



СЕРИЯ ВЫСТУПЛЕНИЙ ПОЧЕТНЫХ ЛЕКТОРОВ SPE

спонсируется из средств

ФОНДА SPE

Общество благодарит компании, поддерживающие
программу тем,
что позволяют своим специалистам
выступать в качестве лекторов.

Особая благодарность Американскому институту инженеров
горнодобывающей, металлургической
и нефтегазовой промышленности (AIME)
за их вклад в эту программу.

Испытания пласта:

Чего мы добились за 15 лет применения современных испытателей пластов на кабеле!

Давление

Отбор проб и анализ
пластового флюида

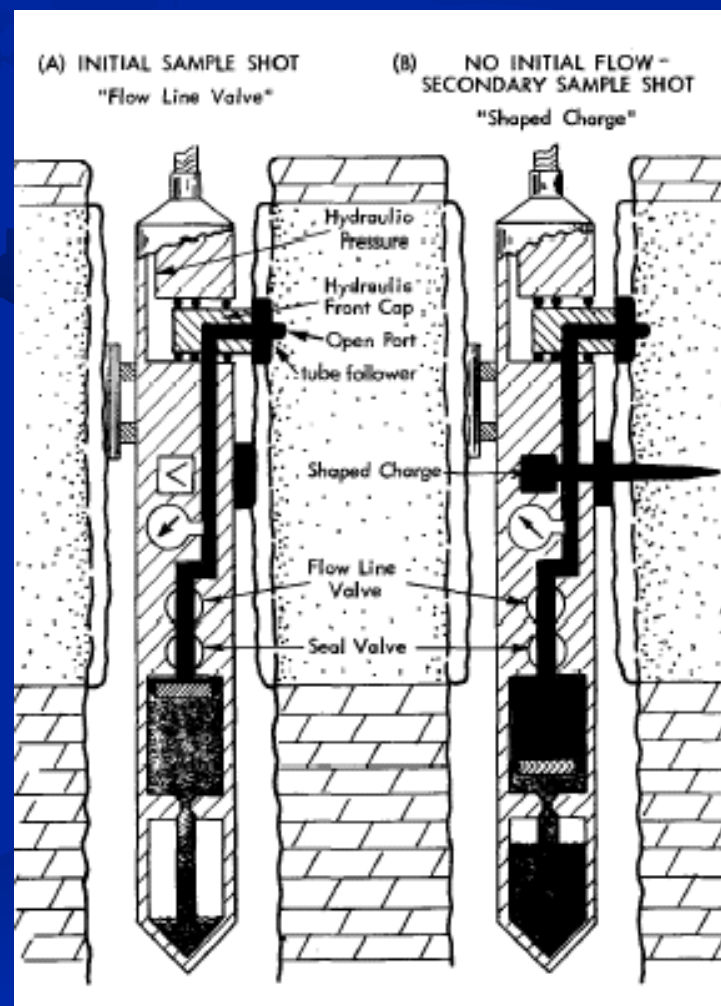
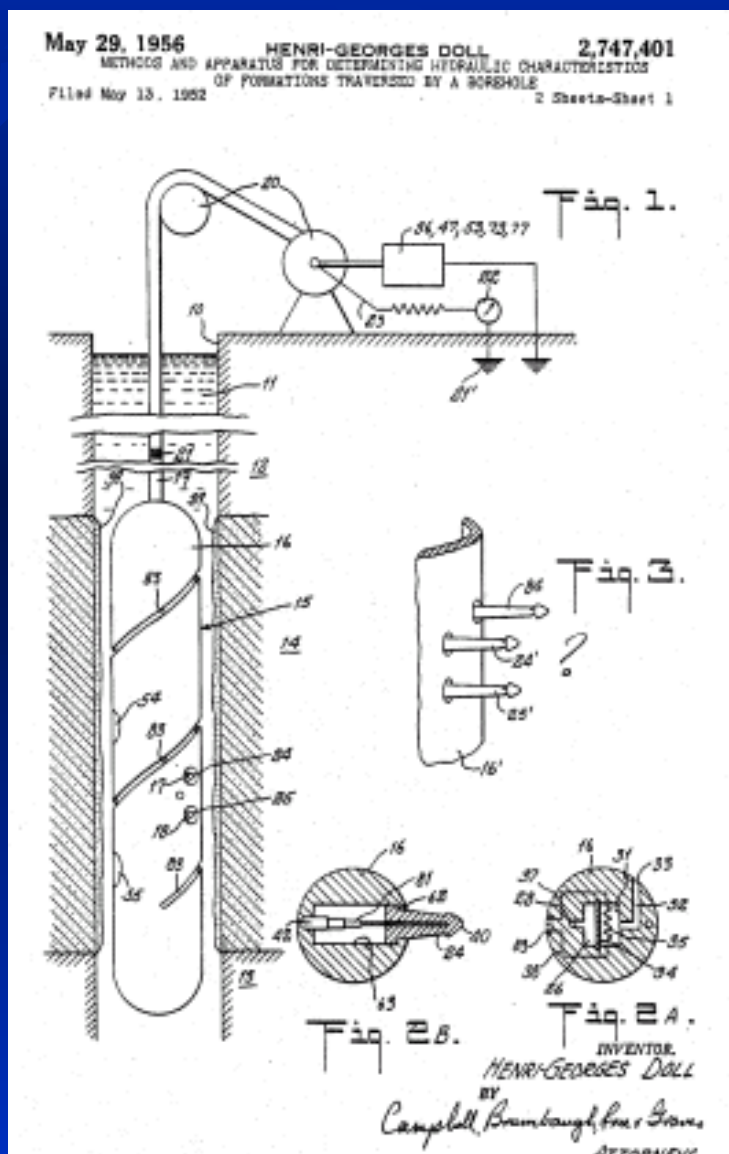
Интервальные испытания
на интерференцию (IPTT)

Стресс-Тесты

Косан Аян

Консультант по технологии разработки
пласта компании Schlumberger

Испытания пласта - эволюция



Пластоиспытатели первого поколения: ок. 1956

Пластоиспытатели последнего поколения начиная с ~1991 г.

Несколько сервисных компаний используют различные приборы

- Различные компоновки и комбинации датчиков
- Двойные гидравлические пакеры
- Глубинные насосы
- Несколько пробоотборных камер
- Оптические анализаторы флюидов
- Способность работать в обсаженной скважине

Испытания пласта:

Чего мы добились за 15 лет применения современных испытателей пластов на кабеле!

