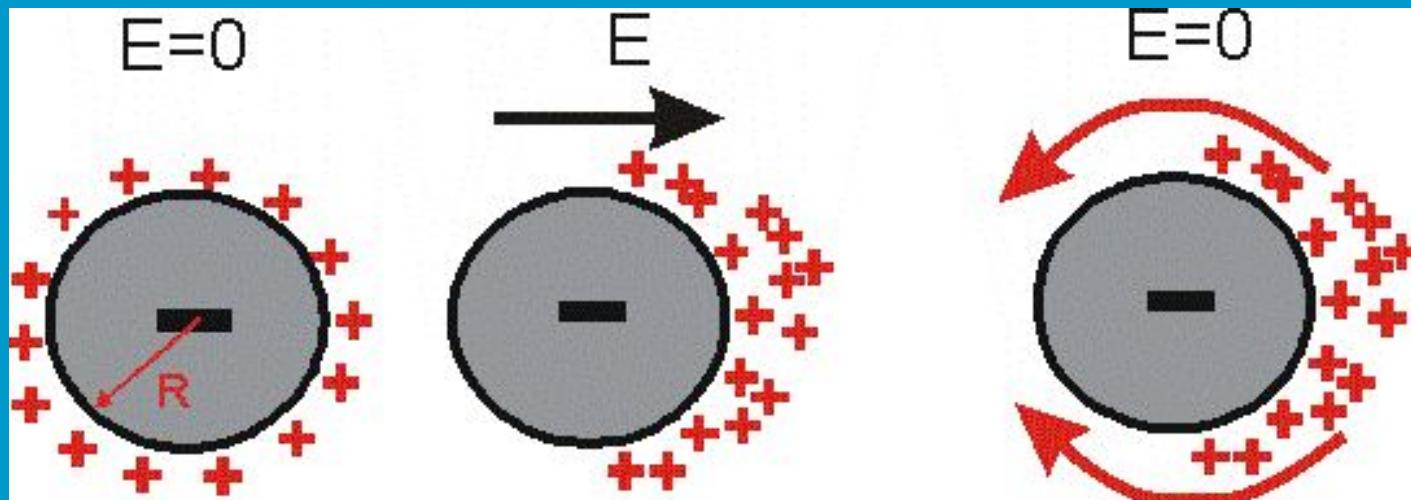
Зерно с поверхностной проводимостью



$$\sigma_e = \frac{2(\Sigma_\Gamma + \Sigma_d)}{a}$$

O'Konski, 1960

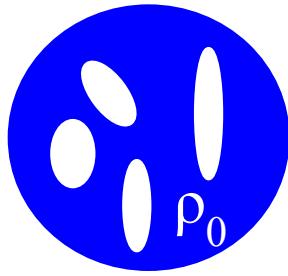
ВП зерна с поверхностной проводимостью
(Schwarz, 1962; Schurr, 1964; Leroy et al. 2008;
Revil and Florsch, 2010)



