

# Способы определения УЭС пластовой воды

- По нормальной концентрации
- По плотности
- Через массы грамм-эквивалентов
- По эквивалентной электропроводности
- По методу потенциалов самопроизвольной поляризации

# Проба воды

- Концентрации ионов (в  $\frac{\text{мг-ЭКВ}}{100 \text{ см}^3}$ ) определяются в лабораторных условиях

$\text{Na}^+$   
и  $\text{K}^+$

$\text{Cl}^-$

$\text{SO}_4^{2-}$

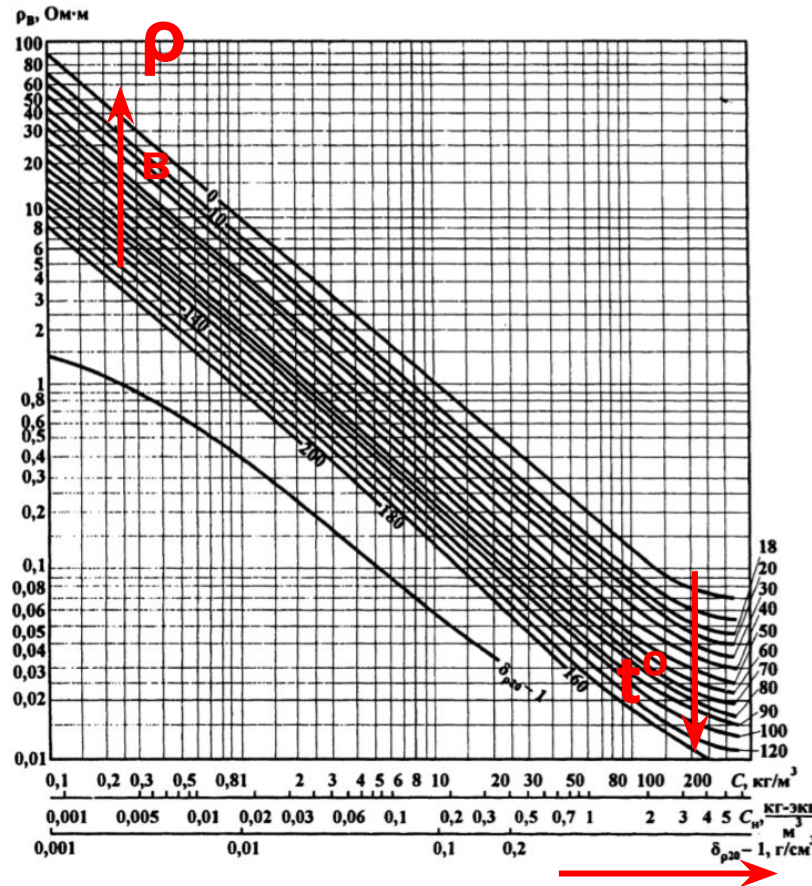
$\text{HCO}_3^-$

$\text{Mg}^{2+}$

$\text{Ca}^{2+}$

# Исп. По нормальной концентрации

- $C_H = 0.01 * \sum C_{ki} = 0.01 * \sum C_{ai}$
- По палетке Вендельштейна I-1



$C_v$ , кг/м<sup>3</sup>

$C_H$ , кг-ЭКВ/м<sup>3</sup>

$\delta_v - 1$ , г/см<sup>3</sup>

## **Исп. По плотности**

**(метод используется для приближенной оценки (наименее точен))**

- Находим величину  $\delta_{\text{в}}^{20-1}$
- По палетке Вендельштейна I-1 находим УЭС воды

# III сп. Через массы грамм-эквивалентов (А)

- Общая минерализация воды в кг/м<sup>3</sup>:
  - $C_{в} = 0.01 * (\sum A_{ai} * C_{ai} + \sum A_{ki} * C_{ki})$
- По таблице Менделеева:
  - $A(\text{SO}_4^{2-}) = (32 + 16 * 4) / 2 = 48$
  - $A(\text{Cl}^-) = 35.5$
  - $A(\text{HCO}_3^-) = 1 + 12 + 16 * 3 = 61$
  - $A(\text{Na}^+ \text{ и } \text{K}^+) = 23$  (как у натрия)
  - $A(\text{Mg}^{2+}) = 24 / 2 = 12$
  - $A(\text{Ca}^{2+}) = 40 / 2 = 20$
- По палетке Вендельштейна I-1 находим УЭС воды

# IV сп. По эквивалентной электропроводности (Λ)

- Составляем растворимые соли (по таблице растворимости), в первую очередь все с  $\text{Na}^+$  и  $\text{Cl}^-$