Давление

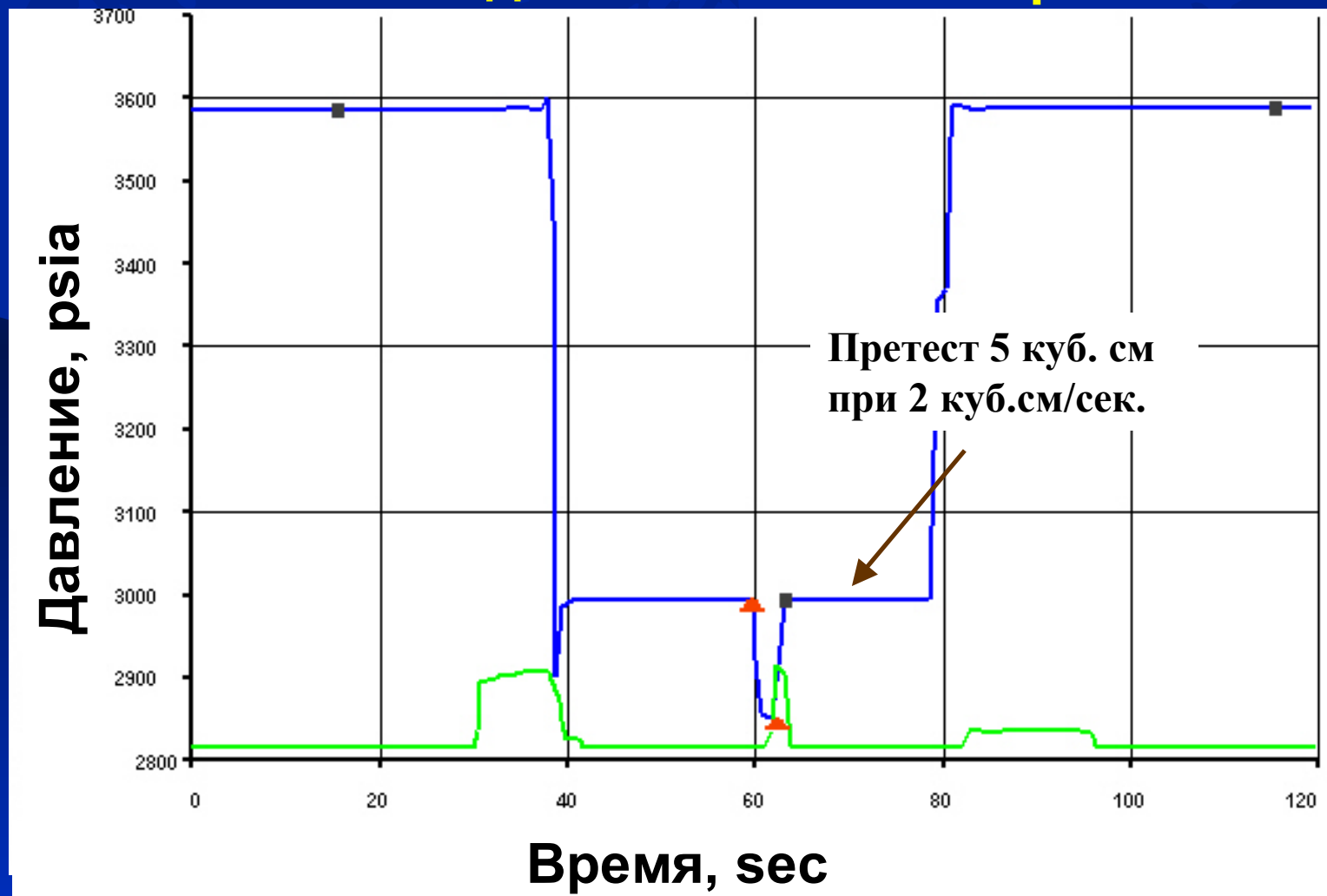
Отбор проб и анализ
пластового флюида

Интервальные испытания
на интерференцию (IPTT)