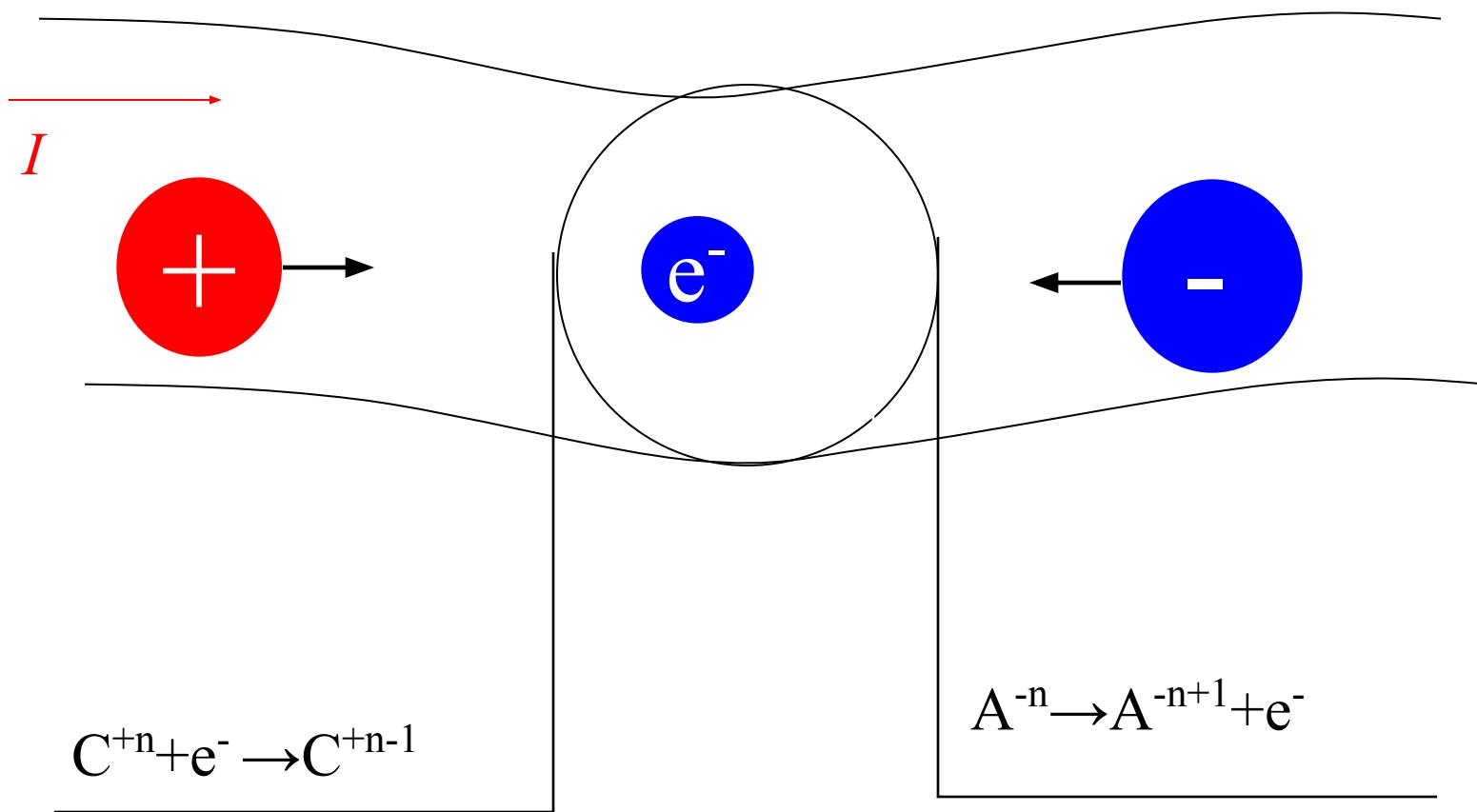
Миграция ионов
в поле

Диффузия назад