Концентрации в  $\frac{\text{кг-ЭКВ}}{\text{м}^3}$

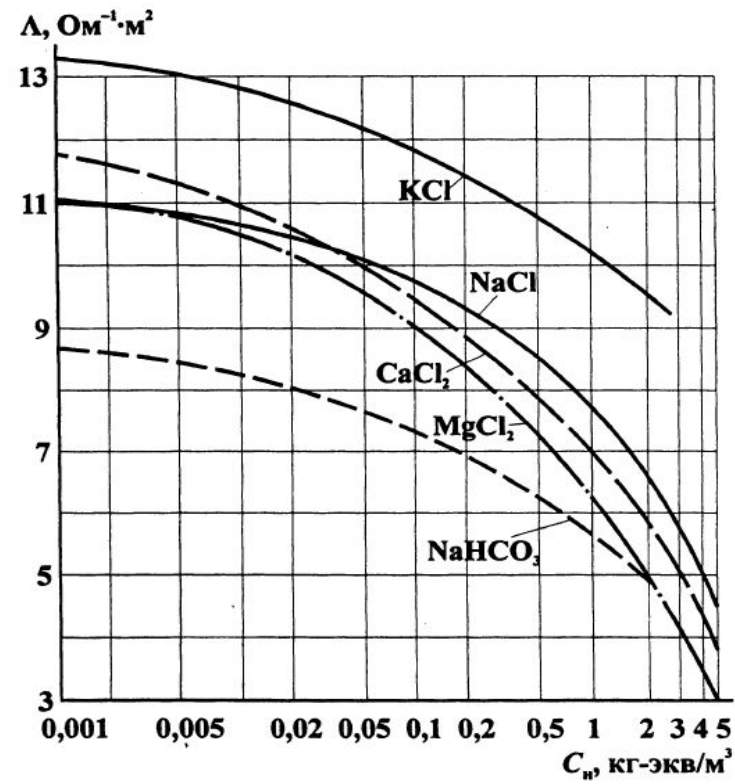


**ΣС**

**Н**

- Находим  $\Lambda$  [ $\text{Ом}^{-1} \cdot \text{м}^2$ ] по **суммарной** эквивалентной концентрации солей
- $\rho_{\text{в}}^{20} = (\sum \Lambda_{\Sigma i} * c_i)^{-1}$
- По палетке Вендельштейна I-1 находим УЭС воды при пластовых условиях

Зависимость эквивалентной электропроводности от концентрации растворов для различных солей



