



ПАО «Газпром»

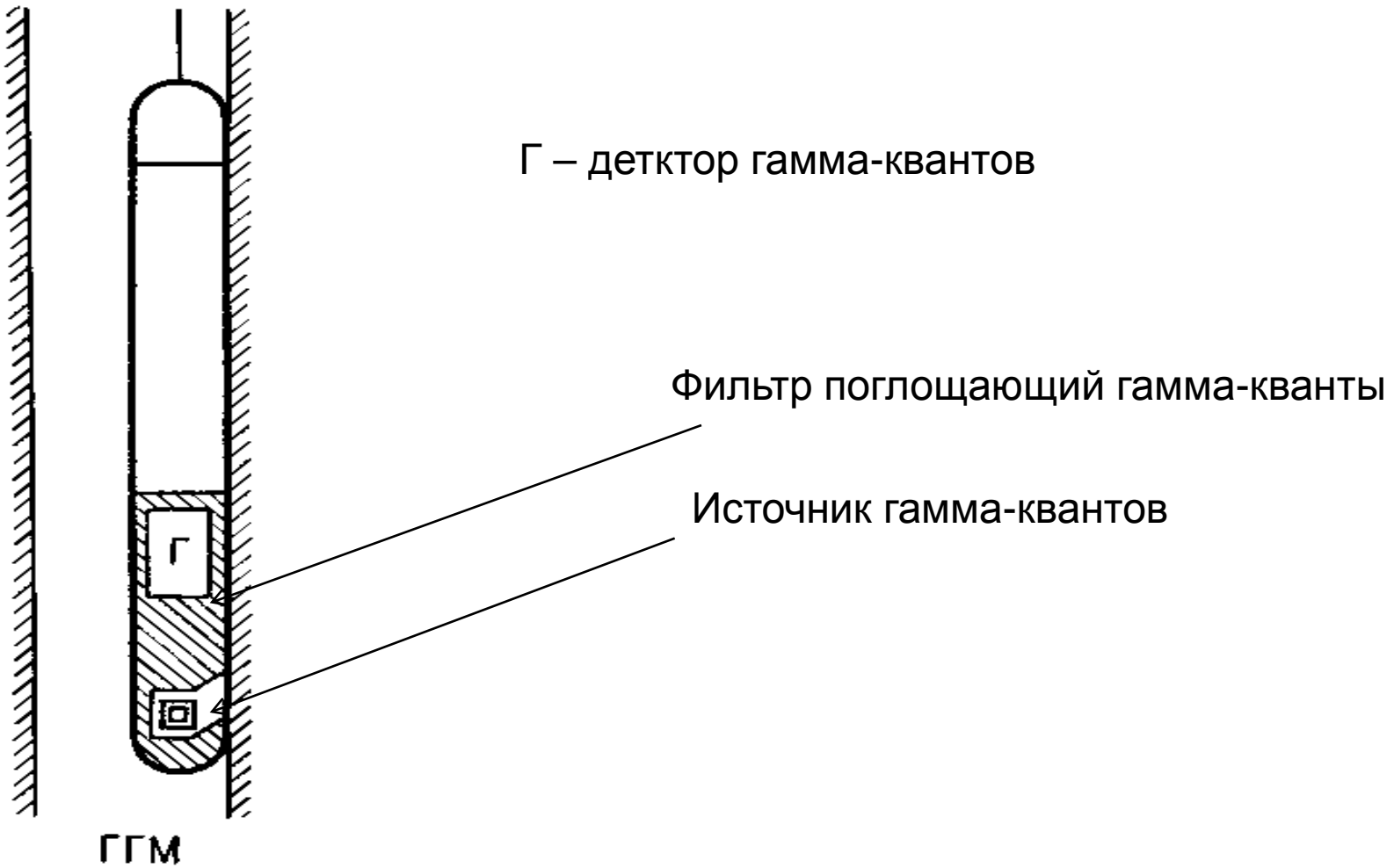
Российский государственный университет
нефти и газа имени И. М. Губкина
(Национальный исследовательский
университет)



**Презентационные материалы
онлайн-курса
«Основные технологические процессы
Upstream-сектора нефтегазового
комплекса»**

Метод рассеянного гамма-излучения. Плотность и электронная плотность минералов, жидкой и газообразной фазы горных пород. Плотностной и селективный варианты метода рассеянного гамма-излучения. Определение плотности пород по диаграммам ГГМ-П. Область применения метода

Схема зонда гамма-гамма метода



$$\Phi \approx \frac{Q}{4\pi r^2} e^{-\mu r}$$

где Φ – плотность потока гамма-квантов на расстоянии r ; Q – общее число квантов, испускаемых источником; μ – суммарное макроскопическое сечение среды для всех процессов взаимодействия гамма-излучения с веществом.

Поток гамма-квантов убывает с расстоянием тем быстрее, чем больше коэффициент ослабления μ , т. е. чем выше плотность среды и концентрация тяжелых элементов в ней.

