

Выделение коллекторов по данным методов ГИС.



**СРЕБРОДОЛЬСКАЯ М.А., КАФЕДРА ГИС,
РГУ НЕФТИ И ГАЗА ИМЕНИ И.М.ГУБКИНА**

Выделение коллекторов нефти и газа по данным ГИС

2

Различают 2 группы признаков для выделения коллекторов:

- качественные
- количественные

Качественные признаки



Прямые качественные признаки:

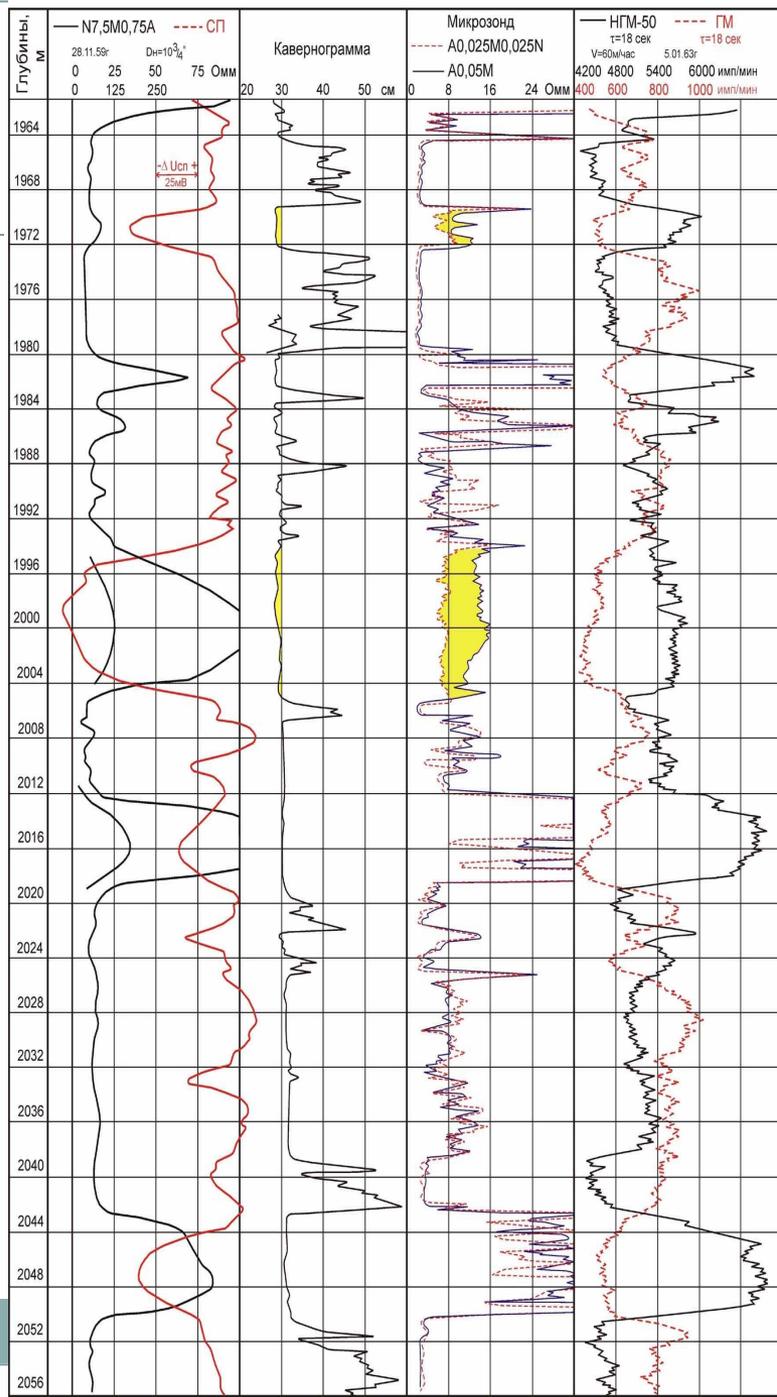
- ✓ сужение диаметра скважины ($d_c < d_{ном}$);
- ✓ наличие положительных приращений на микрозондах;
- ✓ радиальный градиент сопротивлений;
- ✓ изменение во времени показаний различных методов ГИС.

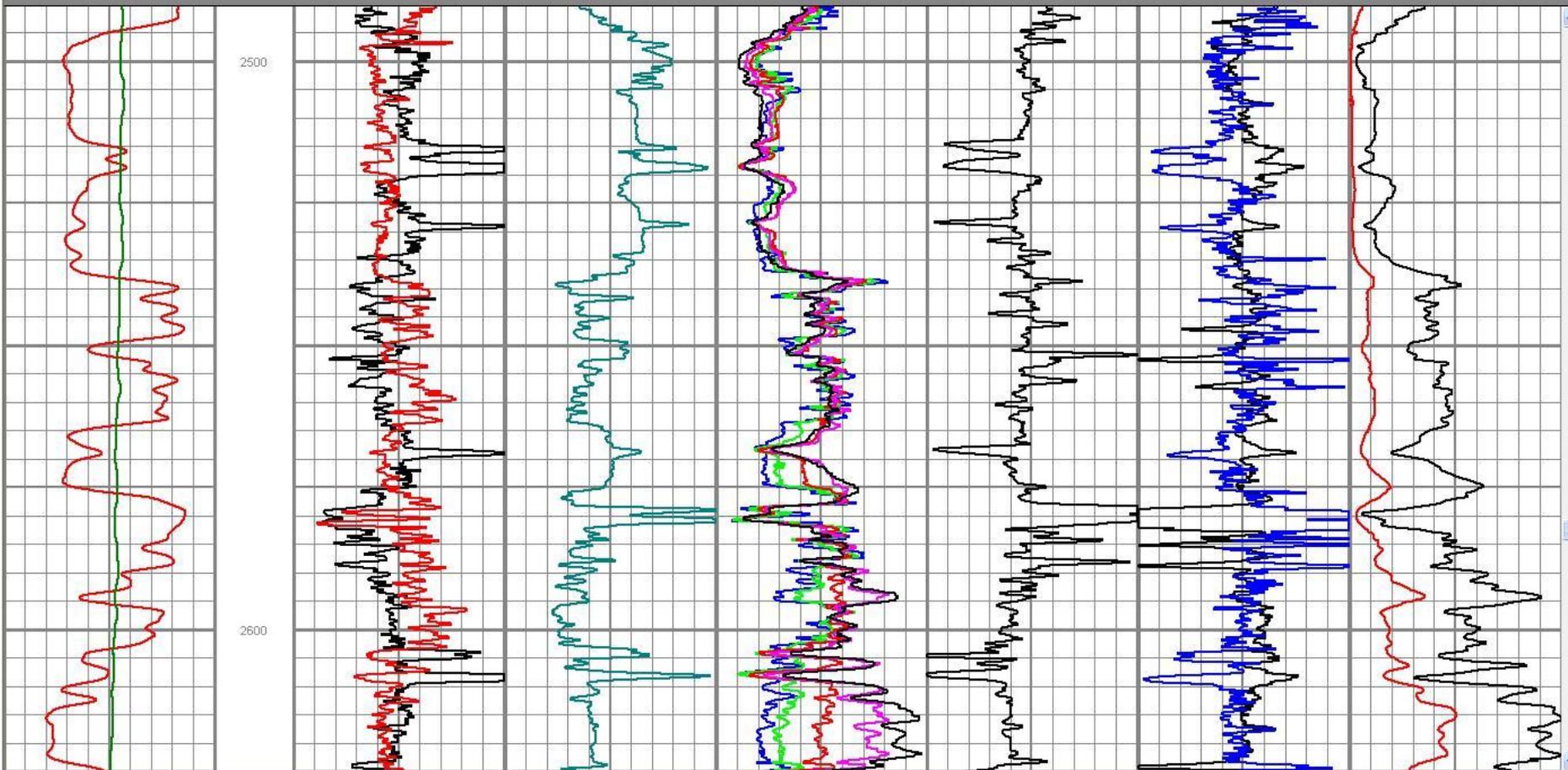
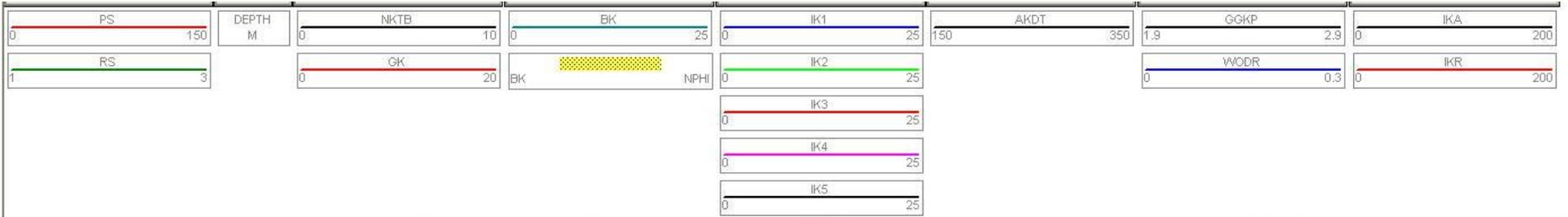
Косвенные качественные признаки:

- ✓ аномалии на кривой метода ПС;
- ✓ низкие показания ГМ;
- ✓ увеличенное затухание Р и S - волн;
- ✓ $ИСФ > ИСФ_{фон} \approx 1 - 3\%$.