# УЭС БУРОВОГО РАСТВОРА, ЕГО ФИЛЬТРАТА, ГЛИНИСТОЙ КОРКИ И ГОРНЫХ ПОРОД



# Удельное электрическое сопротивление пород

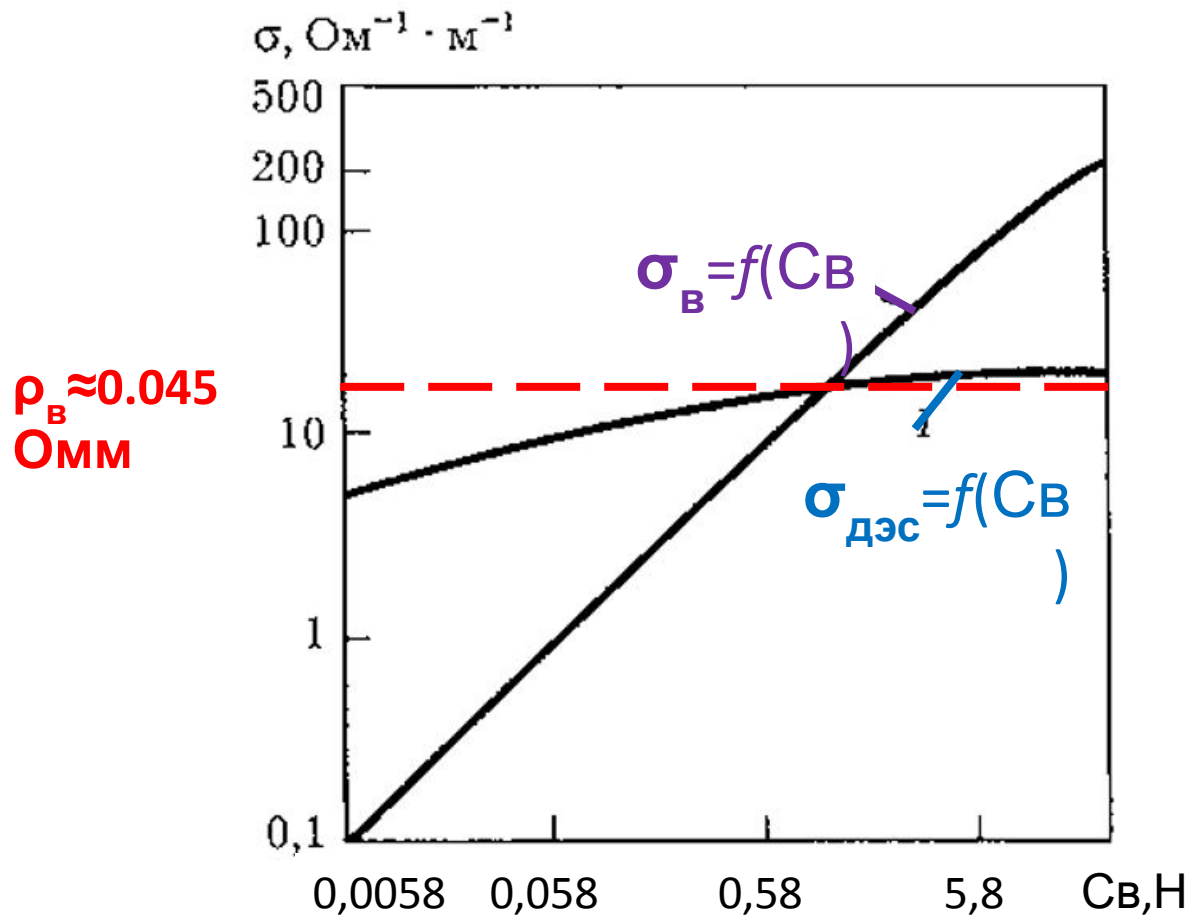
$$\rho_{вп}^{нчп} = Pn \cdot \rho_v$$

$$\rho_{нп}^{нчп} = Pn \cdot Pн \cdot \rho_v$$

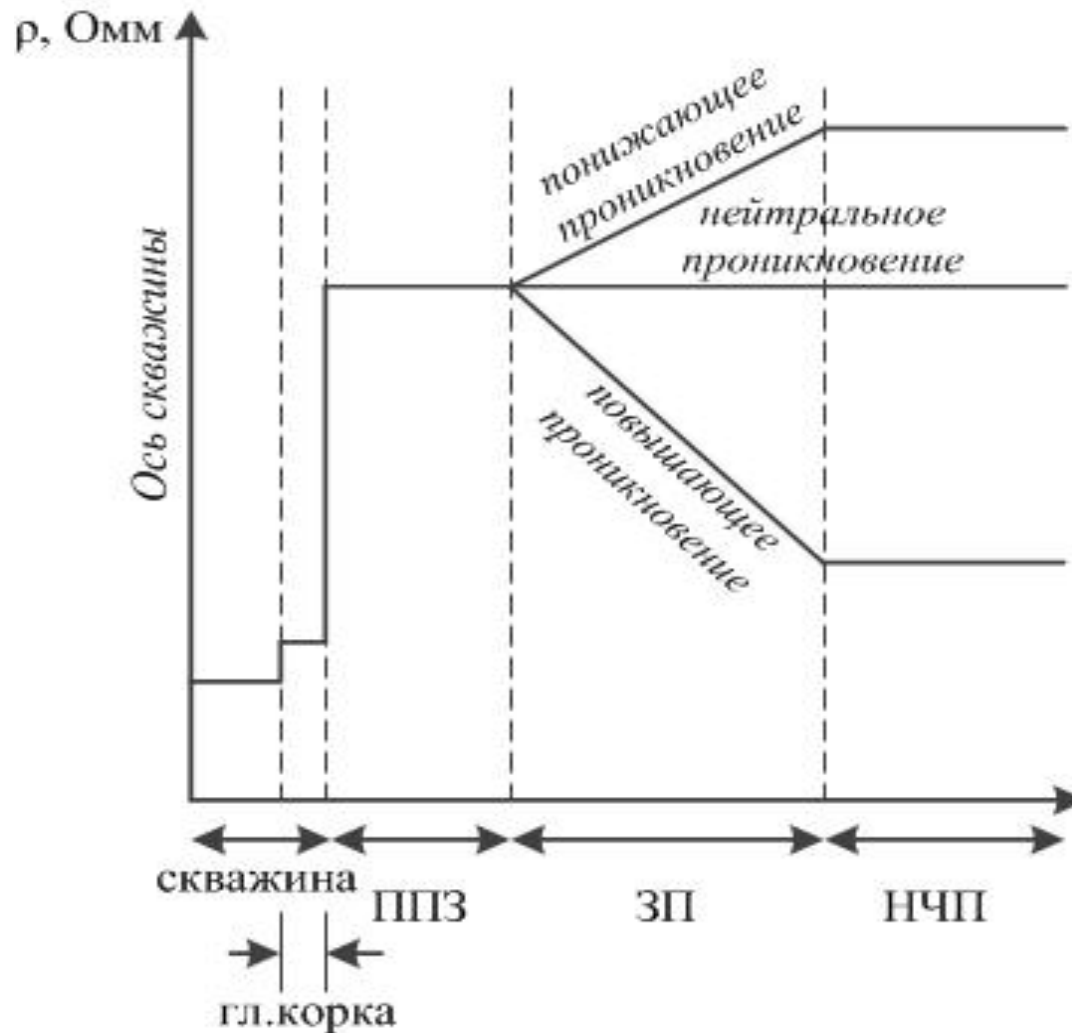
$$\rho_{вп}^{нпз} = Pn \cdot \rho_{\phi} \cdot \Pi$$