Стресс-Тесты

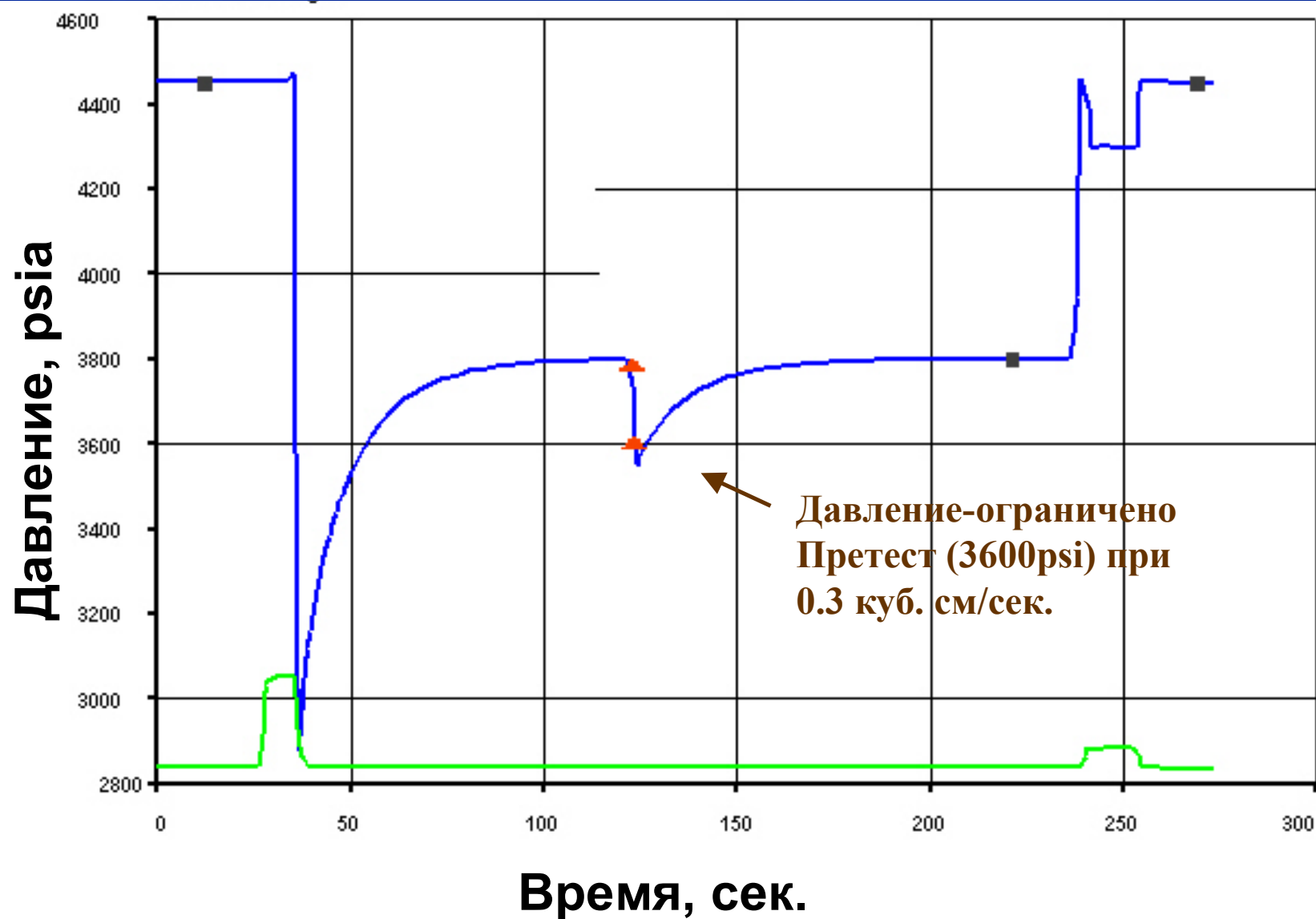
Замер давления: Пример-1

Подвижность=75 md/ср

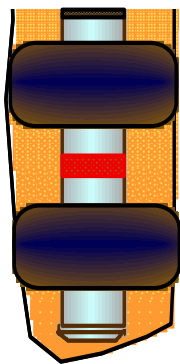


Замер давления: Пример-2

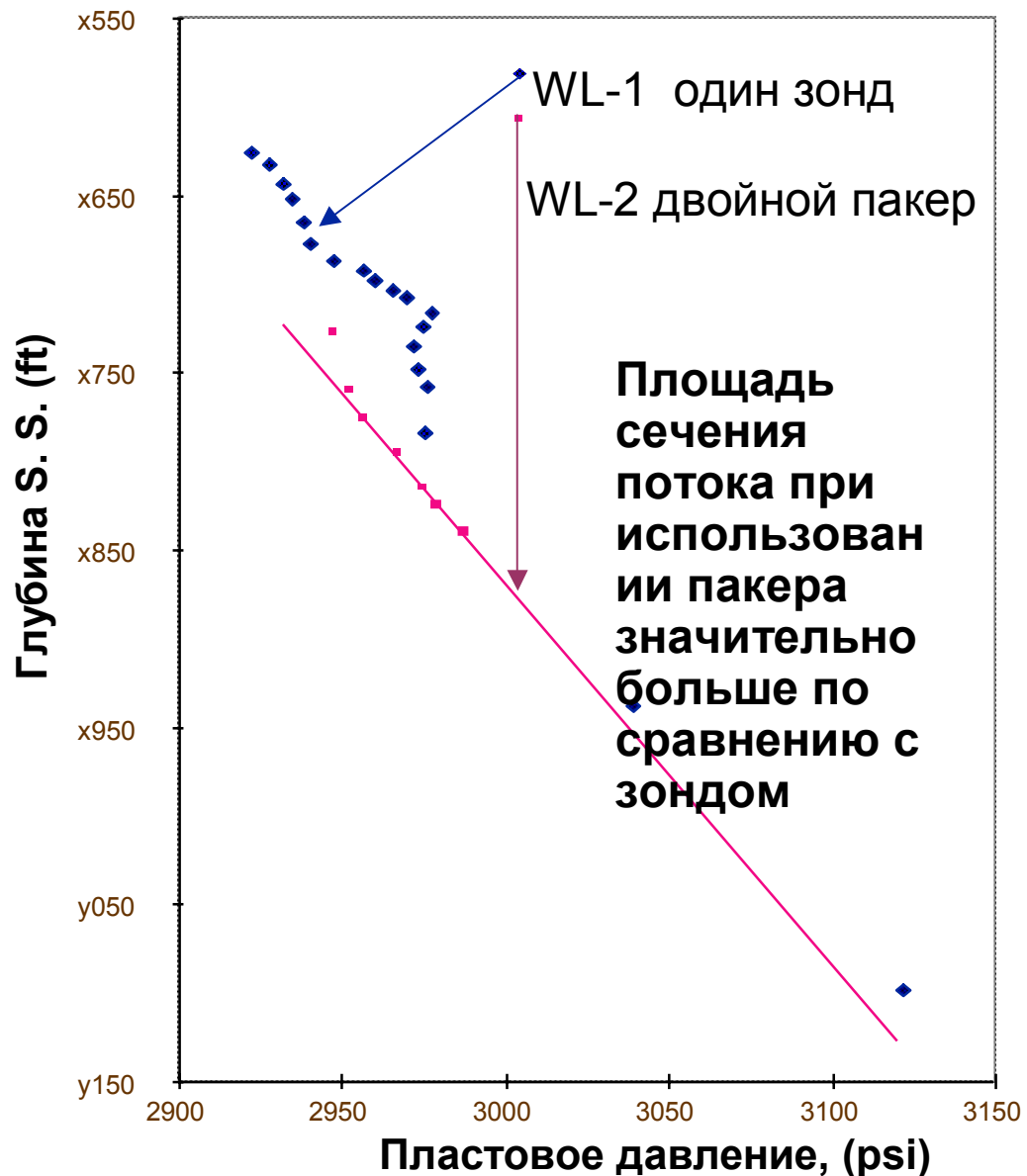
Подвижность=0.2 md/ср



Замер давления в низкопроницаемых коллекторах



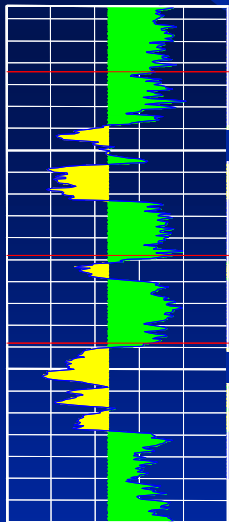
Модуль Двойного пакера увеличивают площадь сечения потока по сравнению с зондом.



Давления и истощение пласта

SPE 94708 будет представлен в октябре 2005 г. на SPE ATCE в Далласе

GR_CMP		
20	API	120

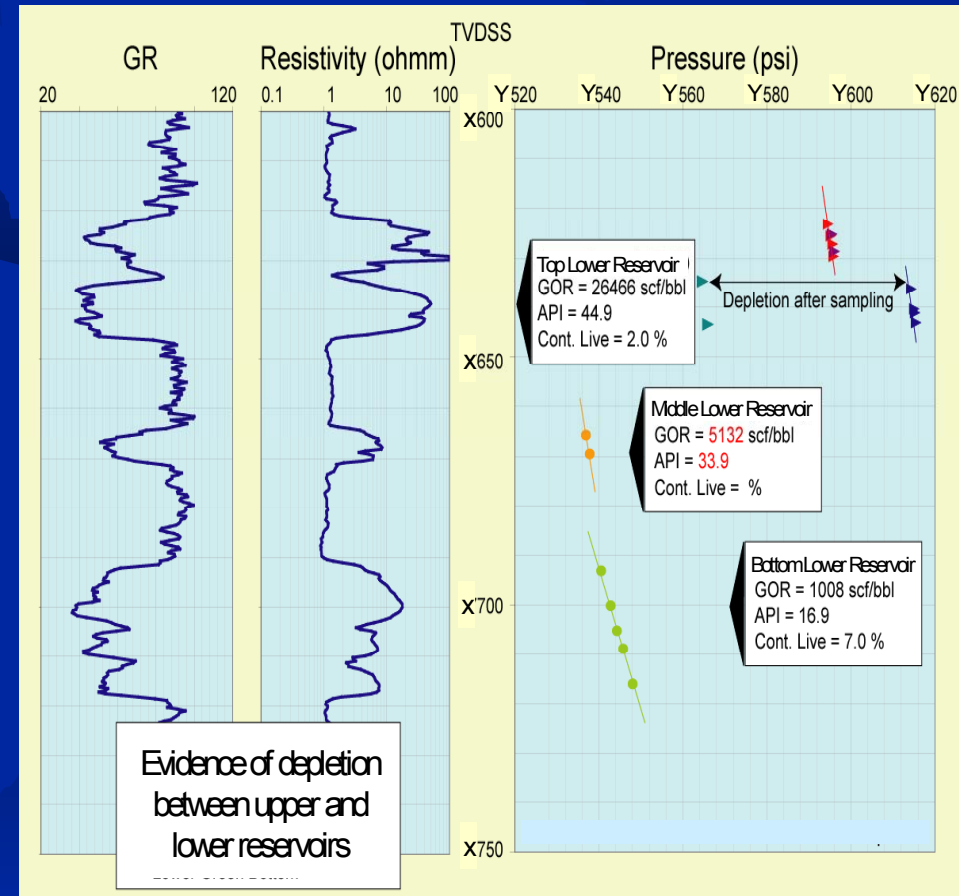
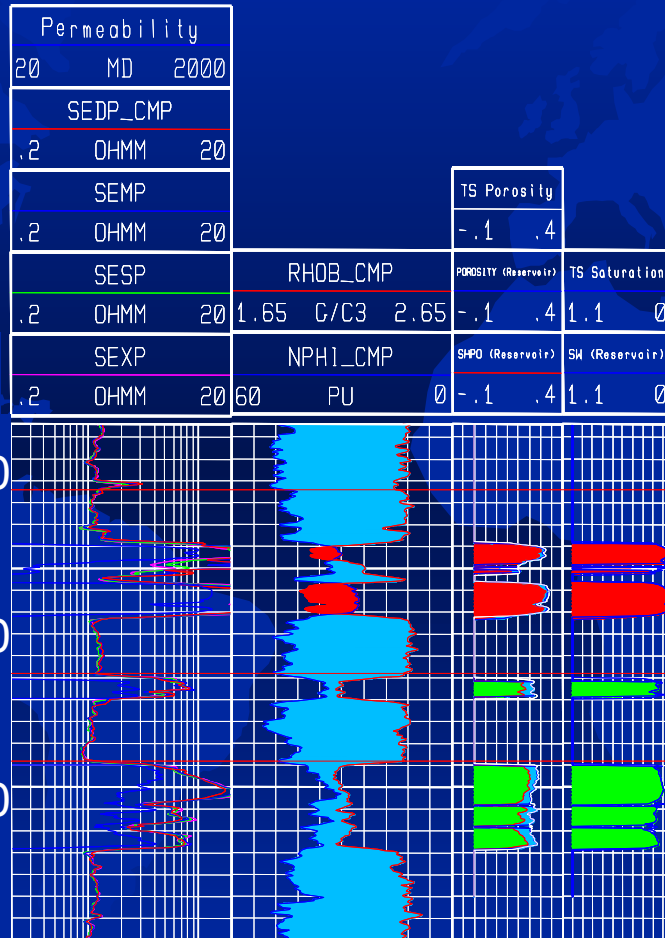


Depth
Feet
(TVD)

X600

X650

X700



Испытания пласта:

Чего мы добились за 15 лет применения современных испытателей пластов на кабеле!

Давление

Отбор проб и анализ
пластового флюида

Интервальные испытания
на интерференцию (IPTT)