Выделение коллекторов по прямым качественным признакам

3

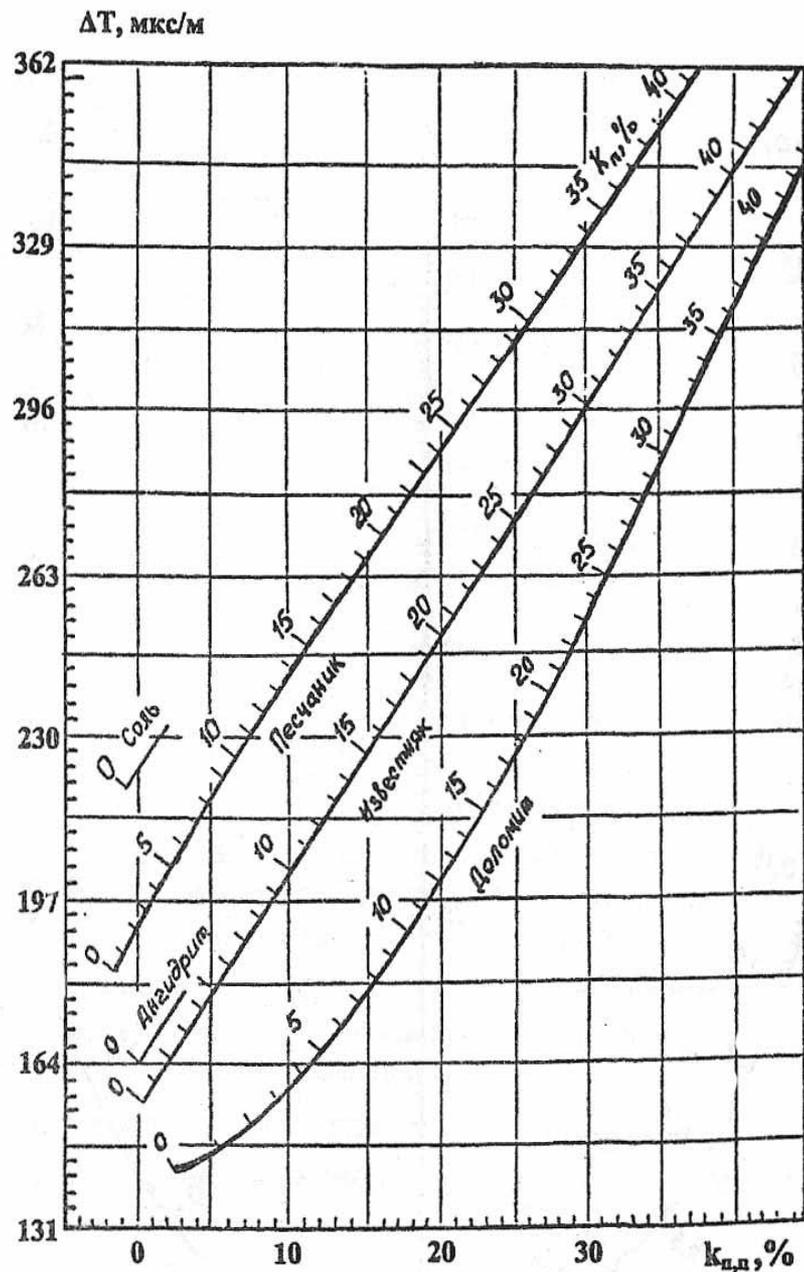
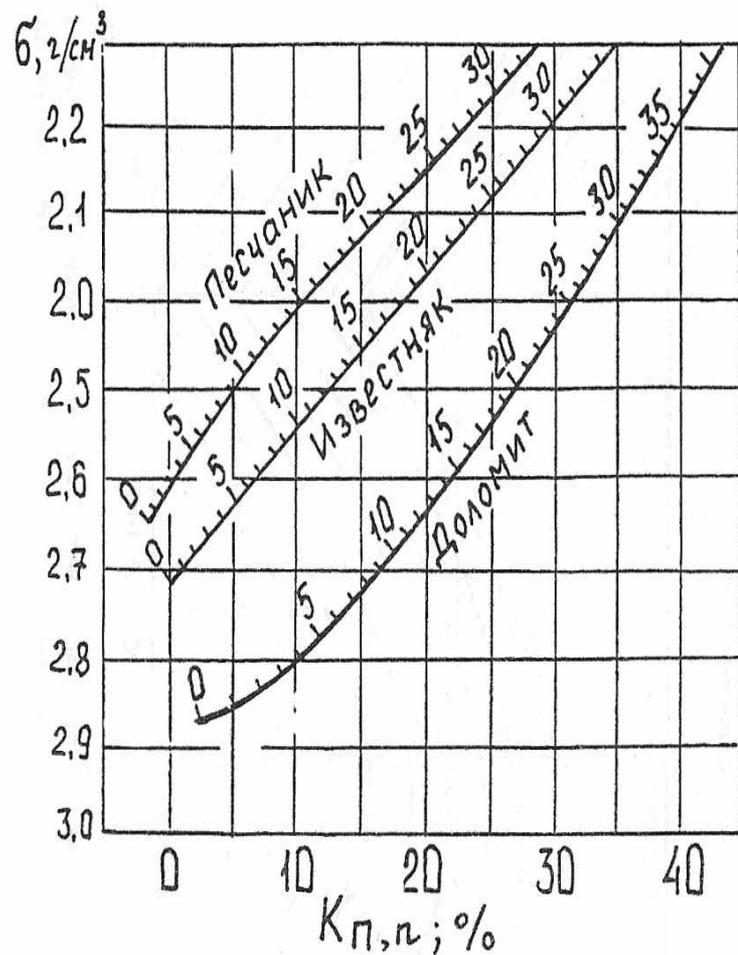




ВИКИЗ – многозондовая модификация ИК

Определение литологии путем количественной интерпретации

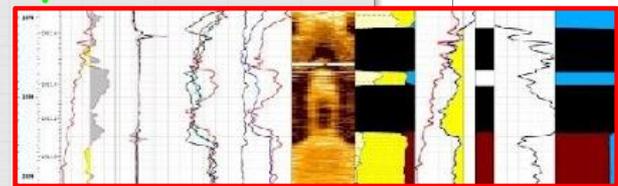
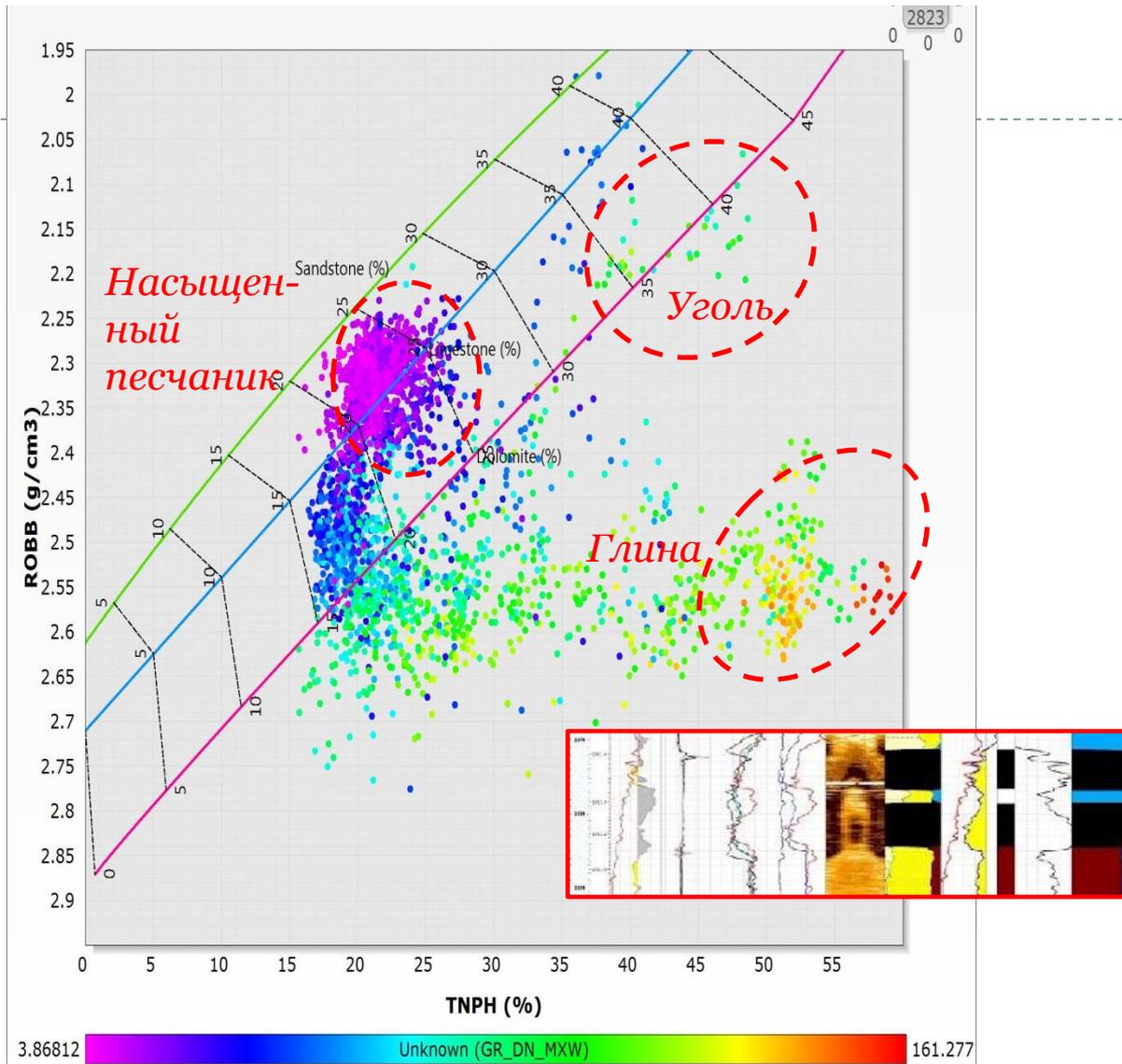
5



Значения δ_m , $\Delta T_{ТВ}$ для некоторых минералов и пластовых флюидов

Минерал, флюид	δ_m, г/см³	$\Delta T_{ТВ}$, мкс/м
Кальцит	2,71	155
Доломит	2,87	142
Ангидрит	2,96	164
Гипс	2,32	171
Кварц	2,67	165
Галит	2,2 – 2,3	220
Каолинит	2,62	217
Гидрослюда	2,81	251
Хлорит	2,72	234 (усл)
Вода пресная	1,0	610
Вода минерализ.	1,2	560

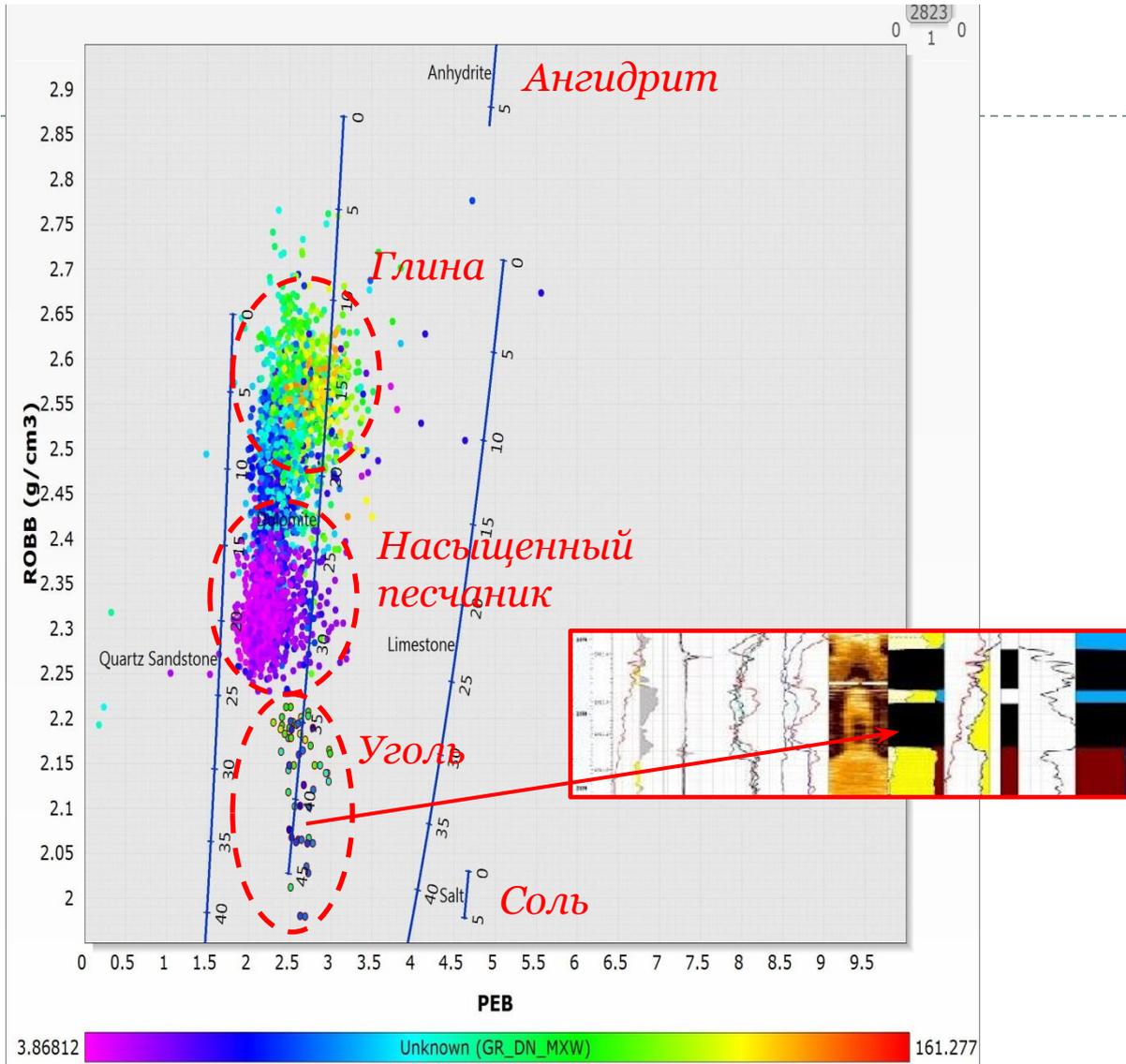
Кросс-плот $\Delta\rho$ -Кп.н (ROBB-TNPH)