$$\rho_{нп}^{нпз} = Pn \cdot Pно \cdot \rho_{\phi} \cdot \Pi$$

# Сравнение электропроводностей ДЭС $\sigma_{\text{ДЭС}}$ и свободного раствора $\sigma_{\text{В}}$ при $t=20^{\circ}\text{C}$



# Радиальная характеристика сопротивлений



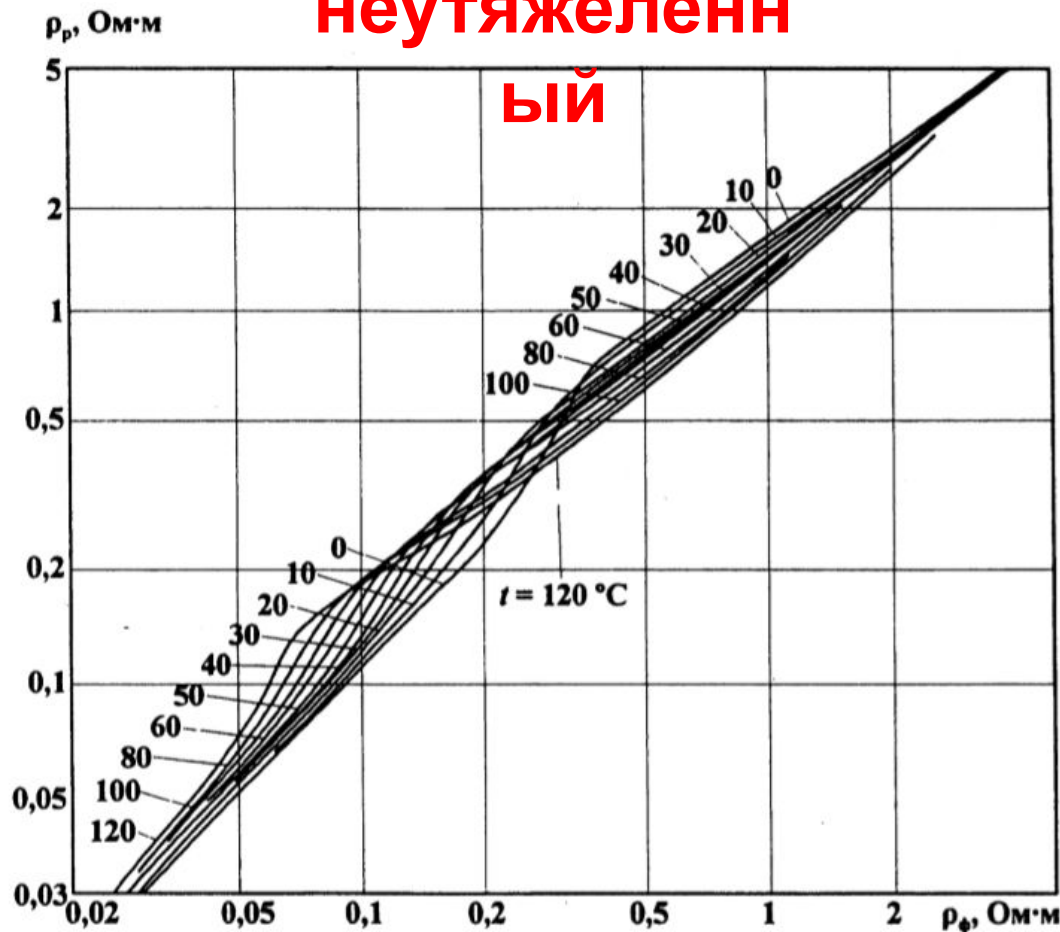
# Способы определения УЭС бурового раствора

1. По пробе, взятой на поверхности
2. По глубинной пробе
3. По данным резистивиметра
4. По показаниям микрозондов в каверне
5. По результатам интерпретации данных БКЗ в мощном непроницаемом пласте высокого сопротивления (в плотном пласте)