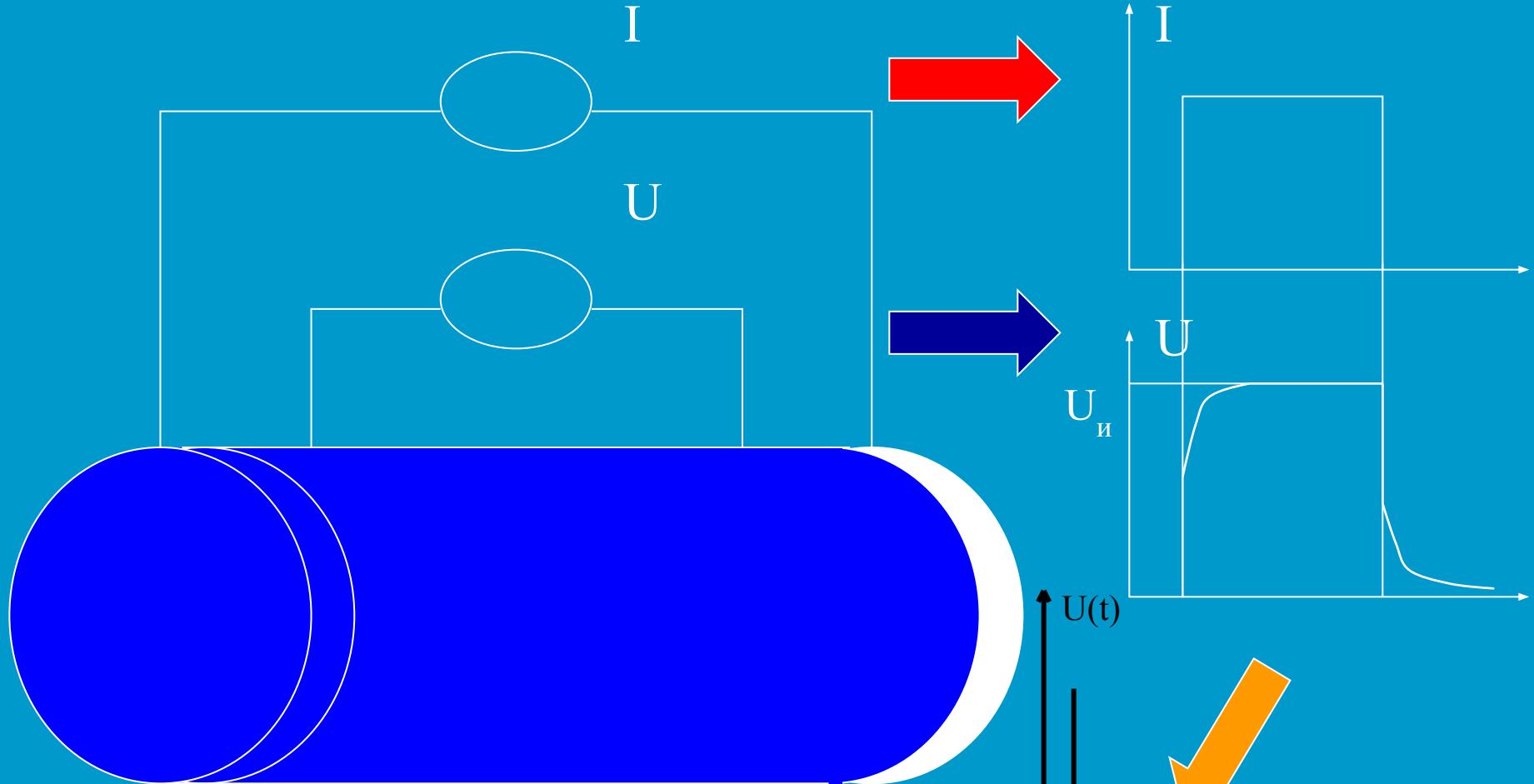
Т.к. ионы заряжены, диффузионный поток
это – электрический ток