Charts:

Schlumberger, Por-11 & Por-12, Neutron Porosity vs Bulk Density, TNPH (NaCl = 0 kppm, $\rho_{\text{hof}} = 1 \text{ g/cm}^3$)

Кросс-плот ρ_b - ρ_e (ROBB-PEB)



3.86812 Unknown (GR_DN_MXW) 161.277

Charts:

Schlumberger, LITH-3 & LITH-4, Photoelectric factor vs Bulk Density (Salinity = 0 ppk)

Выделение коллекторов по количественным признакам

9



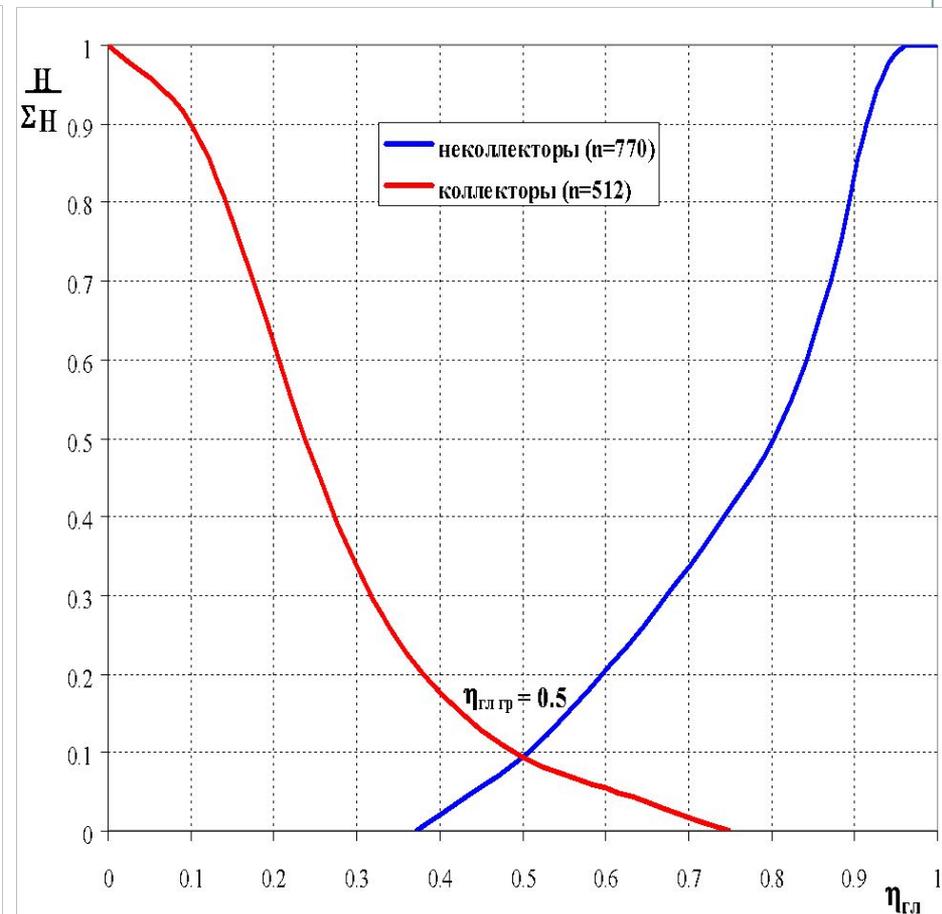
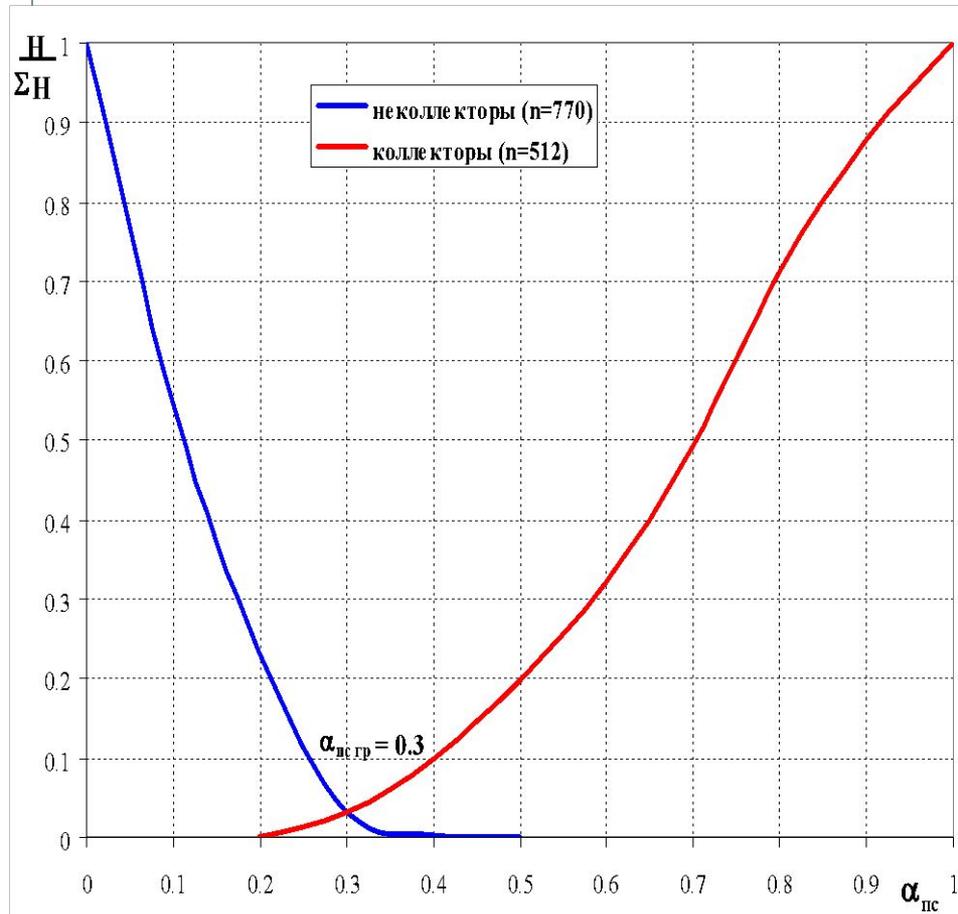
Статистический способ
(кумулятивные
кривые)



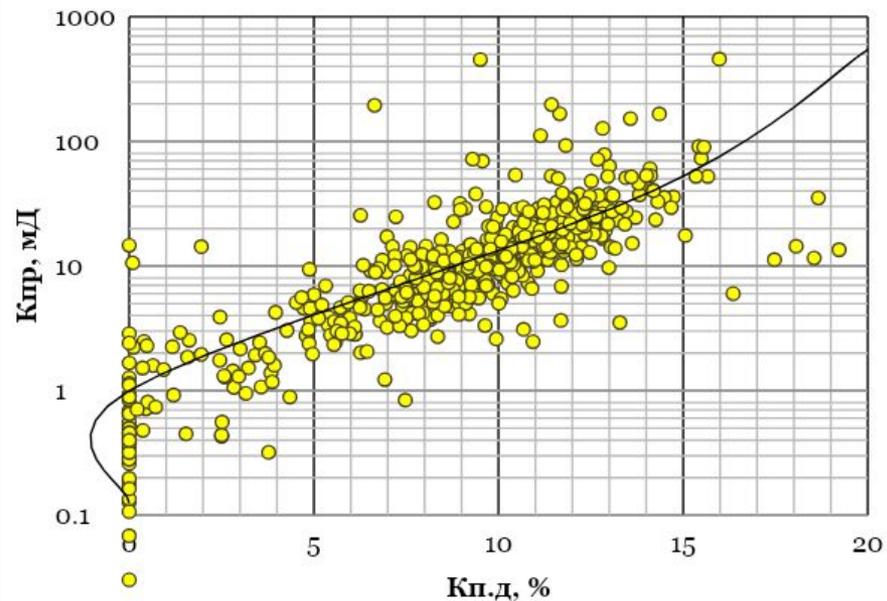
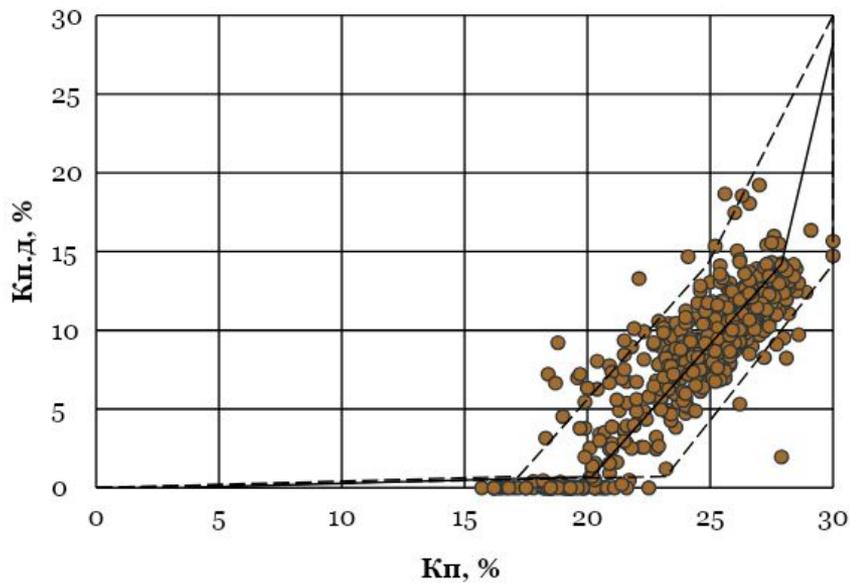
Корреляционный
способ
(петрофизический)

Определение граничных значений параметров коллекторов (статистический способ)