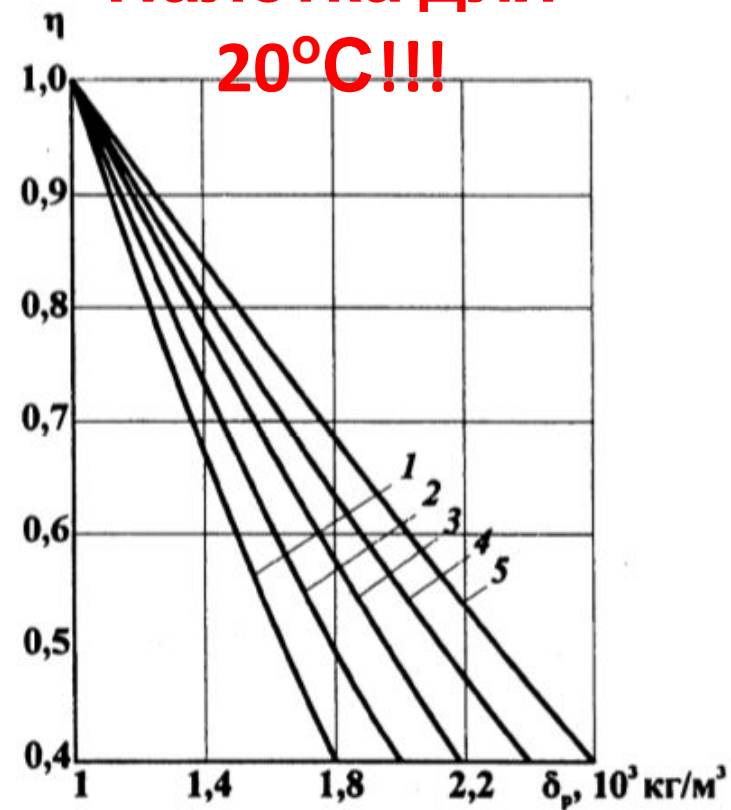
# Определение УЭС фильтрата

ПЖ

неутяжеленный

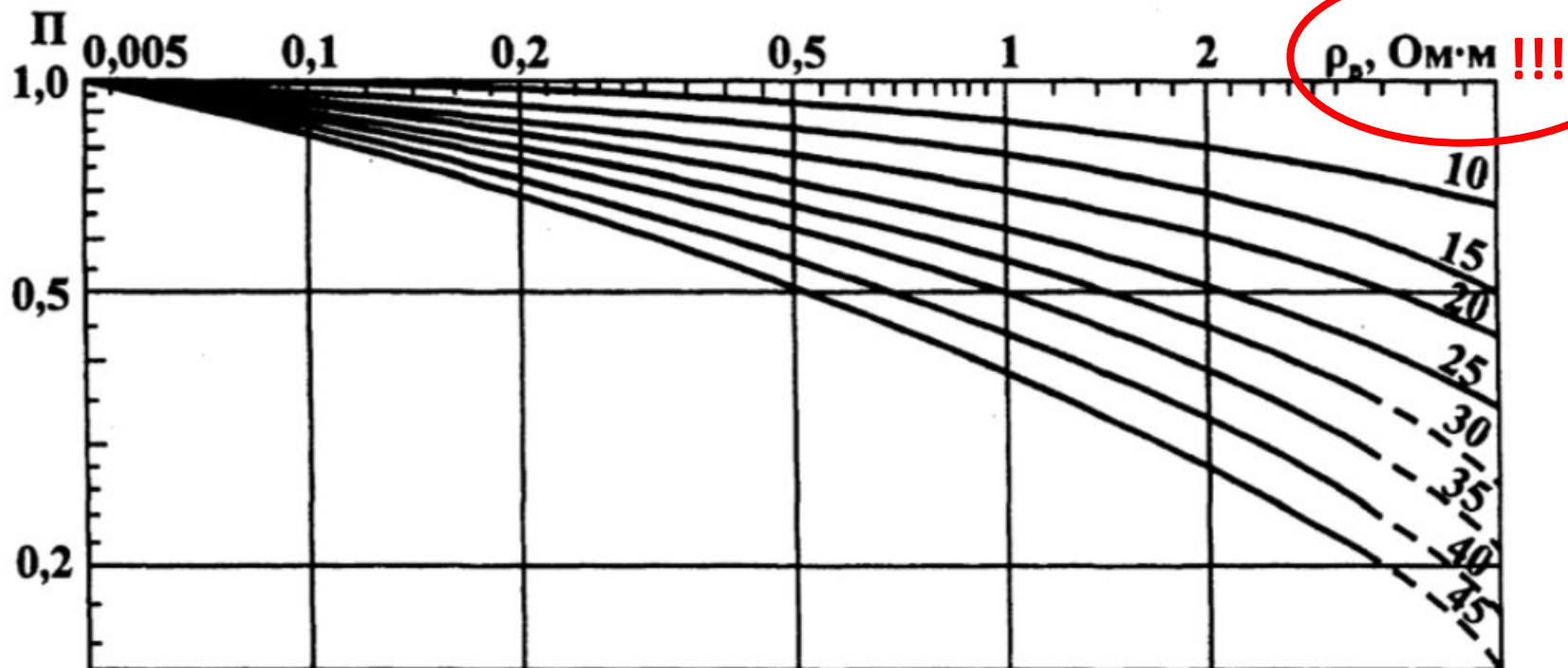


Утяжеленный,  
Палетка для  
20°C!!!