Регистрируемое рассеянное гамма-излучение определяется электронной плотностью пород. Электронная δ_e и объемная δ плотности среды, представленной одинаковыми атомами связаны соотношением

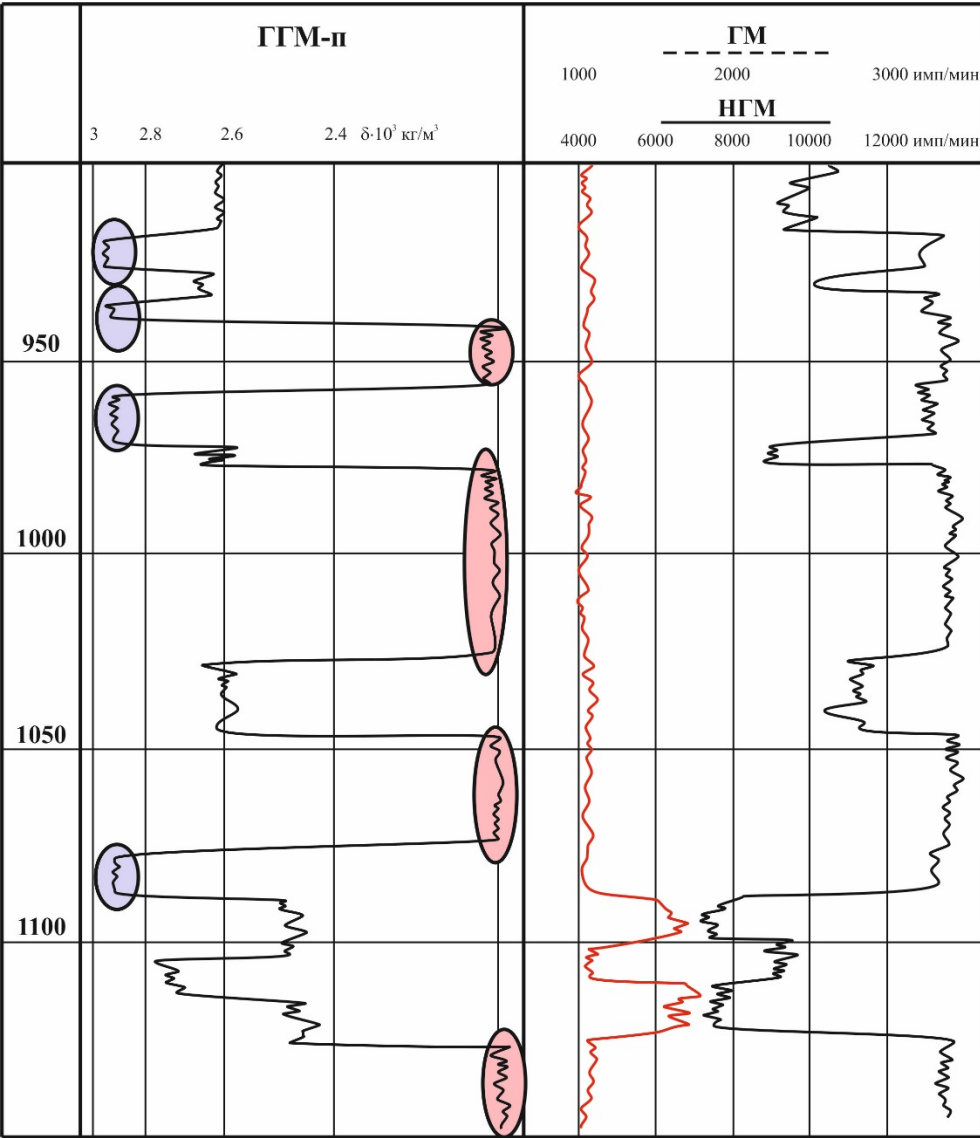
$$\frac{\delta_e}{\delta} = 2 \cdot \frac{Z}{M}$$

где Z – атомный номер; M – относительная атомная масса.

Объемной и электронной плотностей для основных породообразующих минералов [Латышова М.Г., 2007 г]

Минерал	Плотность, г/см ³	Электронная плотность, г/см ³	$\frac{\delta_e}{\delta}$
Кварц	2.65	2.647	0.9988
Кальцит	2.71	2.709	0.9991
Доломит	2.85	2.844	0.9978
Ангидрит	2.95	2.949	0.9994
Гипс	2.35	2.37	1.022
Галит	2.18	2.09	0.959
Ортоклаз	2.57	2.55	0.9916
Каолинит	2.65	2.63	1.0078
Монтмориллонит без межпакетной воды	3.36	3.26	1.001
Монтмориллонит с массовым содержанием воды 26 %	2.2	2.255	1.025
Гидромусковит	2.78	2.78	1.0006
Вода пресная	1	1.11	1.11
Вода соленая (C=200 г/л)	1.146	1.237	1.0797
Нефть	0.85	0.97	1.14