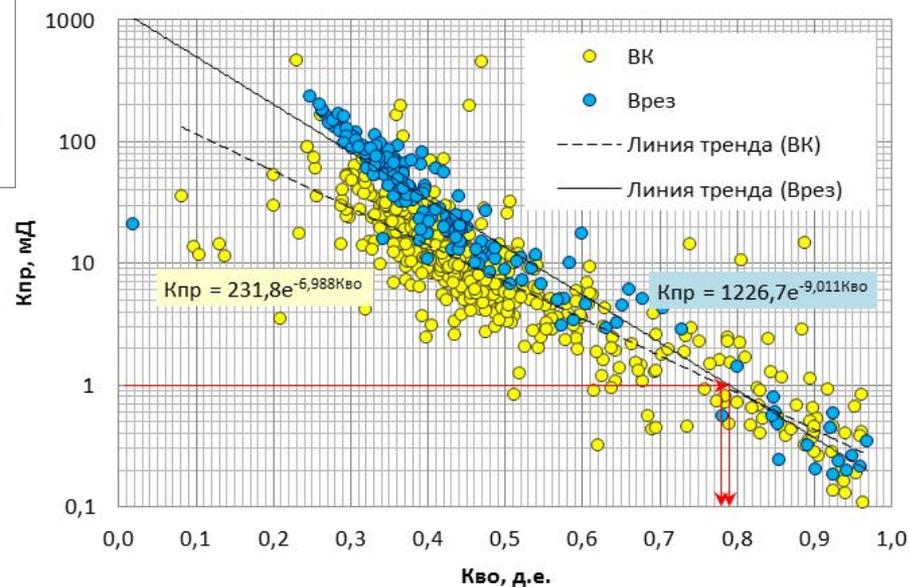
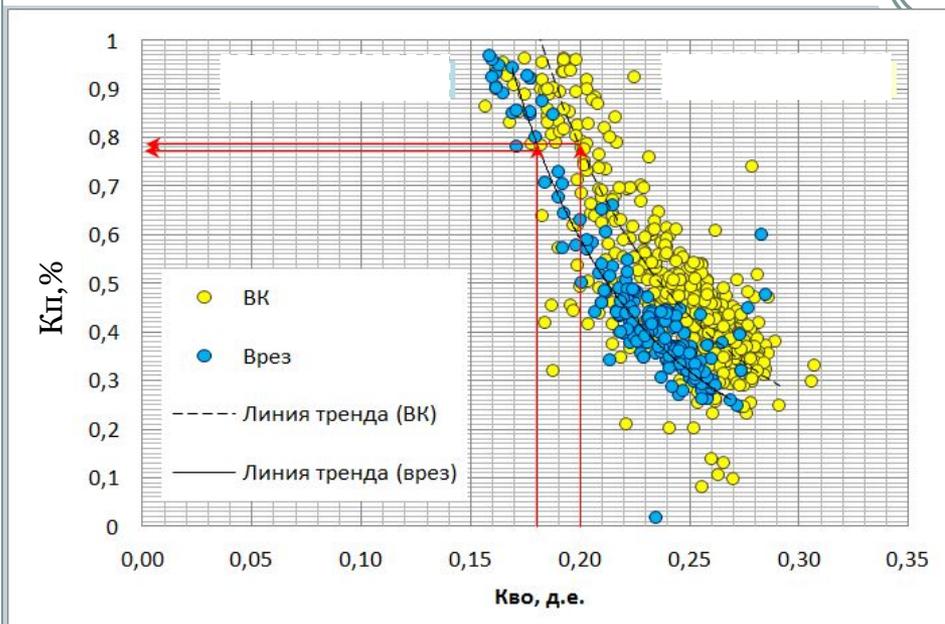
10



Определение граничных параметров Кп, Кпр



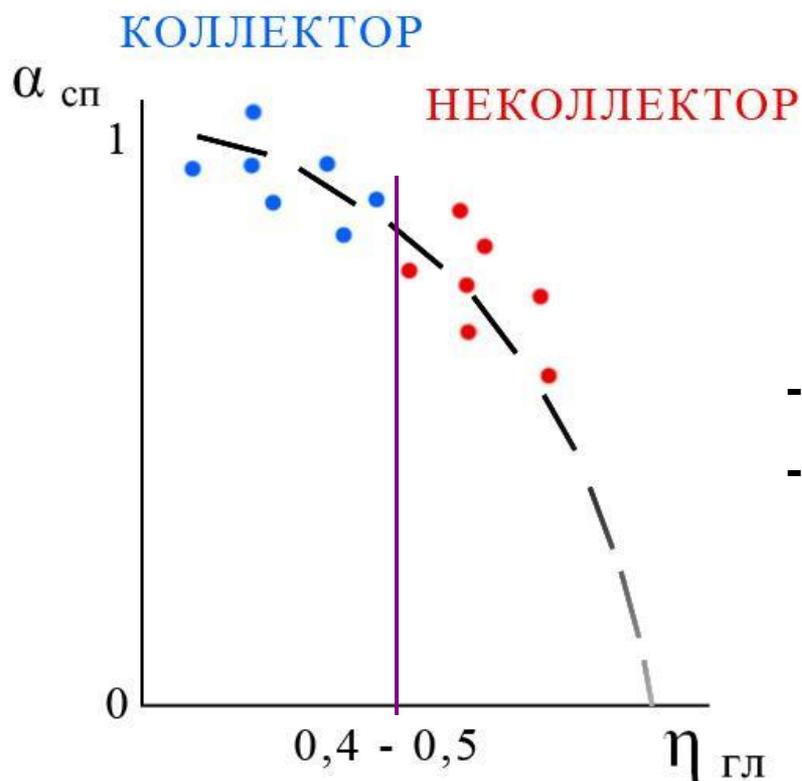
Определение граничного параметра Кво



Глинистость по методу СП



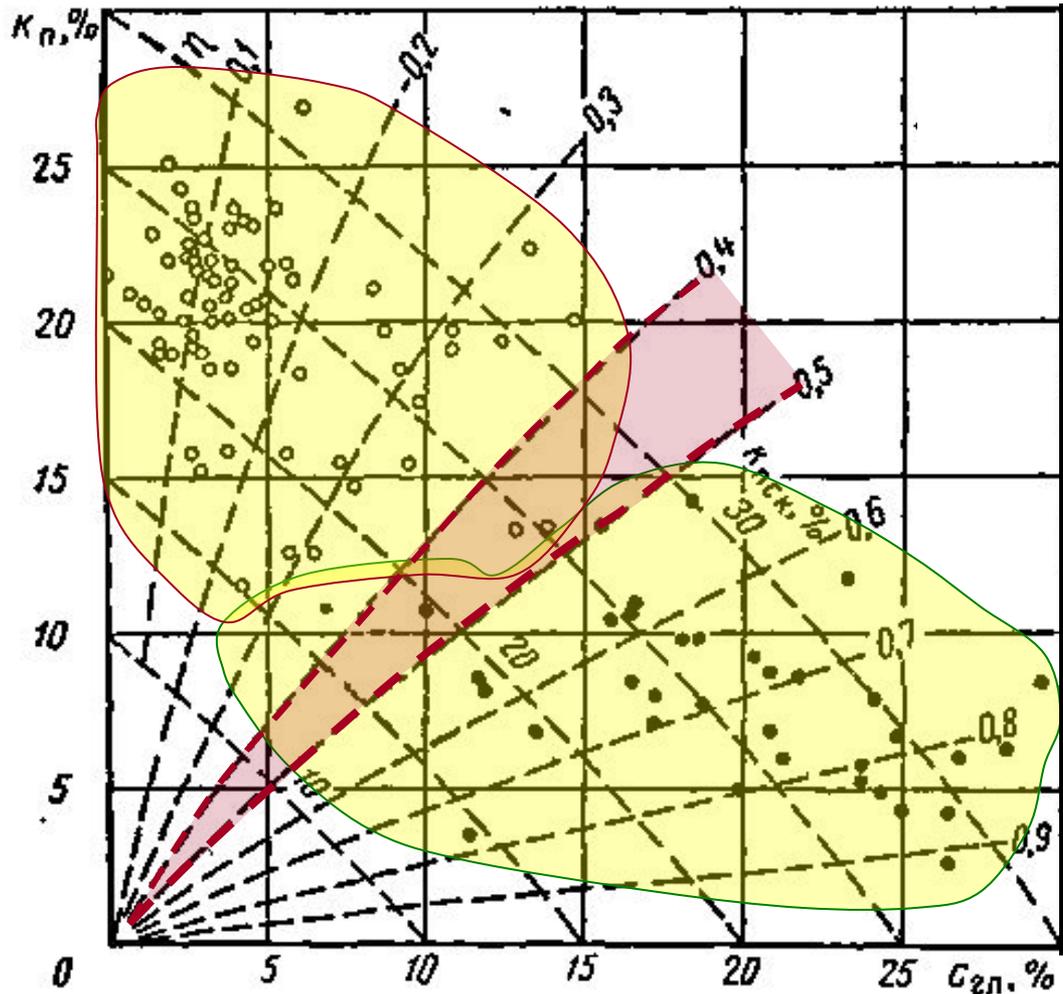
Относительная глинистость:



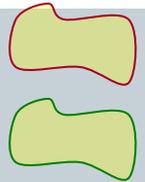
$$\eta_{ГЛ} = \frac{K_{ГЛ}}{K_{ГЛ} + K_{П}}$$

- Необсаженная скважина
- Низкоминерализованный раствор

Связь K_p и $C_{гп}$ для глинистых терригенных коллекторов (Способ Б.Ю.Вендельштейна)



- Коллектор
- Неколлектор
- $K_p=f(C_{гп})$ при $K_p=const$
- $K_p=f(C_{гп})$ при $\eta=const$