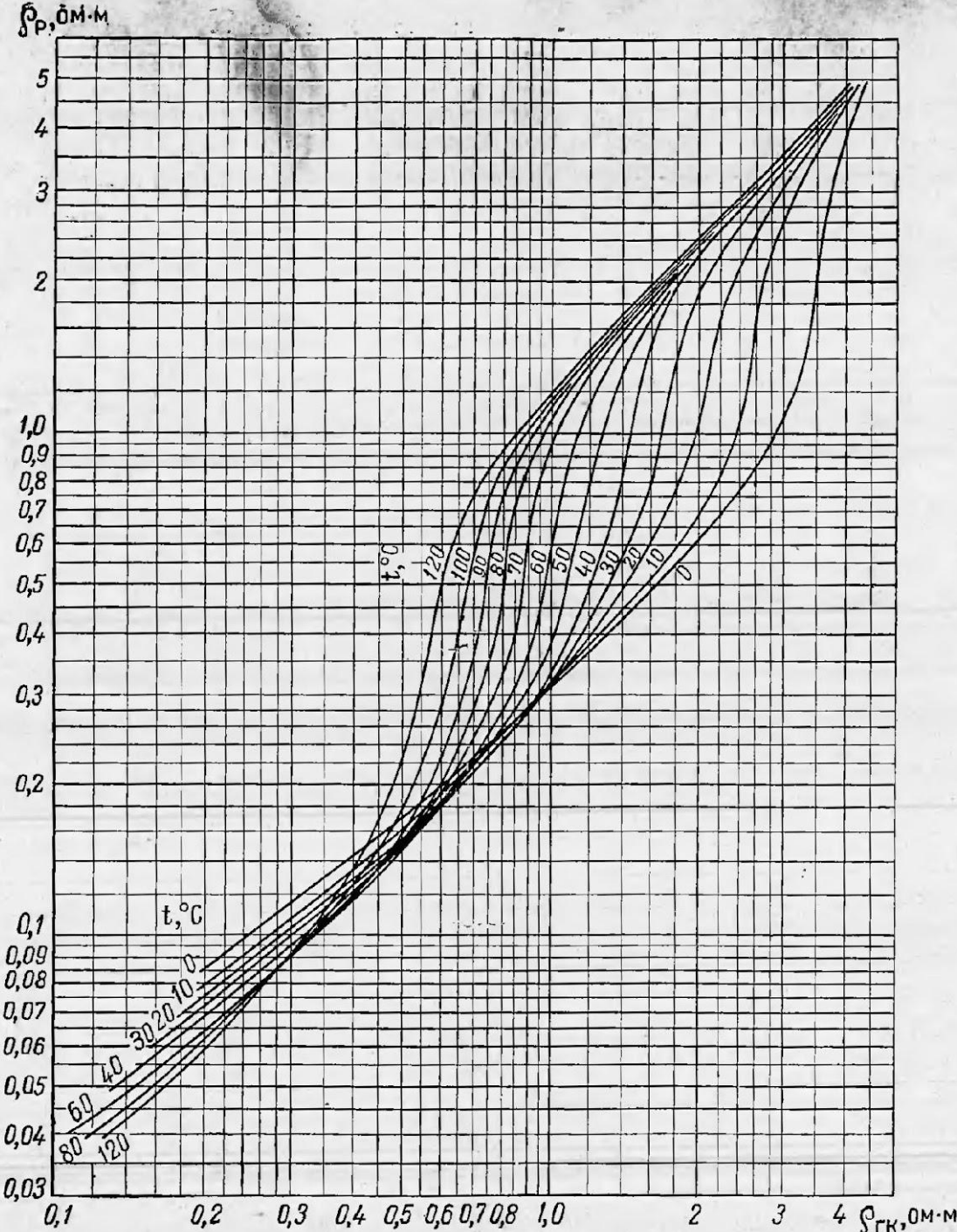


$$\rho_\phi^{20} = \eta \cdot \rho_p^{20}$$

# Зависимость коэффициента поверхностной проводимости $\Pi$ от УЭС поровых вод $\rho_v$ и глинистости $S_{гл}$ , % (шифр кривых)