Стресс-Тесты

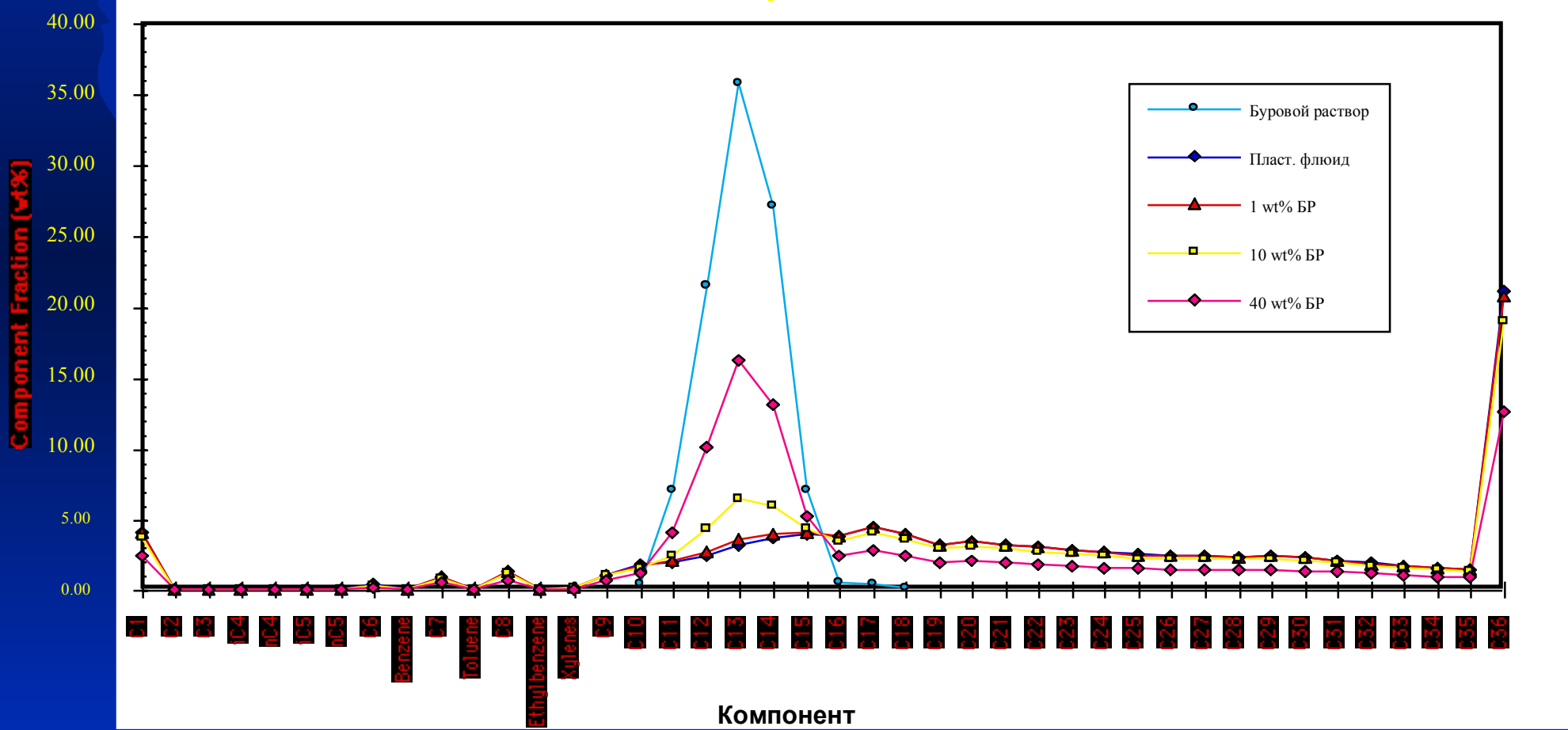
Отбор проб и глубинный анализ пластового флюида



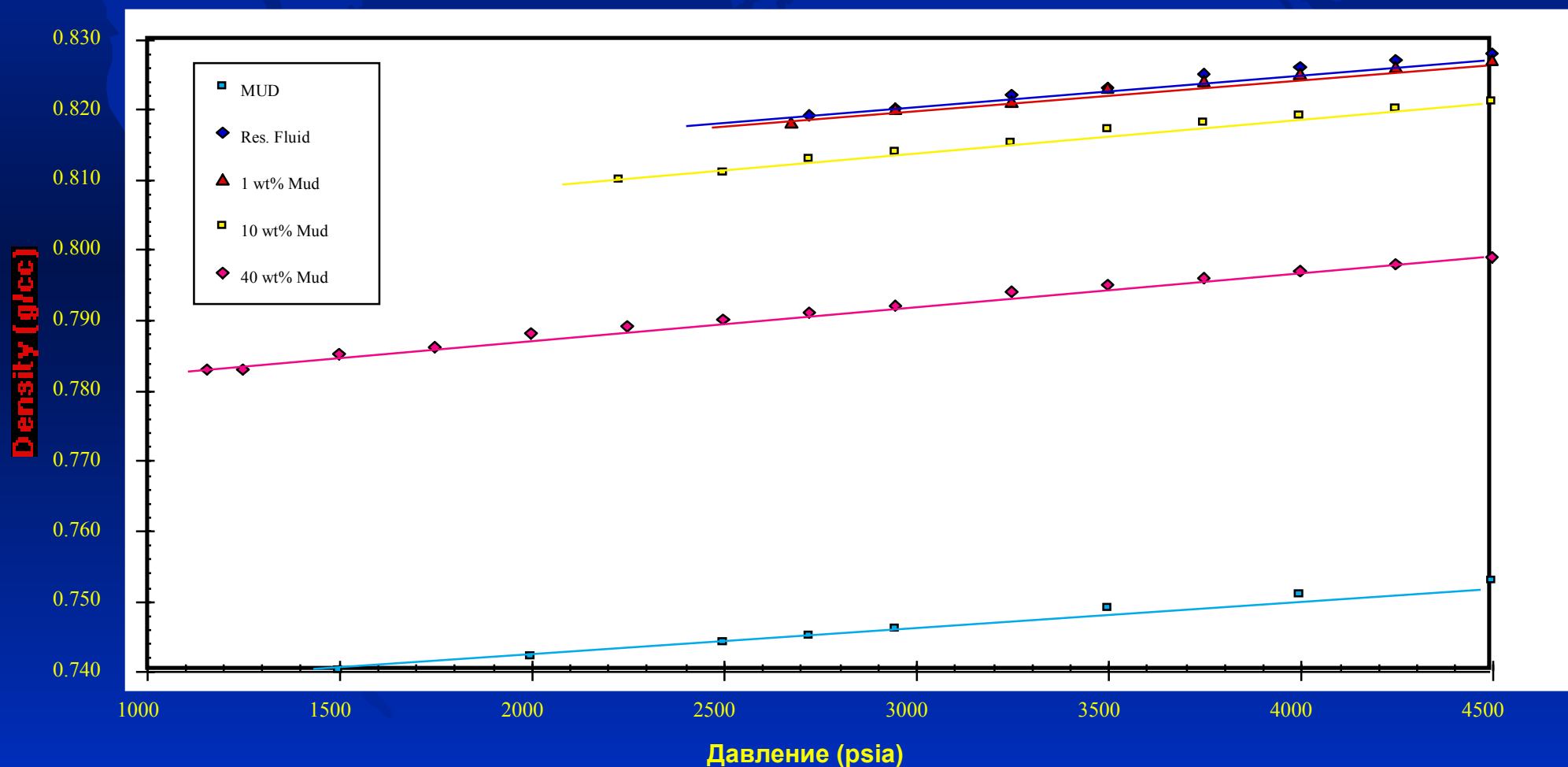
Качество проб и анализа флюида зависит от:

- Уменьшения содержания фильтрата бурового раствора
- Уменьшения депрессии в процессе отбора проб, чтобы не опускаться ниже давления разделения фаз
- Сохранения однофазного состояния отобранных проб при подъеме их на поверхность

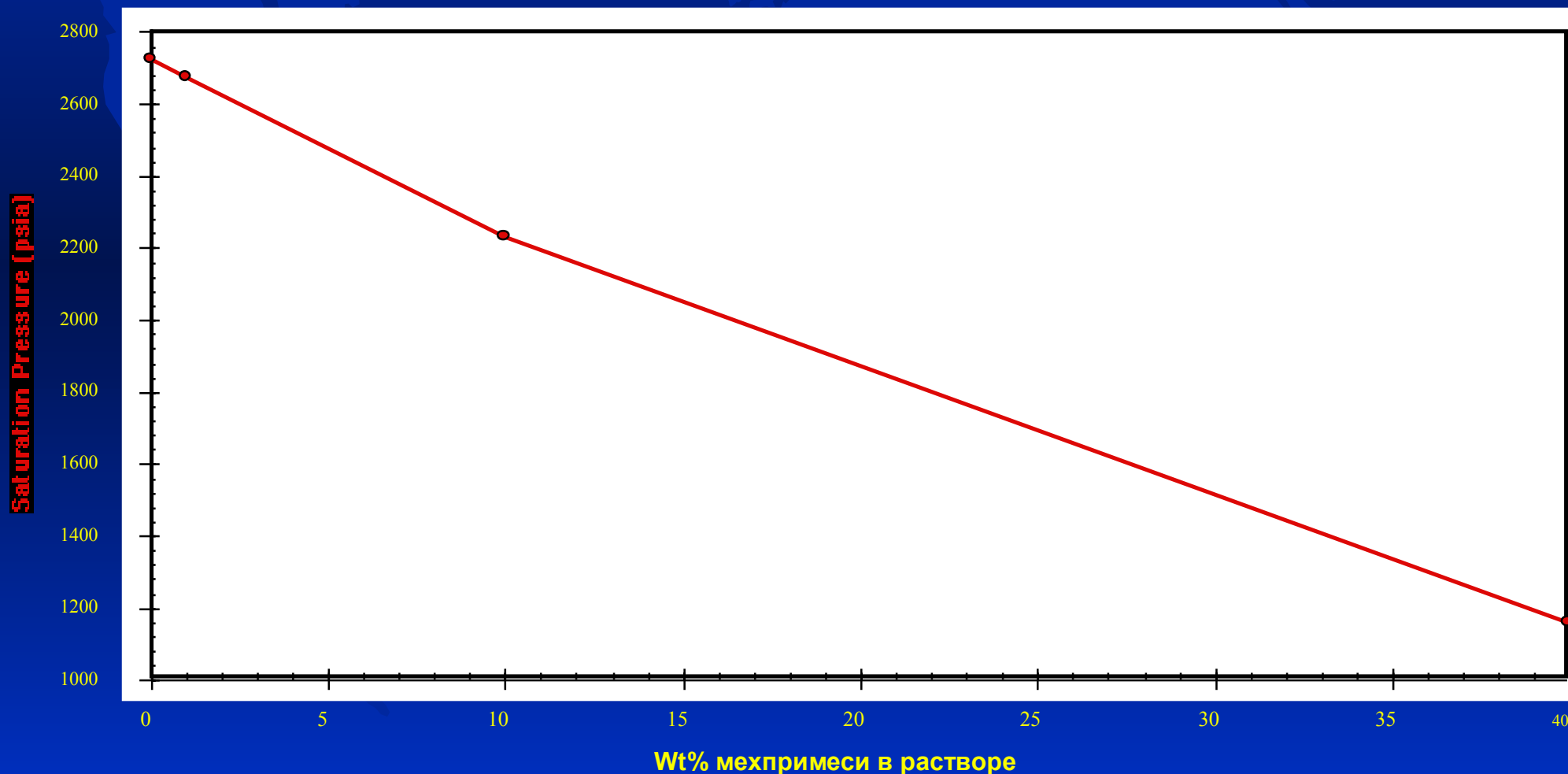
Загрязнение фильтратом бурового раствора при отборе нелетучей нефти (раствор на нефтяной основе). Влияние на композиционный состав проб