Определение литотипа по связи K_p - $K_{гл}$

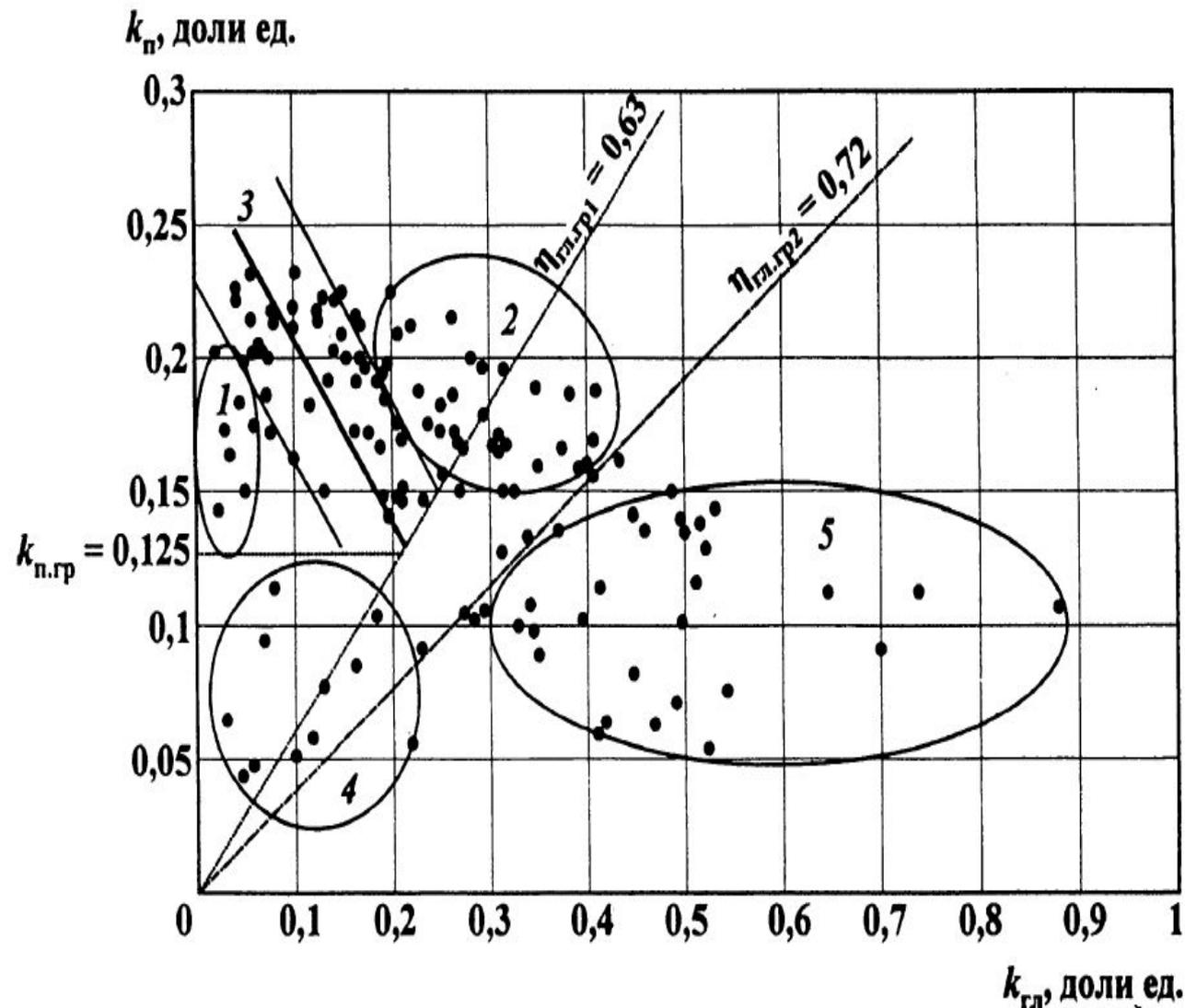
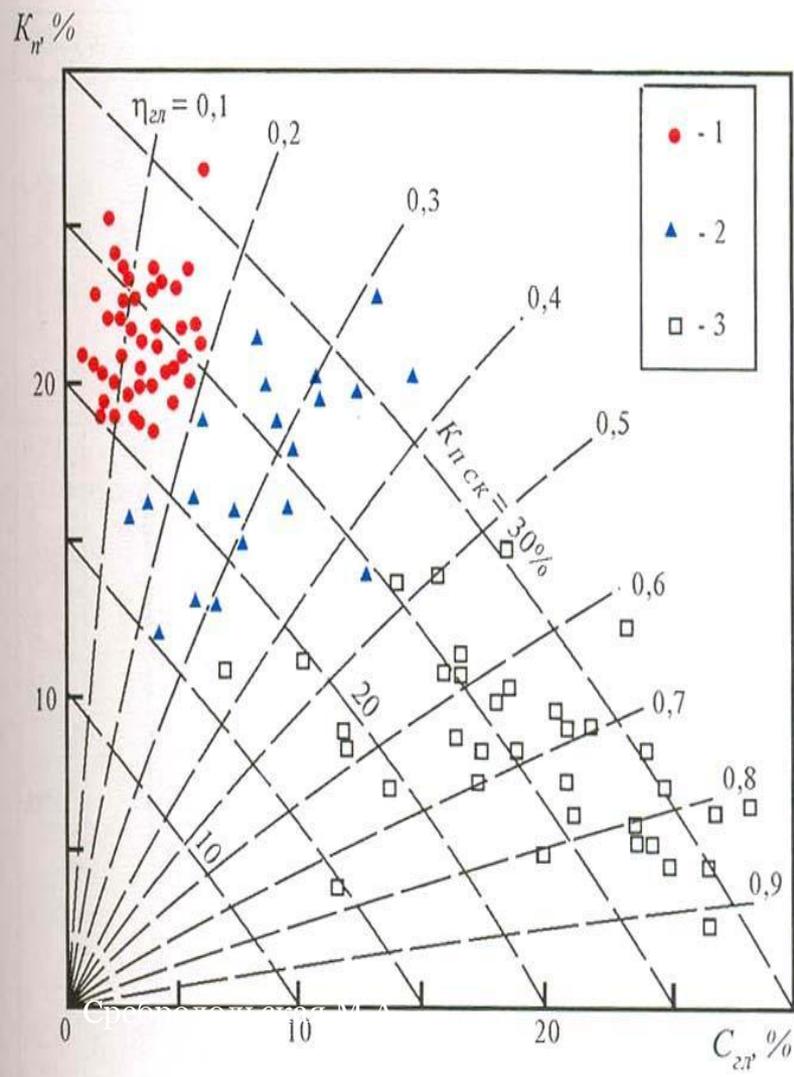


Рис. 118. Сопоставление коэффициентов пористости и глинистости для продуктивного пласта месторождения, полученных на образцах керна.

1 – песчано-алевритовый коллектор; 2 – слоистый коллектор; 3 – песчаник с глинистым цементом; 4 – плотные породы; 5 – глинистые неколлекторы

Сопоставление коэффициентов K_p и C_{gl} для разделения терригенных пород на коллекторы и неколлекторы по параметру η_{gl}



Коллекторы:

1-хорошие;

2-средние и плохие;

3-неколлекторы

Промежуточные итоги



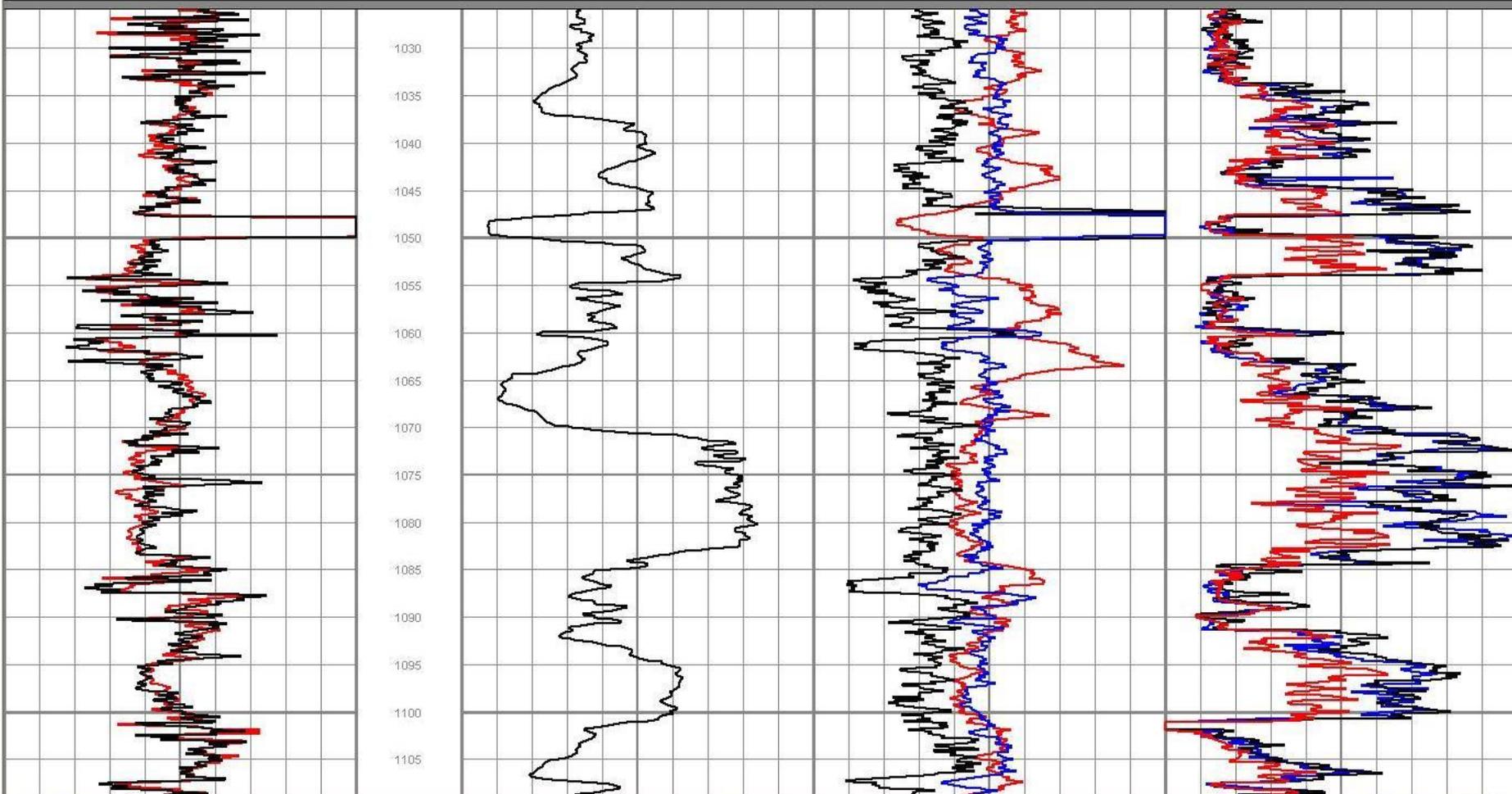
- В терригенном разрезе, где пористость и проницаемость коллекторов зависят от глинистости, для выделения коллекторов используют методы СП и ГМ. В случае неглинистого цемента для выделения коллекторов необходимо привлекать методы пористости (НГМ, ННМ, ГГМ-П, АК).
- Диаграммы СП в терригенном разрезе служат для выделения как кварцевых, так и полимиктовых коллекторов. Диаграммы ГМ служат, в основном, для выделения кварцевых терригенных коллекторов.
- В карбонатном разрезе при выделении коллекторов предпочтение отдается методам пористости и использованию количественных критериев.

Выделение коллекторов по ЯМР



- Единственным методом ГИС, позволяющим получить прямую информацию о коллекторе, является метод ядерного магнитного резонанса (ЯМР). Получаемая в результате интерпретации кривых сигнала свободной прецессии (ССП) величина индекса свободного флюида (ИСФ) тождественна коэффициенту эффективной пористости $K_{п,эф}$. Поэтому все аномалии на диаграмме ИСФ, превышающие уровень помех ($ИСФ > 1\%$), соответствуют коллекторам с любой геометрией пор.

Выделение коллекторов по ЯМР



СЛОЖНЫЕ КОЛЛЕКТОРЫ

20

Сложные коллекторы

21

1. Терригенные*

ВСЕ:

2. Карбонатные

3. Вулканогенные

4. Подсолевые

5. Фундамент

1. Сложный состав скелета

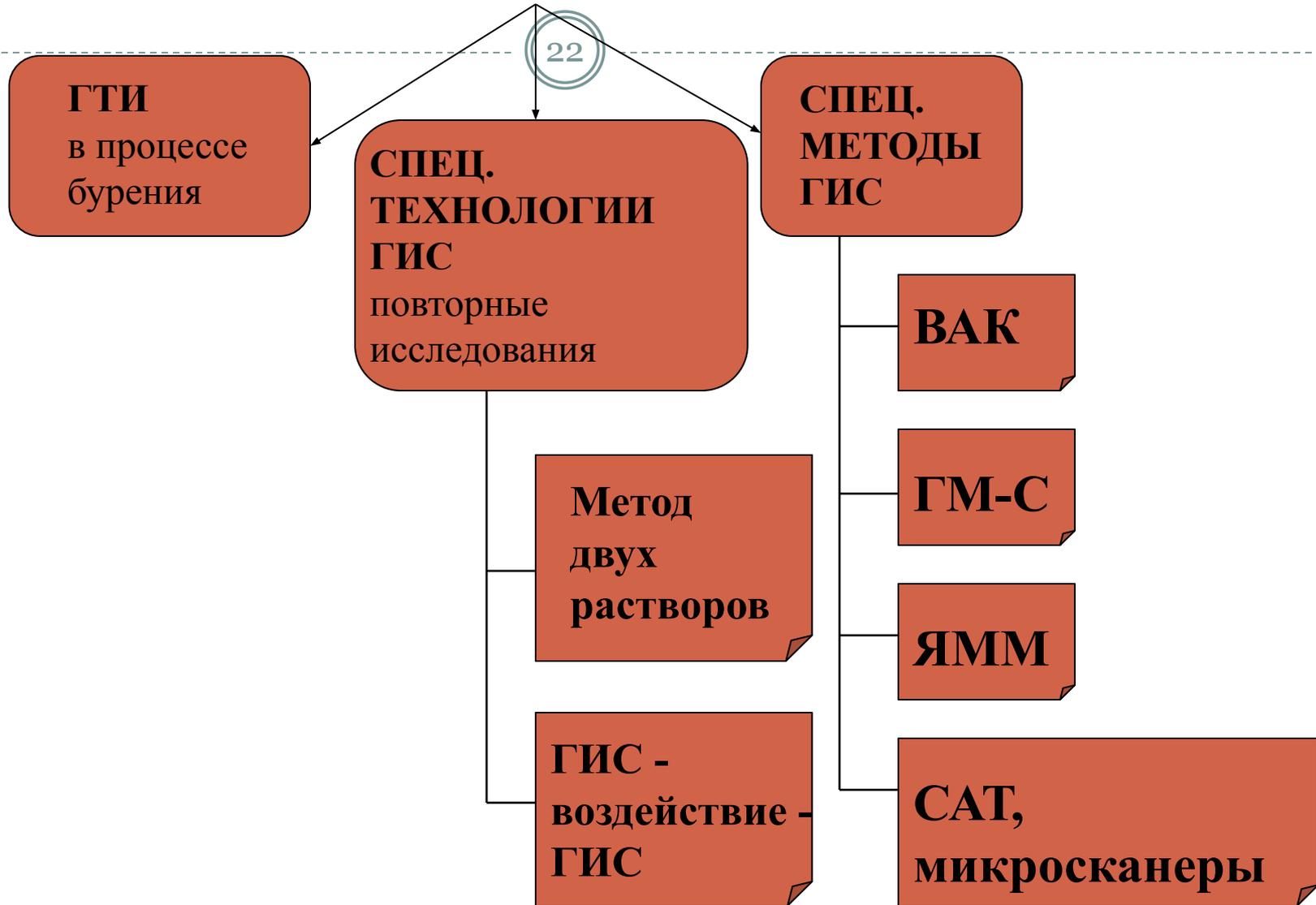
2. Сложная структура пустотного пространства