# Определение УЭС глинистой корки





**ПЕСЧАНО-ГЛИНИСТЫЕ ПОРОДЫ**

**КАРБОНАТНЫЕ ПОРОДЫ**

**зависимость  
параметра  
пористости  
от  
коэффициен  
та  
пористости**

*Среднецементированные  
песчаники*

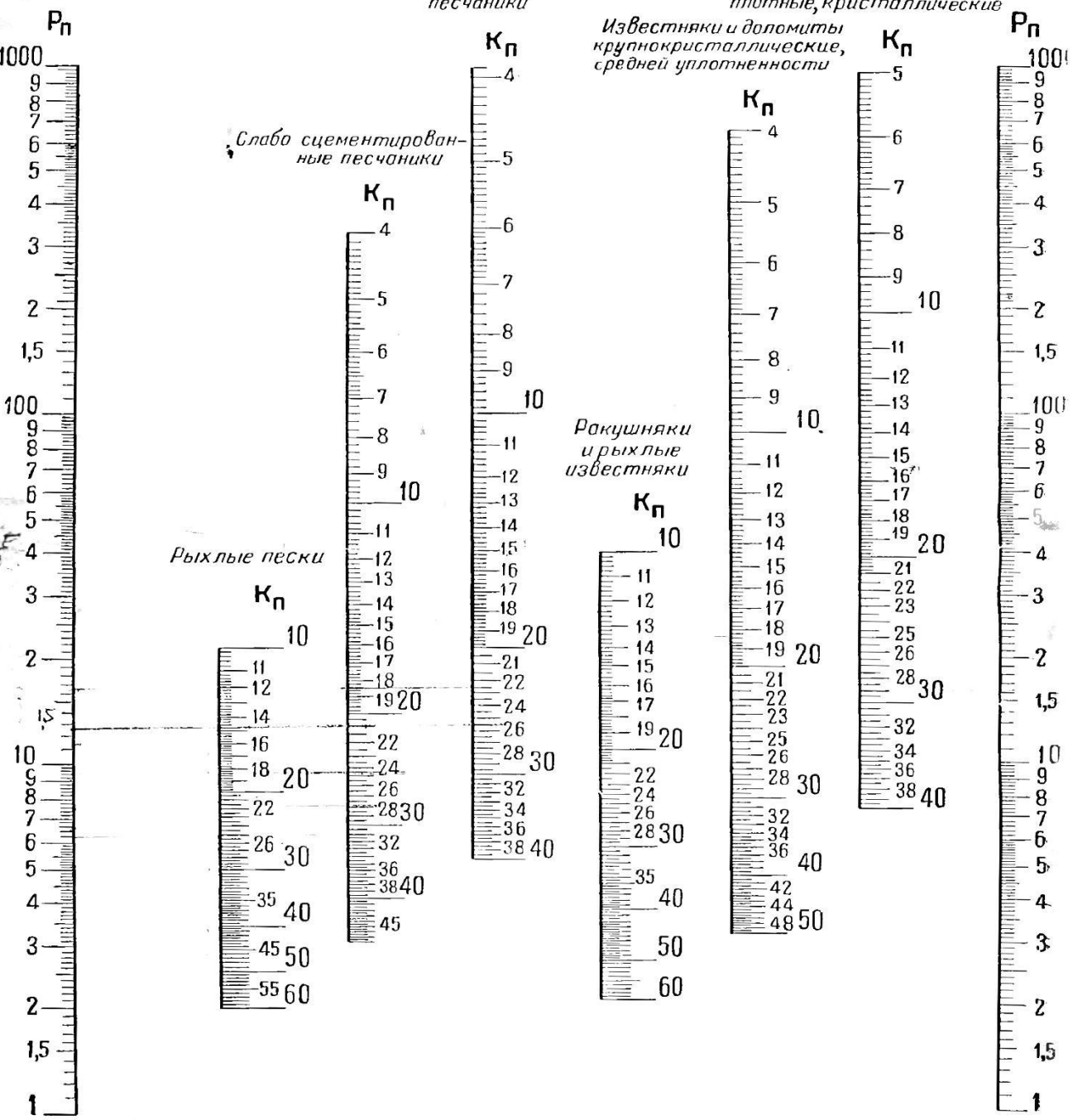
*Известняки и доломиты  
плотные, кристаллические*