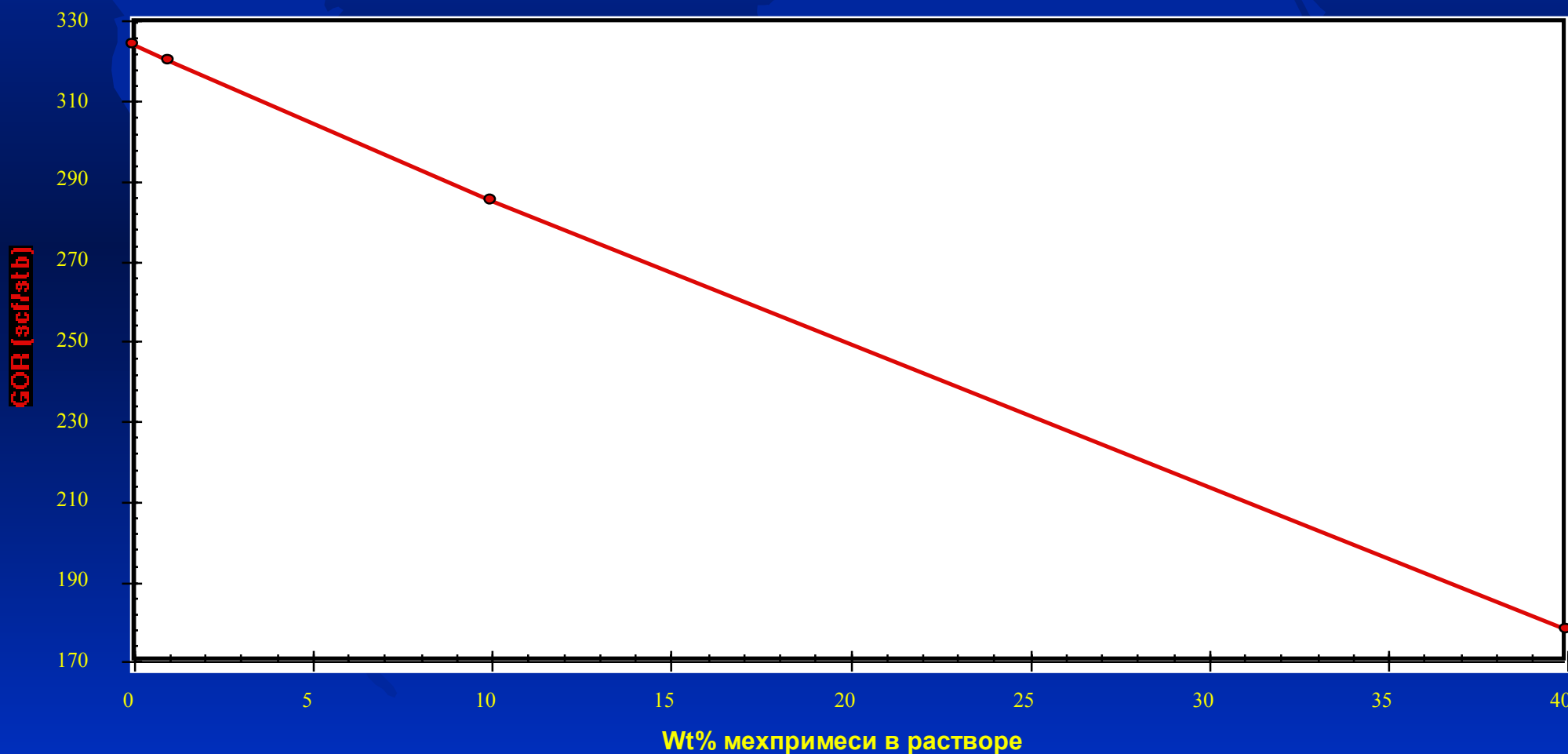
Загрязнение фильтратом бурового раствора при отборе нелетучей нефти (раствор на нефтяной основе). Влияние на плотность проб



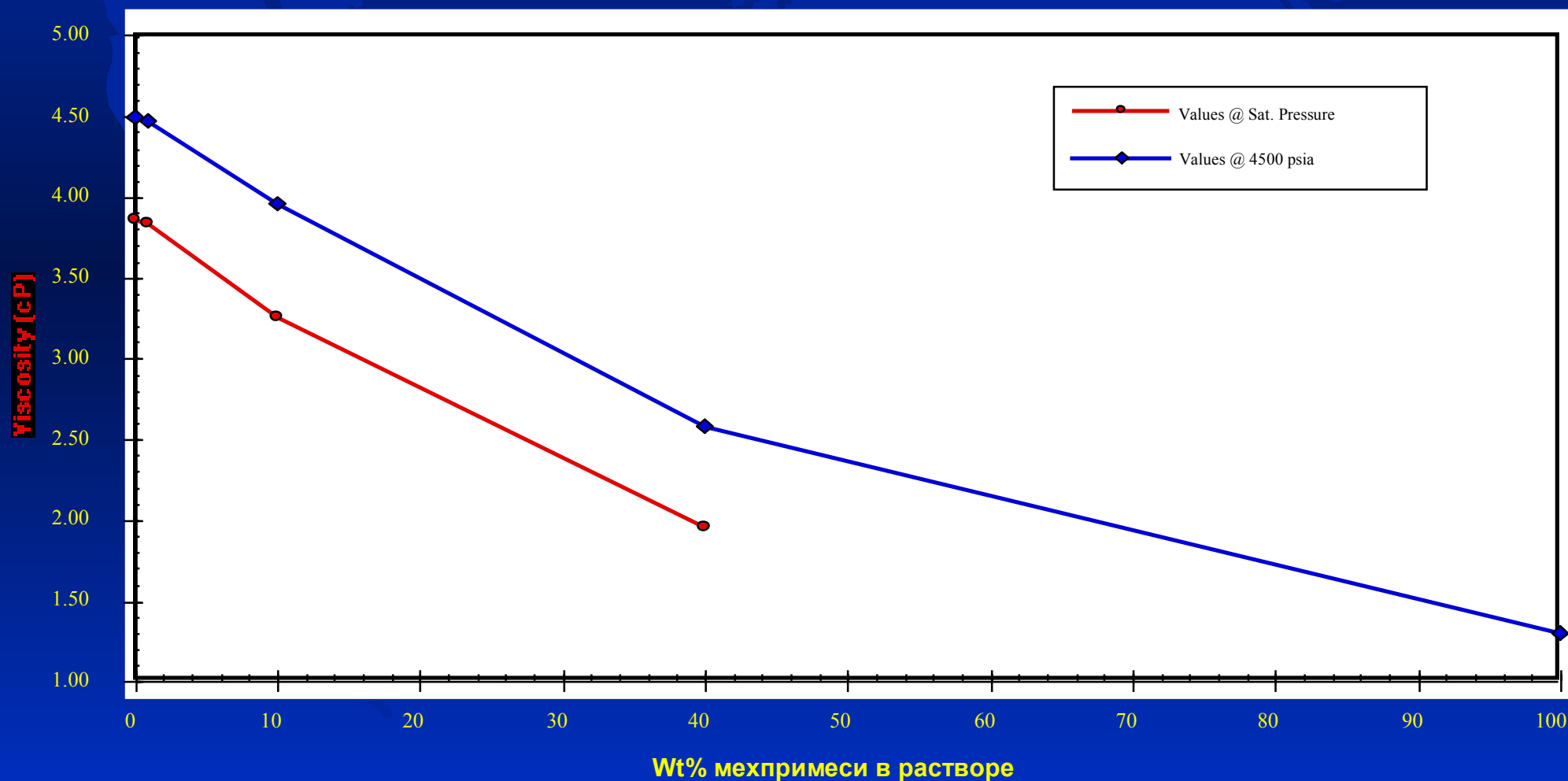
Загрязнение фильтратом бурового раствора при отборе нелетучей нефти (раствор на нефтяной основе). Влияние на давление насыщения