3. Многофазное насыщение

4. Тонкие коллектора (до 1.5м)

5. Тонкослоистые и сильноглинистые

Выделение коллекторов со сложной структурой емкостного пространства



Коллекторы межзернового типа

(типично межзерновые, трещинно-межзерновые, каверново-межзерновые, смешанный тип)

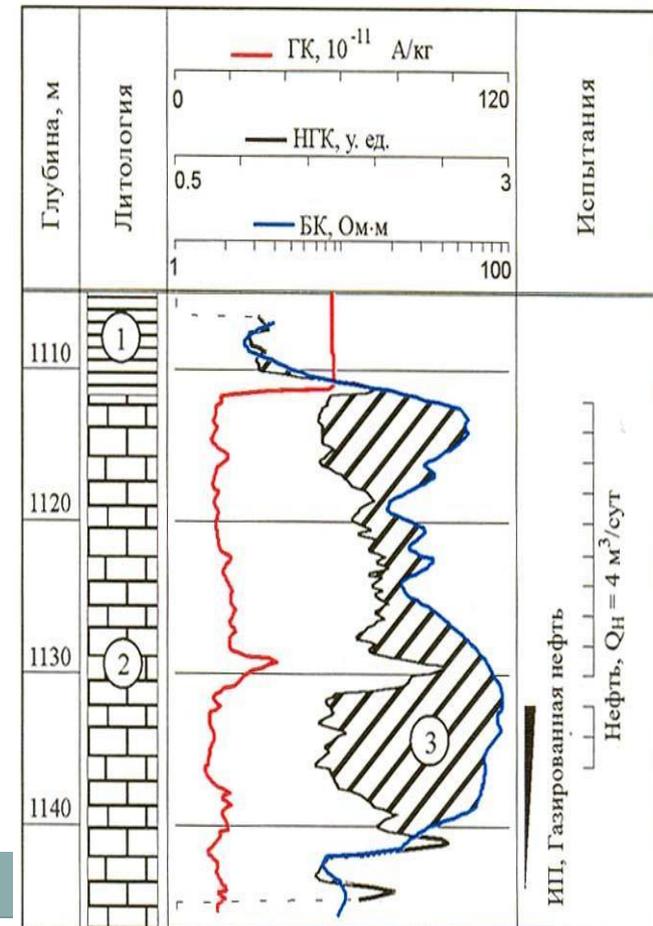
Способ функциональных преобразований (нормализации)

$$\text{Lg } P_{\Pi} = a \Delta J_{\text{ны}} + b$$

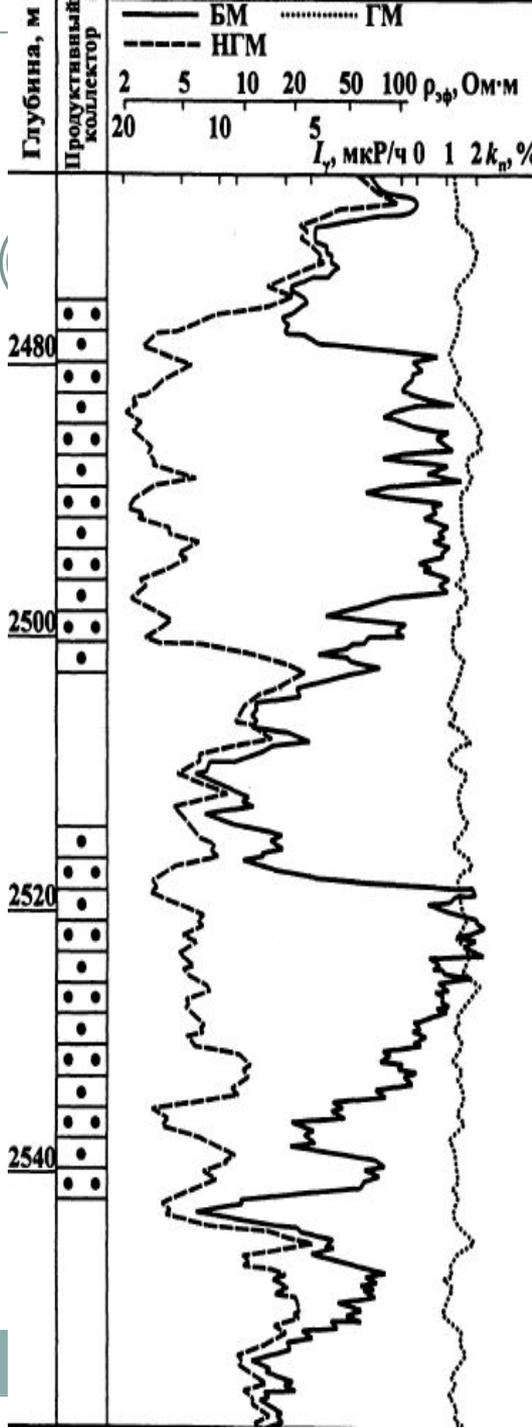
1 – глины

2 – карбонатные породы

3 – продуктивные коллекторы



Нормализация кривых БК и НГК



Трещинные коллекторы

(с непроницаемым блоком породы)

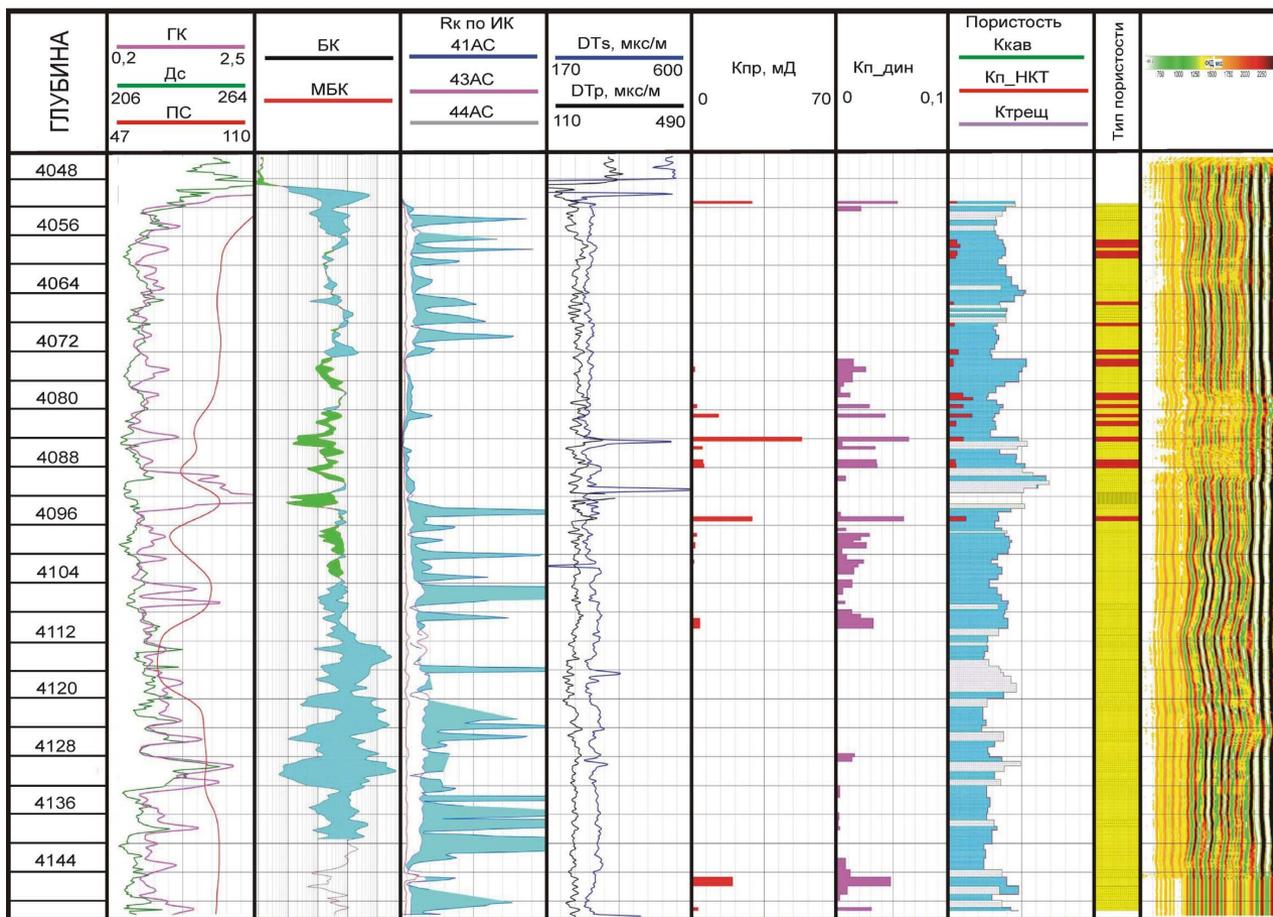
Для выделения трещинных коллекторов применяют специальные методы ГИС:

1. Волновой акустический метод;
2. Исследование по схеме ГИС – воздействие – ГИС:
 - а) ГИС – давление – ГИС;
 - б) ГИС – испытание – ГИС;
 - в) ГИС – активация ПЖ – ГИС.

Модификации схемы ГИС – активация – ГИС:

- ✓ изменение минерализации ПЖ (способ двух растворов);
- ✓ добавки в ПЖ нейтронно-активных (хлор, бор, кадмий) или радиоактивных (радон) элементов, магнетита и др.