*Известняки и доломиты  
крупнокристаллические,  
средней уплотненности*

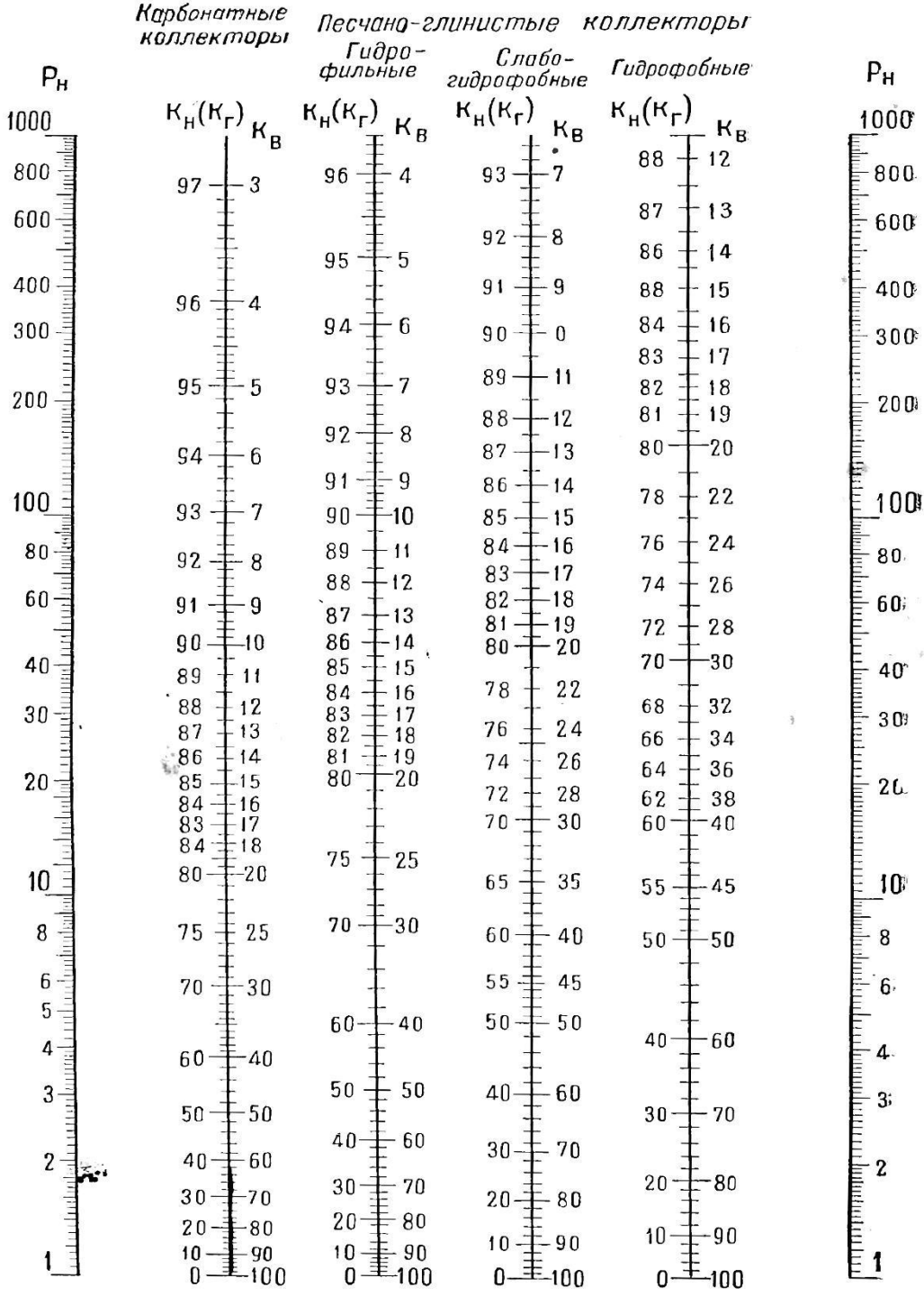
*Слабо цементирован-  
ные песчаники*

*Ракушняки  
и рыхлые  
известняки*

*Рыхлые пески*







# параметра нефтенасыщенности и от коэффициентов водо- и нефтенасыщенности и

# УЭС □ Кн (уравнение Дахнова-Арчи)

$$\rho_{\Pi} = R_{\Pi} \cdot R_{H} \cdot \rho_{B}$$

$$R_{\Pi} = \frac{a_m}{K_{\Pi}^m}$$

$$R_{H} = \frac{a_n}{K_{B}^n}$$

$a$  – коэффициент извилистости

$m$  – коэффициент сцементированности (характеризует сложность геометрии пор, степень сцементированности породы)

$n$  – показатель насыщения (зависит от глинистости и смачиваемости породы, степени гидрофильности/гидрофобности пород, а также от характера пустотного пространства)

Наиболее достоверно при предельном насыщении углеводородами

# УЭС □ Кн

(через объемную влажность)

$$W_B = K_{\Pi} \cdot K_v$$

$$P_0 = \frac{\rho_{\Pi}}{\rho_B}$$

- Уравнение связи  $P_0 = f(W_B)$  определяется на керне (отобранном из скважины, пробуренной на РНО для сохранения естественной влажности)
- $W_B$  – объемная влажность

Можно применять при характере насыщения нефть+вода