Загрязнение фильтратом бурового раствора при отборе нелетучей нефти (раствор на нефтяной основе). Влияние на газонефтяной фактор

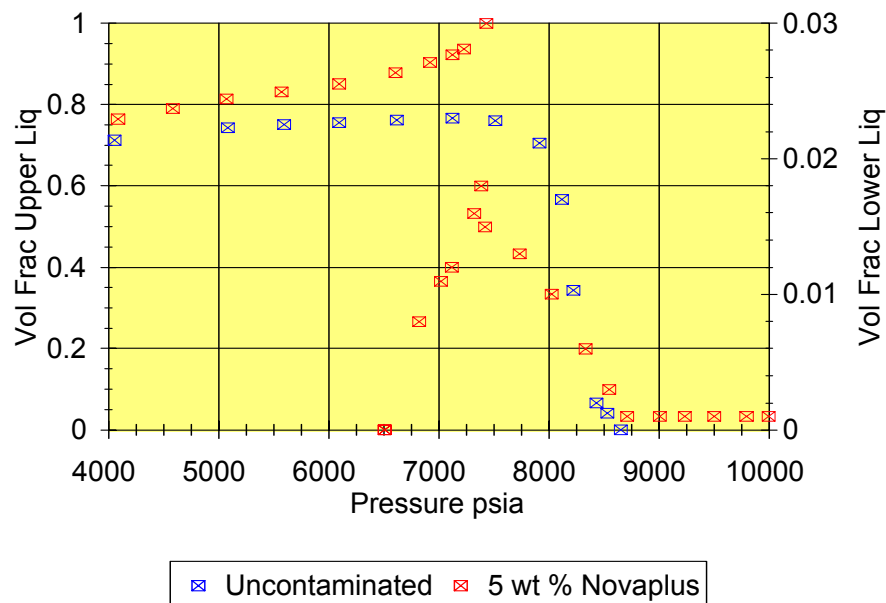


Загрязнение фильтратом бурового раствора при отборе нелетучей нефти (раствор на нефтяной основе). Влияние на вязкость

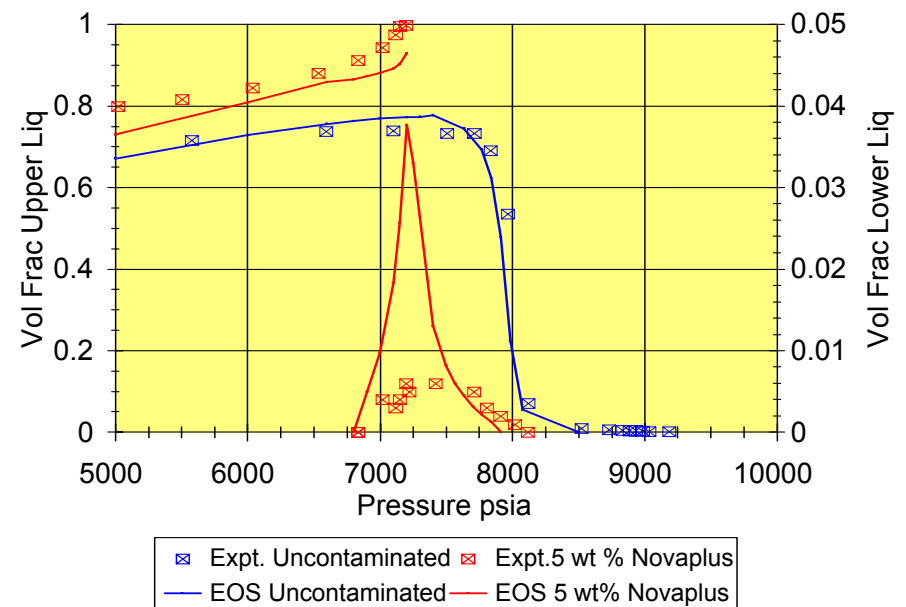


Влияние РУО на флюид в состоянии, близком к критическому

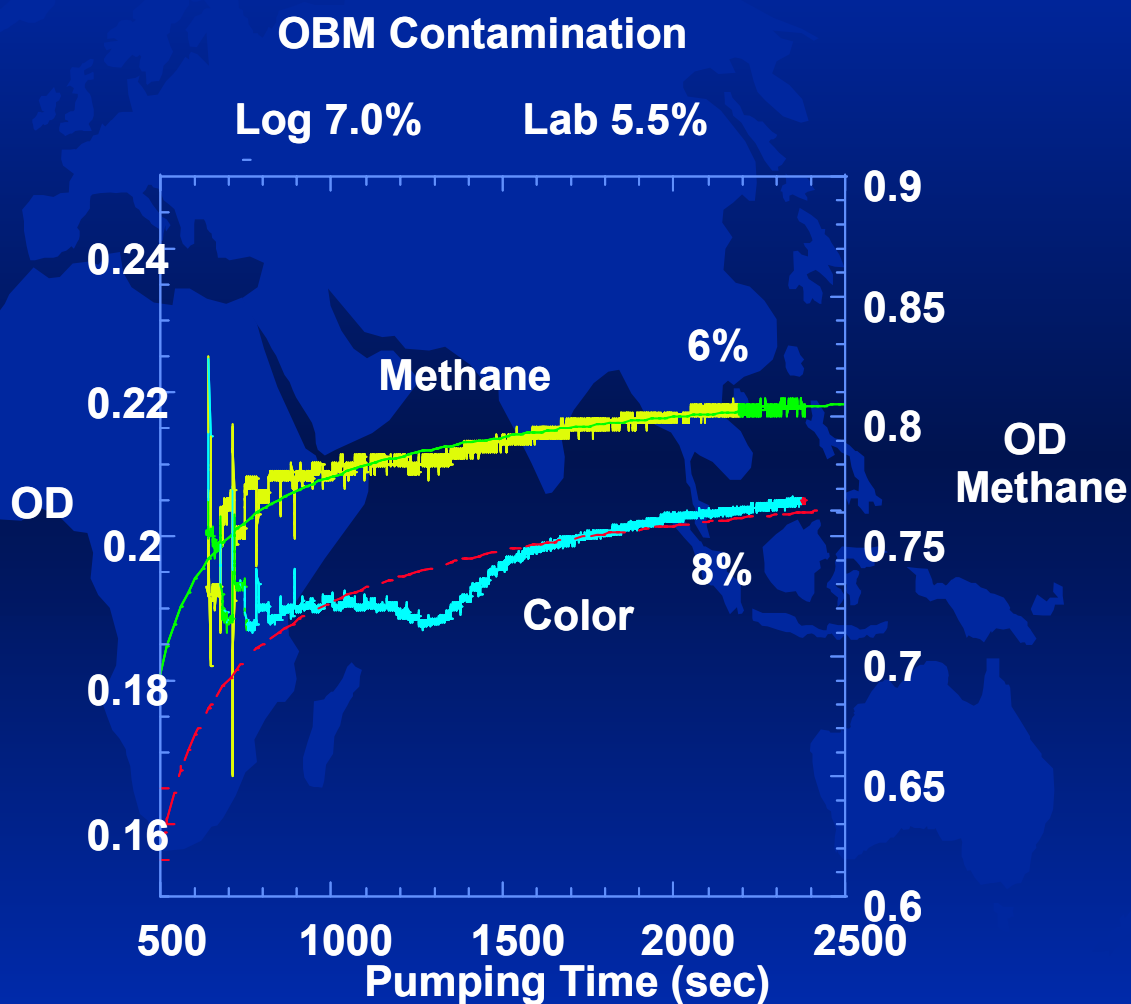
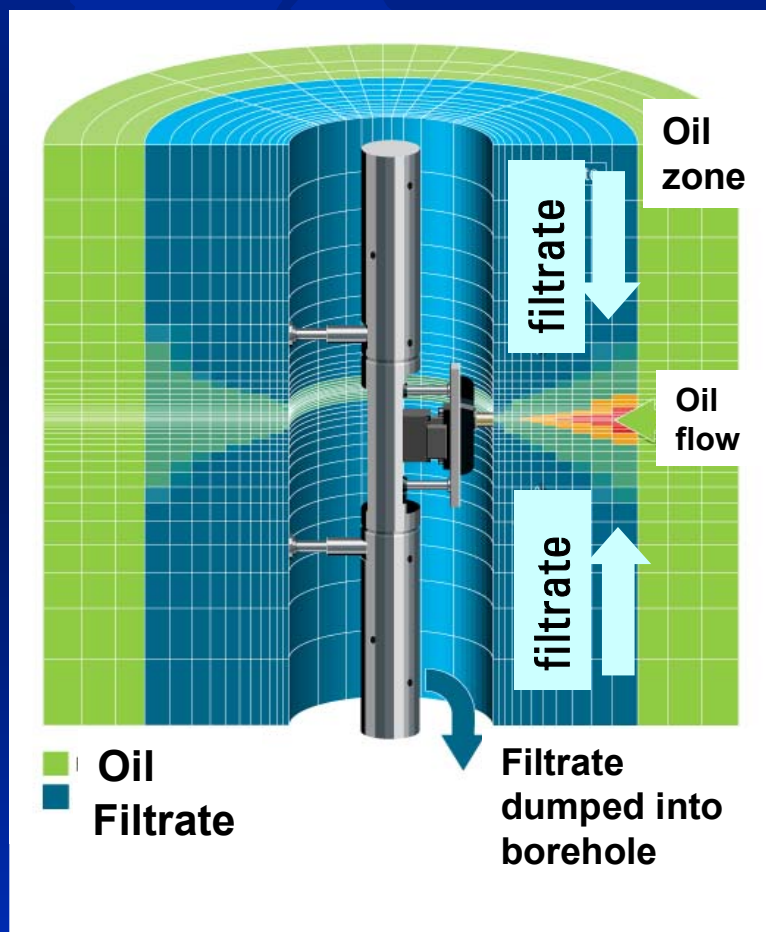
**GOM Near Critical Fluid 130 F CCE
Phase Diagram**