Вызванная поляризация в рудах



Временная область

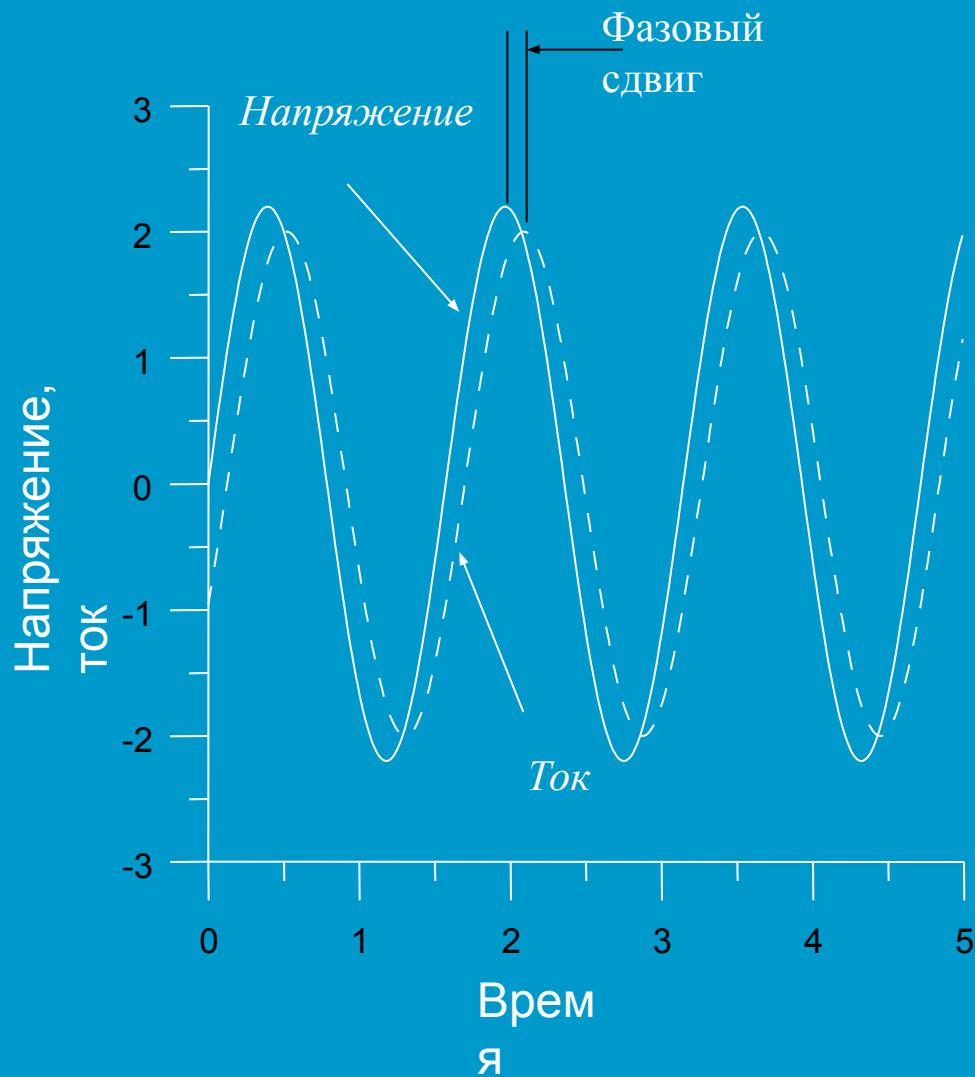


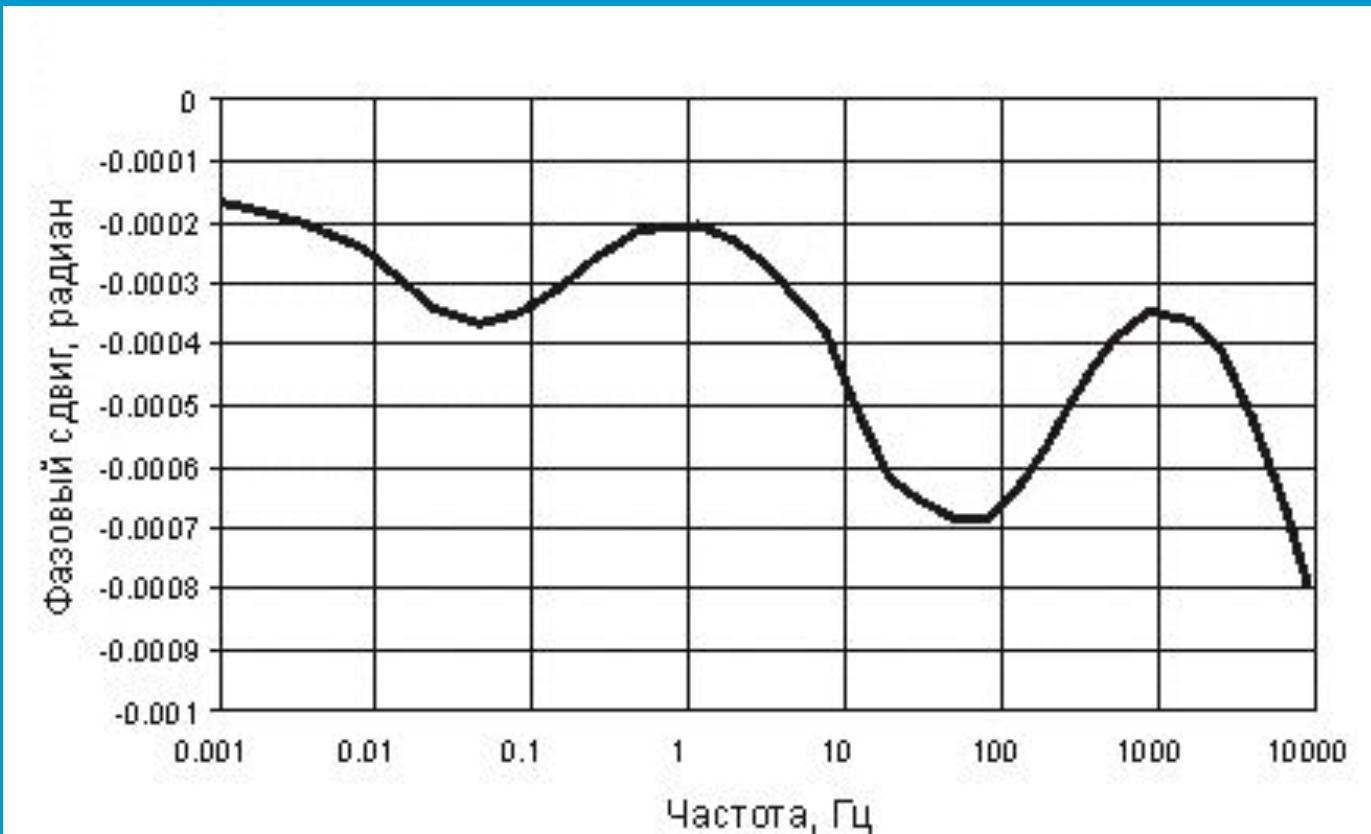
Поляризуемость: $\eta(t) = U_p / U_i$

Заряжаемость:

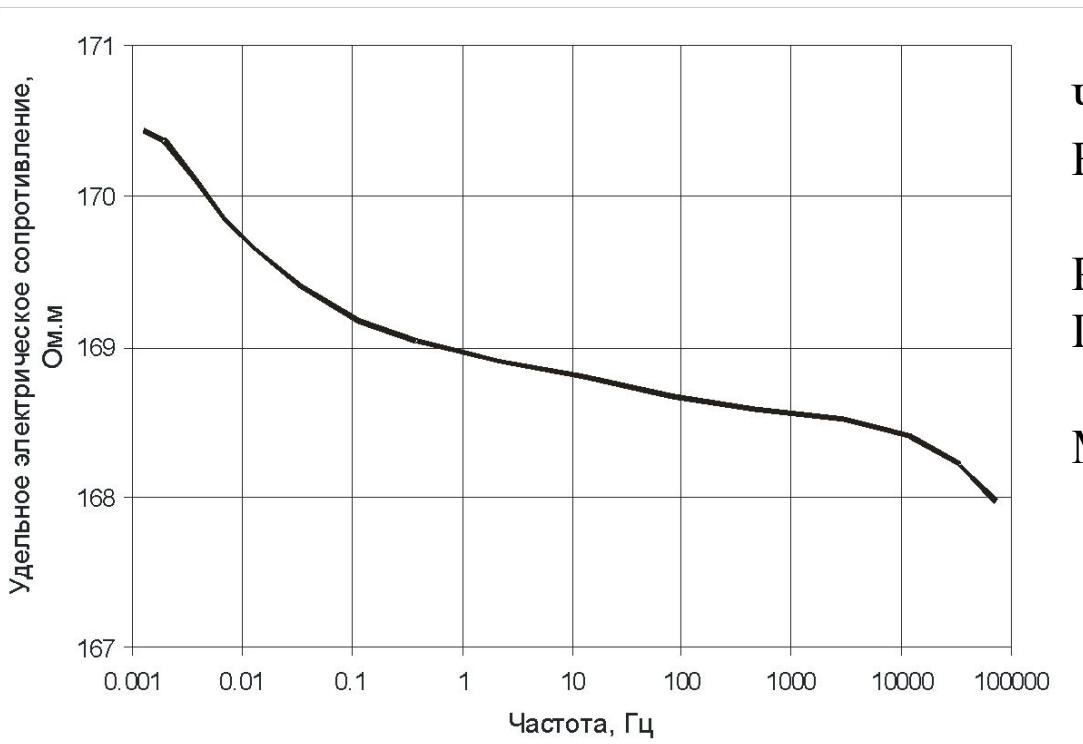
$$m = \frac{1}{t_2 - t_1} \int_{t_1}^{t_2} \eta(t) dt$$

Частотная область





Зависимость фазового сдвига удельного
электрического сопротивления песчаника от частоты



Частотный эффект:
 $FE = (\rho(f_1) - \rho(f_2)) / \rho(f_1)$

$$PFE = FE \cdot 100\%$$

Первые проценты для пород

Метал-фактор:

$$MF = 2 \cdot 10^5 \frac{\rho(f_1) - \rho(f_2)}{\rho(f_1)\rho(f_2)}$$

Зависимость абсолютной величины удельного
электрического сопротивления песчаника от частоты

$$m = \frac{\rho_0 - \rho_\infty}{\rho_0} = \frac{\sigma_\infty - \sigma_0}{\sigma_\infty}$$

Эмпирическое описание ВП

Формула братьев Коул (Cole-Cole, 1941)

$$\varepsilon_{CC}^* = \varepsilon_\infty + \frac{\varepsilon_0 - \varepsilon_\infty}{1 + (i\omega\tau)^{1-\alpha}}$$

$$\sigma_{CC}^* = \sigma_\infty + \frac{\sigma_0 - \sigma_\infty}{1 + (i\omega\tau)^c}$$

Формула Пелтона (Pelton et al., 1978)

$$\rho_P^* = \rho_\infty + \frac{\rho_0 - \rho_\infty}{1 + (i\omega\tau)^c}$$

Проявление и параметры ВП

- Остаточное напряжение после выключения тока – параметр - поляризуемость
- Зависимость удельного сопротивления от времени после включения тока или от частоты тока – параметры: зависимость удельного сопротивления от частоты, частотный эффект
- Сдвиг фаз между напряжением и током в частотной области