1. Волновой акустический метод (ВАК)



тип коллектора

- кавернозный
- неколлектор
- поровый
- трещинный

проницаемость, мД

- Кп, дин.мбк
- Rмбк>Rбк

Rk по ИК

-
-

Пористость

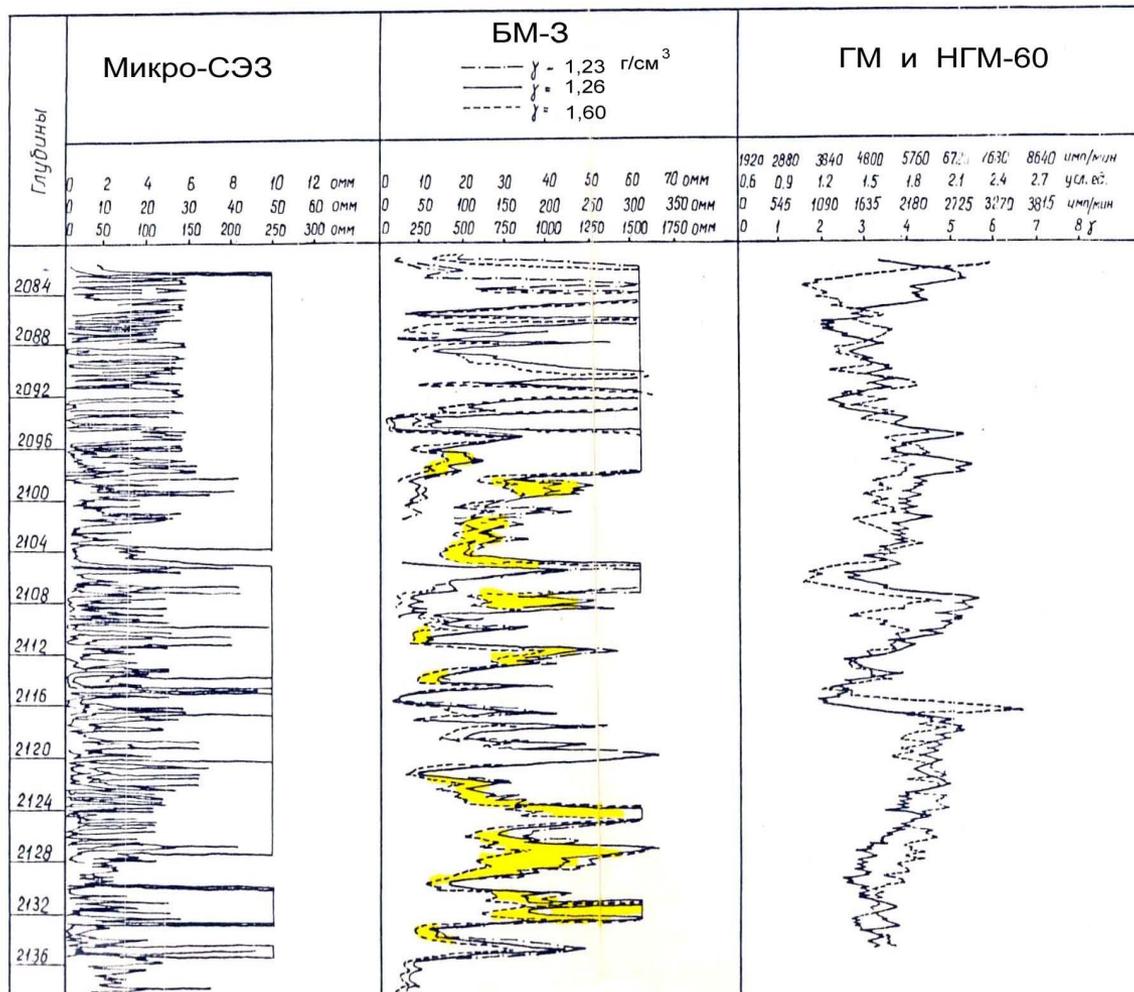
- межзерновая
- трещинная
- кавернозная

2. Исследования по схеме ГИС

– воздействие - ГИС

А) ГИС – давление - ГИС

пл. Речицкая, скв. 33

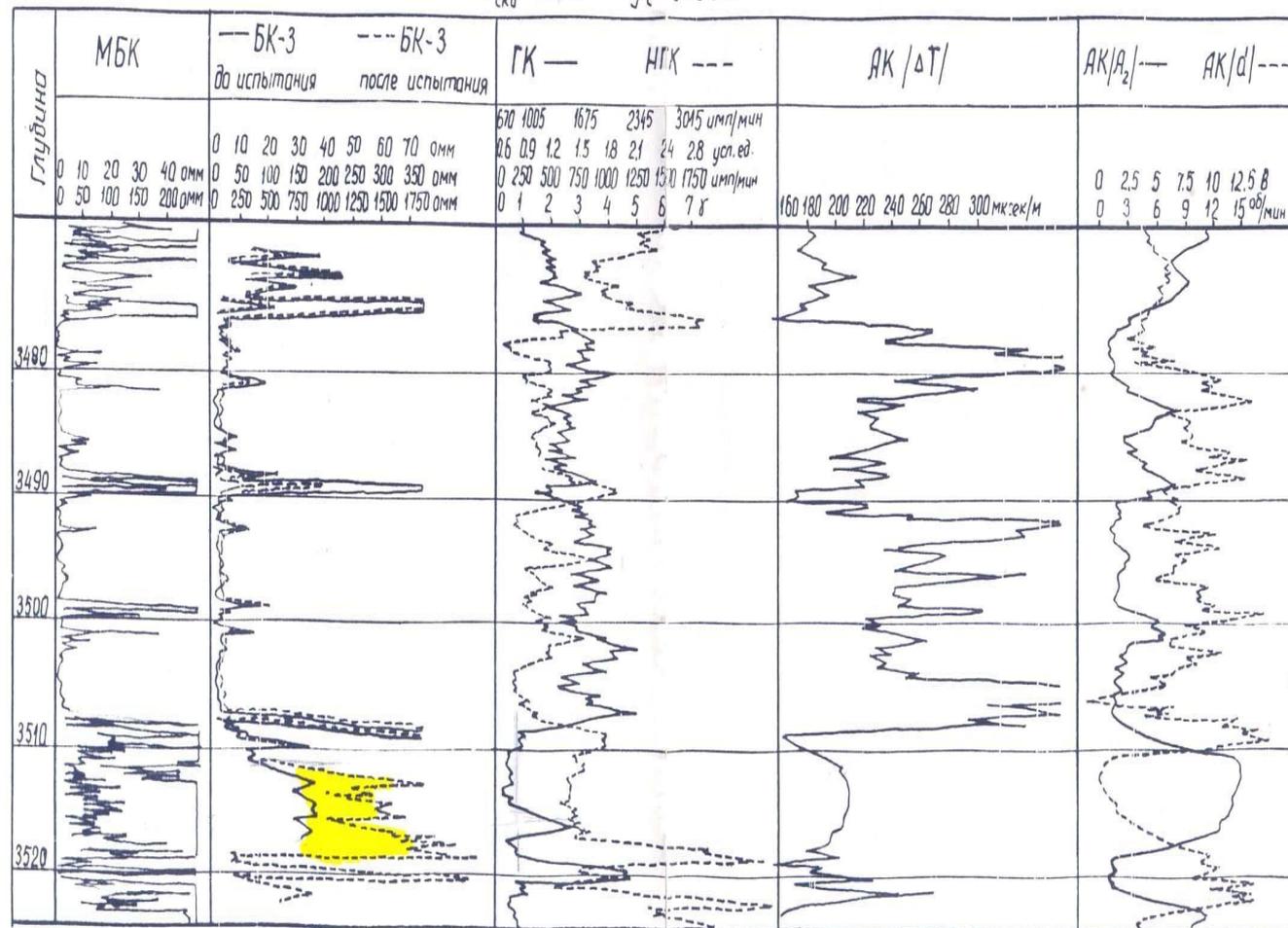


б) ГИС – испытание - ГИС

пл. Барсуковская

скв. 10

$d_{\text{скв}} = 140 \text{ мм}$ $\rho_c = 0.18 \text{ омм}$



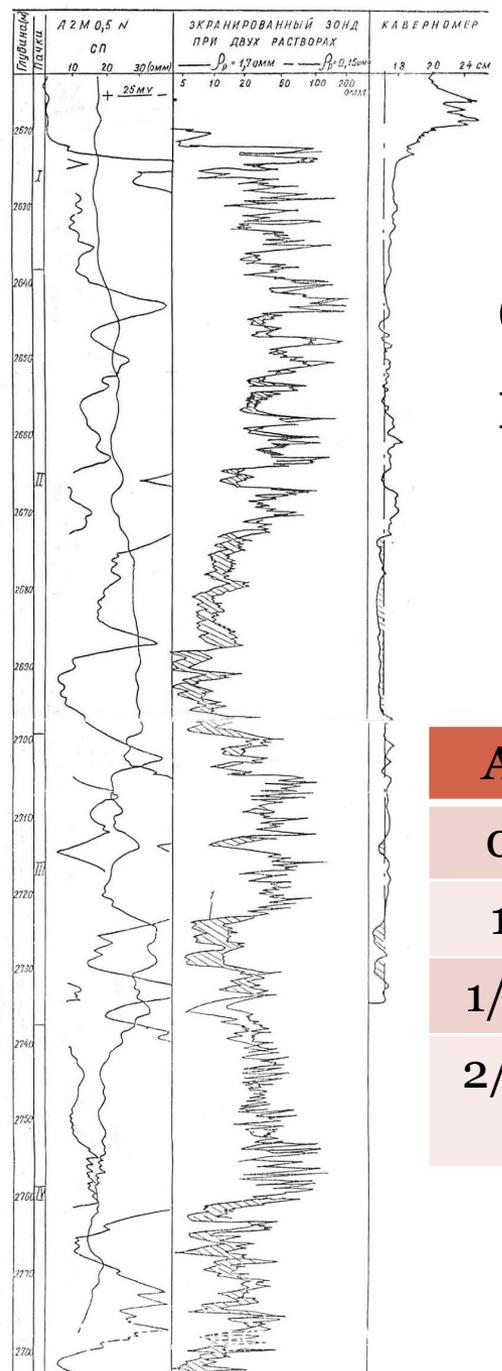
в) ГИС – активация ПЖ – ГИС (метод 2-х растворов)

Определение трещинной пористости

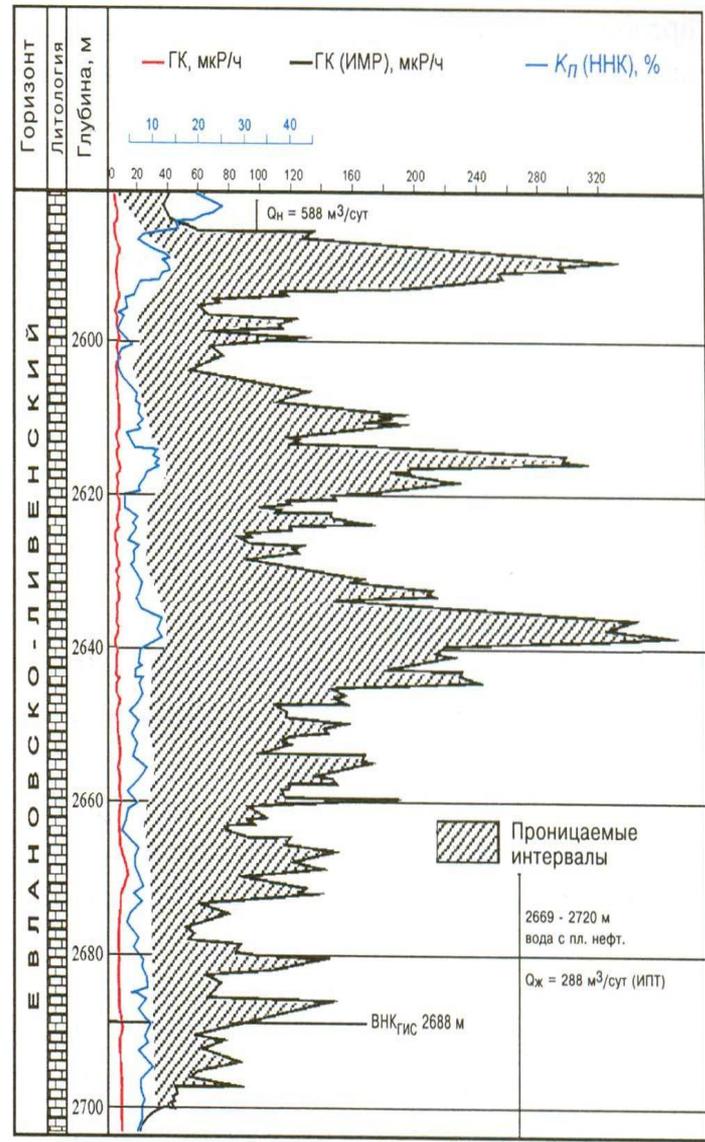
$$k_{п.т} = \frac{\rho_{\phi 1} \rho_{\phi 2} (\rho_{зп 2} - \rho_{зп 1})}{A \rho_{зп 1} \rho_{зп 2} (\rho_{\phi 2} - \rho_{\phi 1})}$$