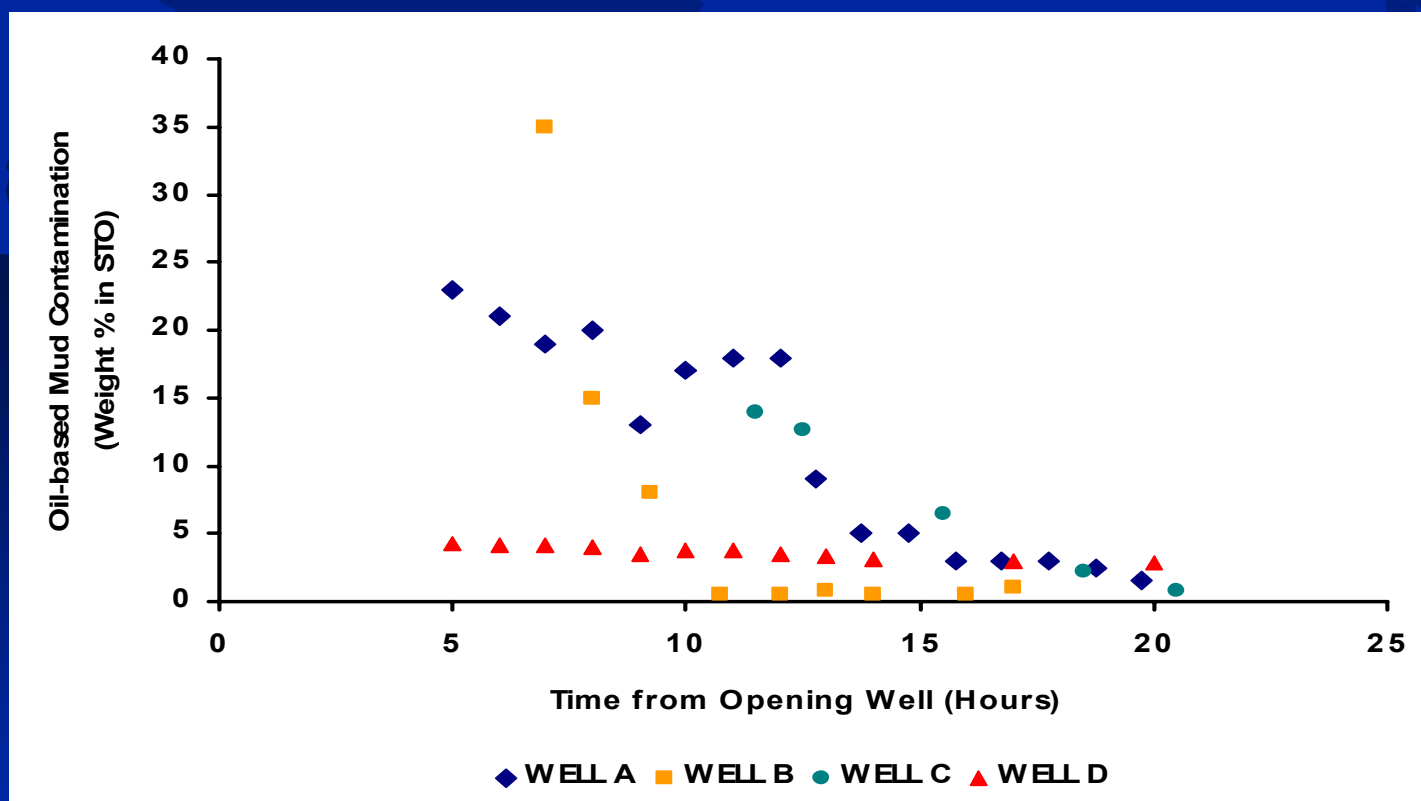
**GOM Near Critical Fluid 180 F CCE
Phase Diagram**



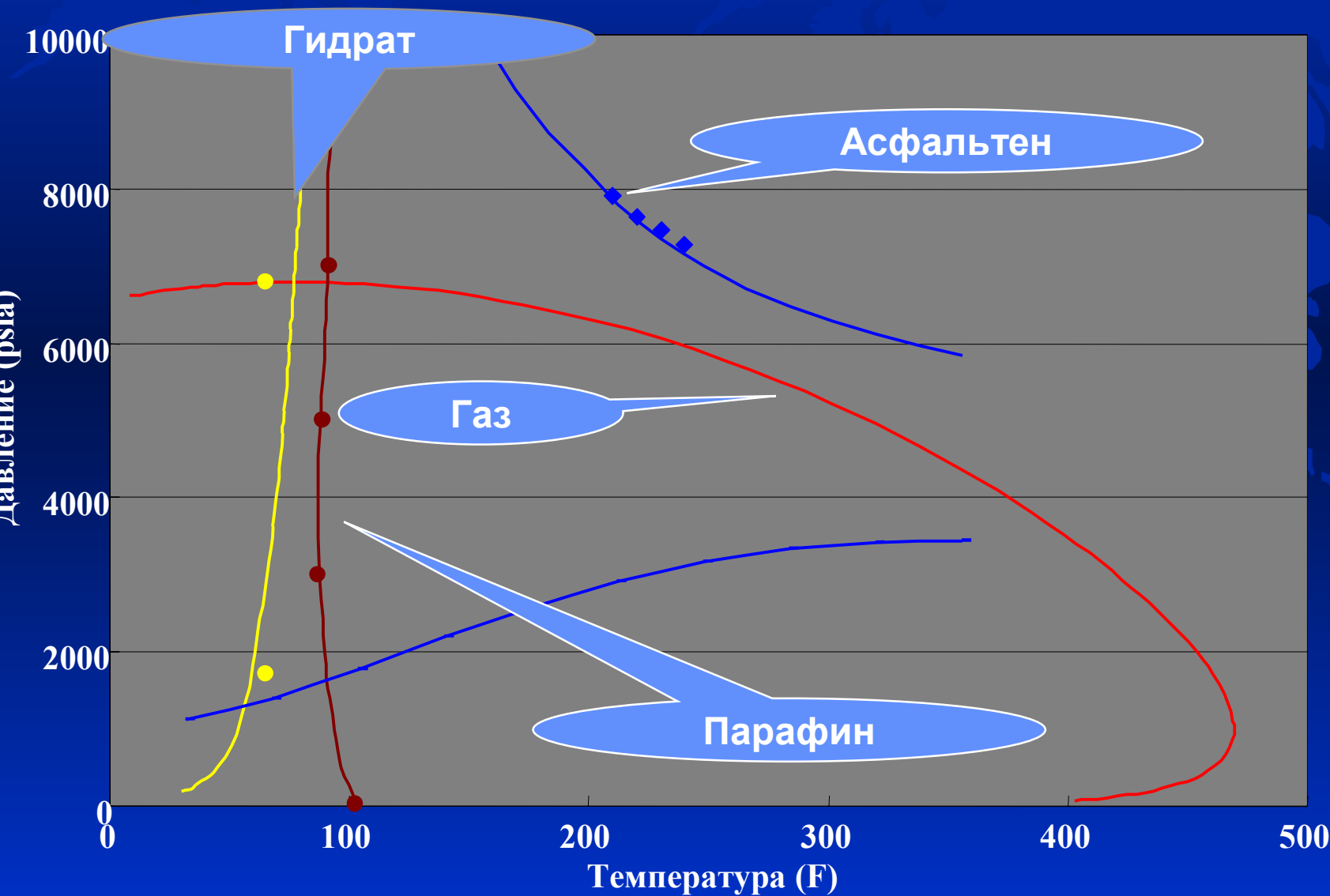
Очистка от филтраты для пластоиспытателей зондового типа