Литологическое расчленение гидрохимического разреза



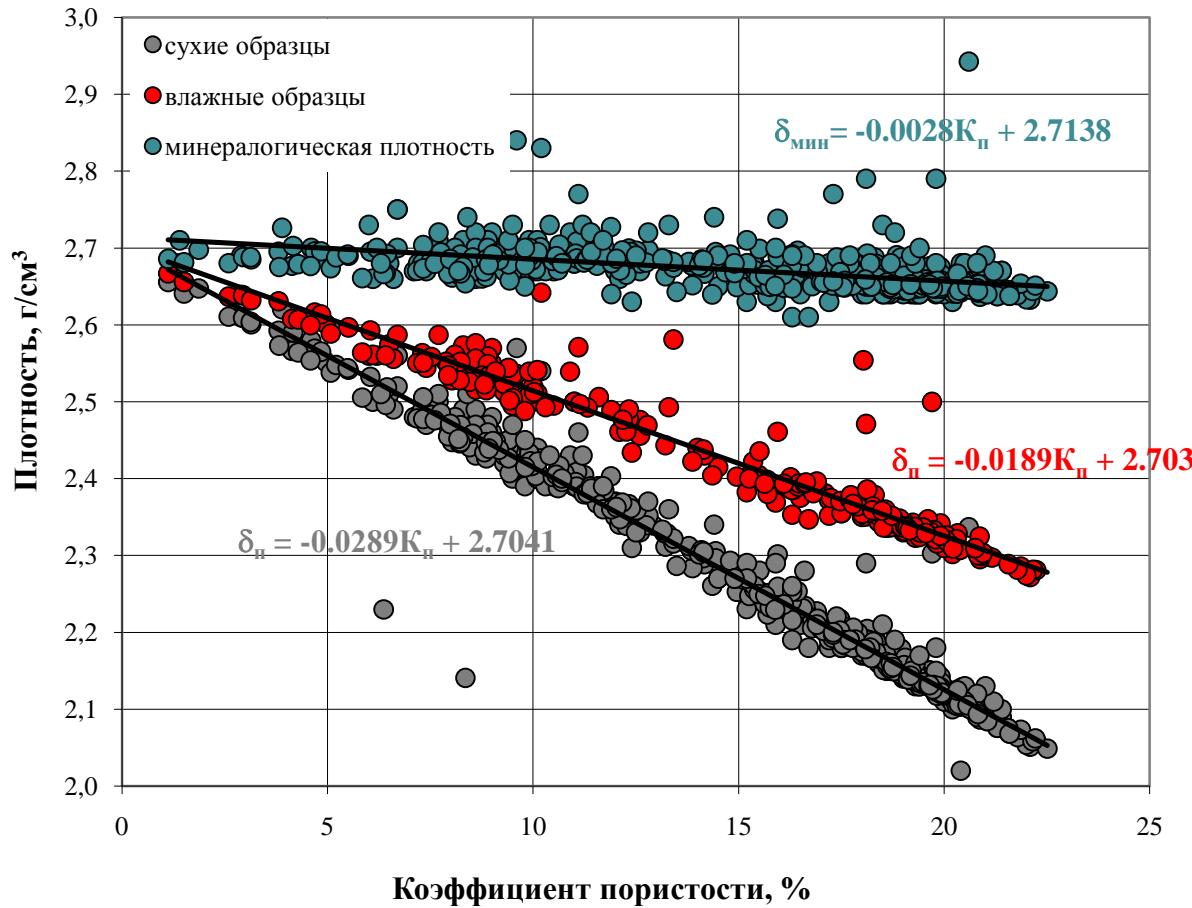
$$\delta_{\Pi} = K_{\Pi} \cdot \delta_{\text{В}} + (1 - K_{\Pi}) \cdot \delta_{\text{СК}}$$

$$\delta_{\text{СК}} = \sum_{i=1}^n \delta_{\text{Mi}} \cdot K_{\text{Mi}}$$

где $\delta_{\text{СК}}$ – плотность твердой фазы, г/см³; δ_{Mi} – минералогическая плотность i -той компоненты, г/см³; K_{Mi} – объемной содержание i -той компоненты, доли единицы.

Оценка коэффициента пористости

$$K_{\Pi} = \frac{\delta_{СК} - \delta_{\Pi}}{\delta_{СК} - \delta_{Ж}}$$



Интерпретационный параметр метода – индекс фотоэлектрического поглощения P_e [барн/электрон]

$$P_e = \left(\frac{Z}{10} \right)^{3.6}$$

Индекс фотоэлектрического поглощения для основных породообразующих минералов и флюидов (по данным фирмы Haliburton)

Минерал	Индекс фотоэлектрического поглощения Pe [барн/электрон]
1	2
Кварц	1,81
Кальцит	5,08
Доломит	3,14
Ангидрит	5,05
Глина	
Смектит	2,04
Иллит	3,45
Хлорит	6,3
Каолинит	1,83
Галит	4,65
Сидерит	14,7
Пирит	17
Барит	267
Вода пресная	0,358
Вода минер-я100К ppm NaCl	0,734
Вода минер-я200К ppm NaCl	1,12
Нефть (n(CH ₂))	0,119
Газ (CH ₄)	0,095

Палетка для определения состава пород по показаниям литолого-плотностного метода [Латышова М.Г., 2007 г]