А	Направление трещин
0	Вертикальные
1	Горизонтальные
1/2	Две взаимно перпендикулярные системы
2/3	Три взаимно перпендикулярные системы (хаотические трещины)

* в вертикальных скважинах см. уч. Соколовой стр.20



г) ГИС – активация ПЖ – ГИС (индикаторный метод по радону)

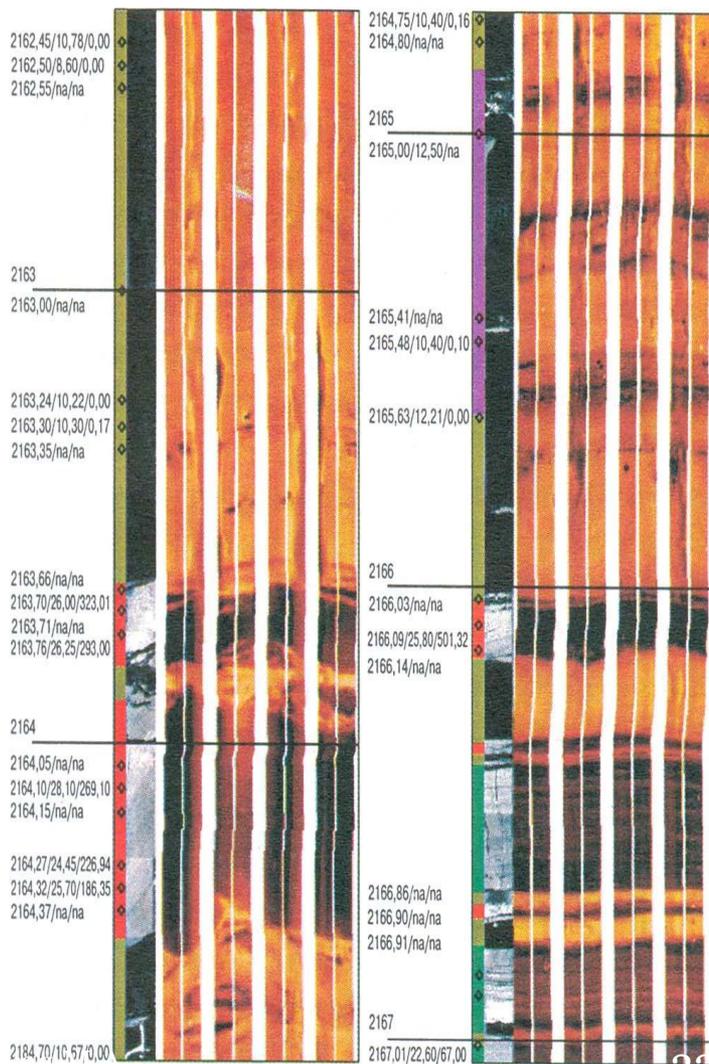


Трещинно-кавернозные коллекторы

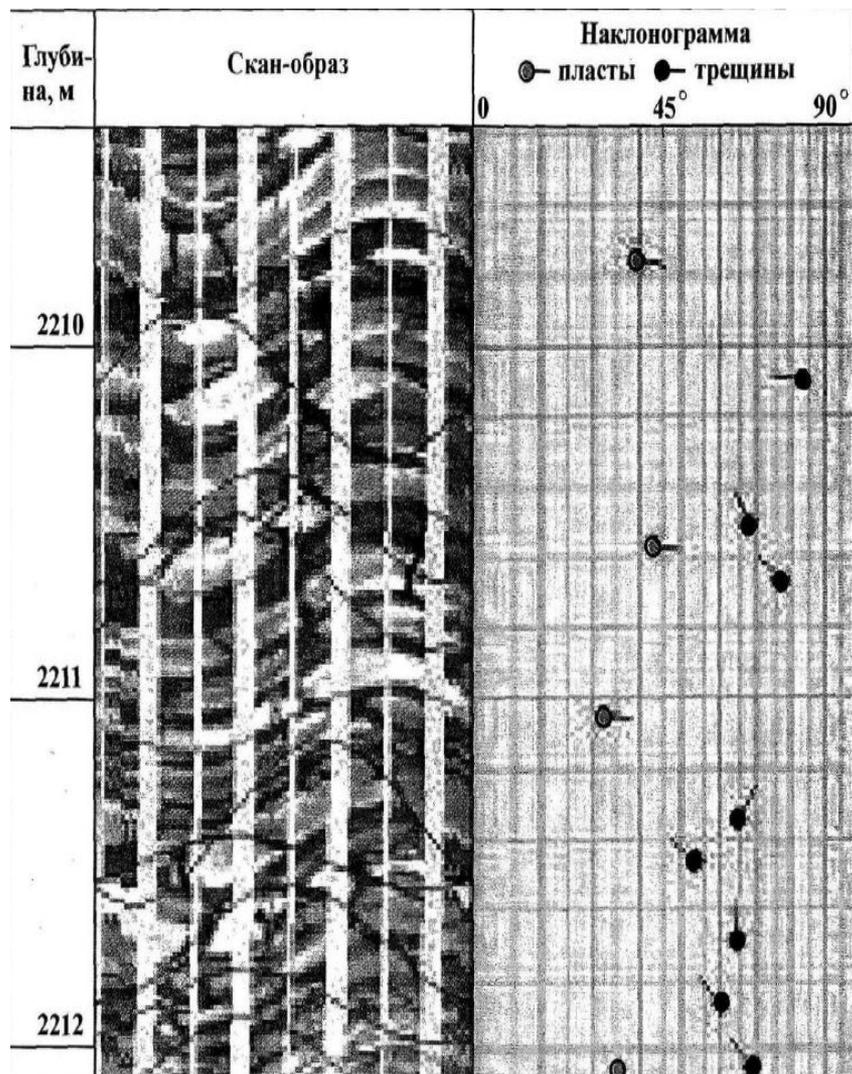
- 1) закономерное расхождение величин общей и межзерновой (блоковой) пористости ($K_{п.общ} > K_{п.бл}$). Наибольшие расхождения наблюдаются в коллекторах карстового типа;
- 2) возможны провалы инструмента и катастрофические поглощения вплоть до полной потери циркуляции;
- 3) при низком содержании глинистого материала возможны увеличения показаний на диаграммах ГМ и ПС из-за кольматации (глинизации) эффективного порового пространства вблизи стенок скважины глинистыми частицами. В ряде случаев глинизация прискважинной зоны составляет десятки сантиметров;
- 4) более эффективны методы: ВАК, ГИС – активация ПЖ – ГИС, записи скважинным акустическим телевизором;
- 5) очень эффективен ядерно-магнитный метод.

Тонкие пласти – микросканеры + всестороннее изучение трещиноватости

Выделение сложных коллекторов с использованием микросканеров)



Сопоставление результатов выделения пластов по данным FMI (правые колонки) с фотографиями керна (левые колонки)



б

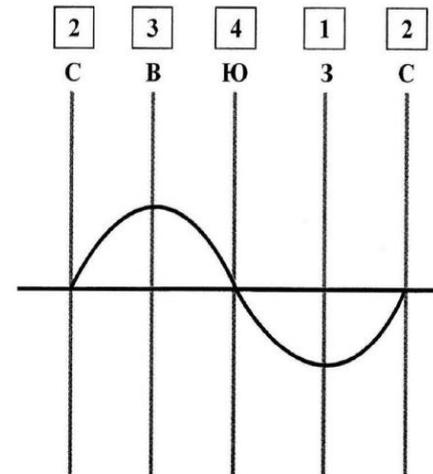
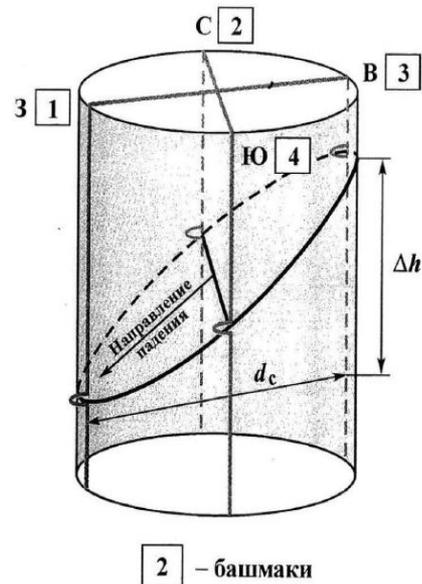
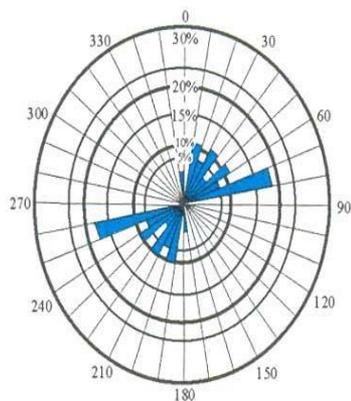
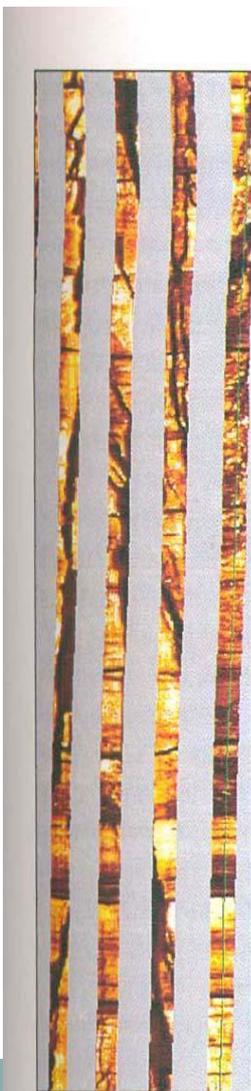


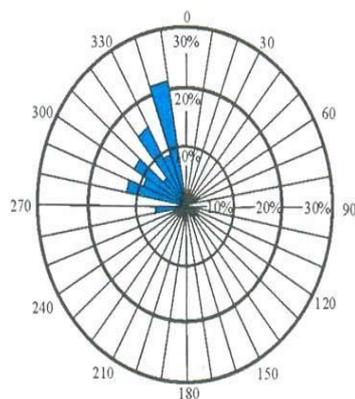
Рис. II. Изучение разреза скважины с помощью электрического микросканера:

а – фрагмент разреза скважины с результатами интерпретации микросканера; *б* – схема отражения образа единичной трещины на электрическом сканере (по материалам фирмы «Schlumberger»)

Выделение сложных коллекторов с использованием микросканеров)



Распределение азимутов
простираия трещин



Распределение азимутов
падения трещин

**Имидж FMI в трещиноватом
долomite.**

**Трещины открытые, субверти-
кальные, с раскрытостью
0,6-0,8 мм**