Загрязнение проб фильтратом РУО при стандартных исследованиях скважин



Состояния разделения фаз



Пробоотборники последнего поколения могут поддерживать давление в камерах выше давления разделения фаз

Химия нефти и обеспечение притока

Извлечение смоляного песка

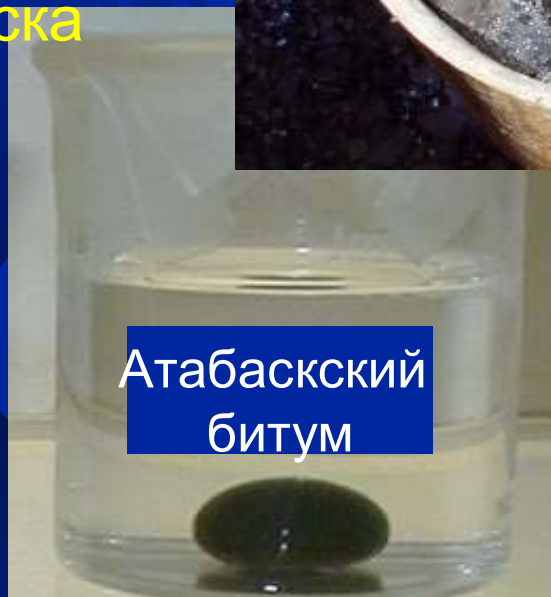
Устойчивость эмульсии

Вспенивающаяся тяжелая
нефть

Химия нефти играет
большую роль в
«типичной» добыче.



Асфальтен



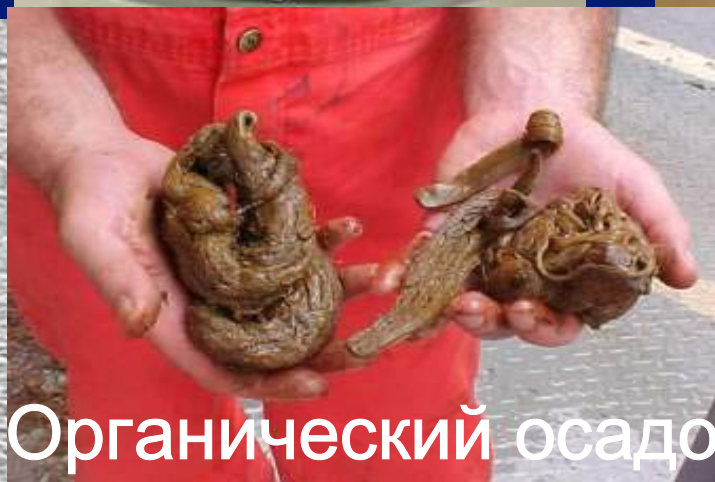
Атабаскский
битум



Парафин



Диамантоиды

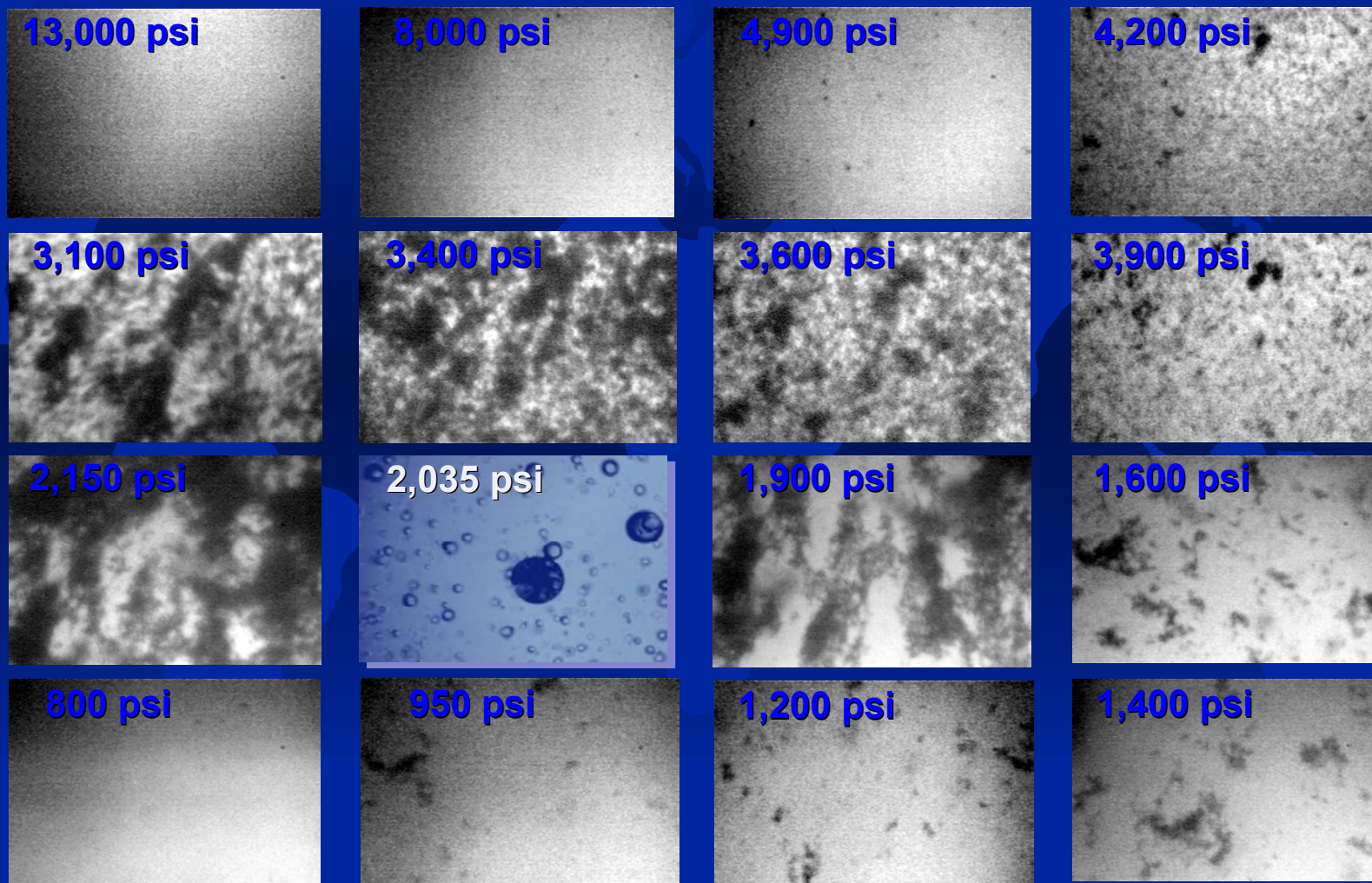


Органический осадок



Газогидрат

Снижение давления нефти 2 на стоп-кадрах Tres Oilphase-DBR НРМ



Признаки отложения асфальтена



Пирекс-трубка

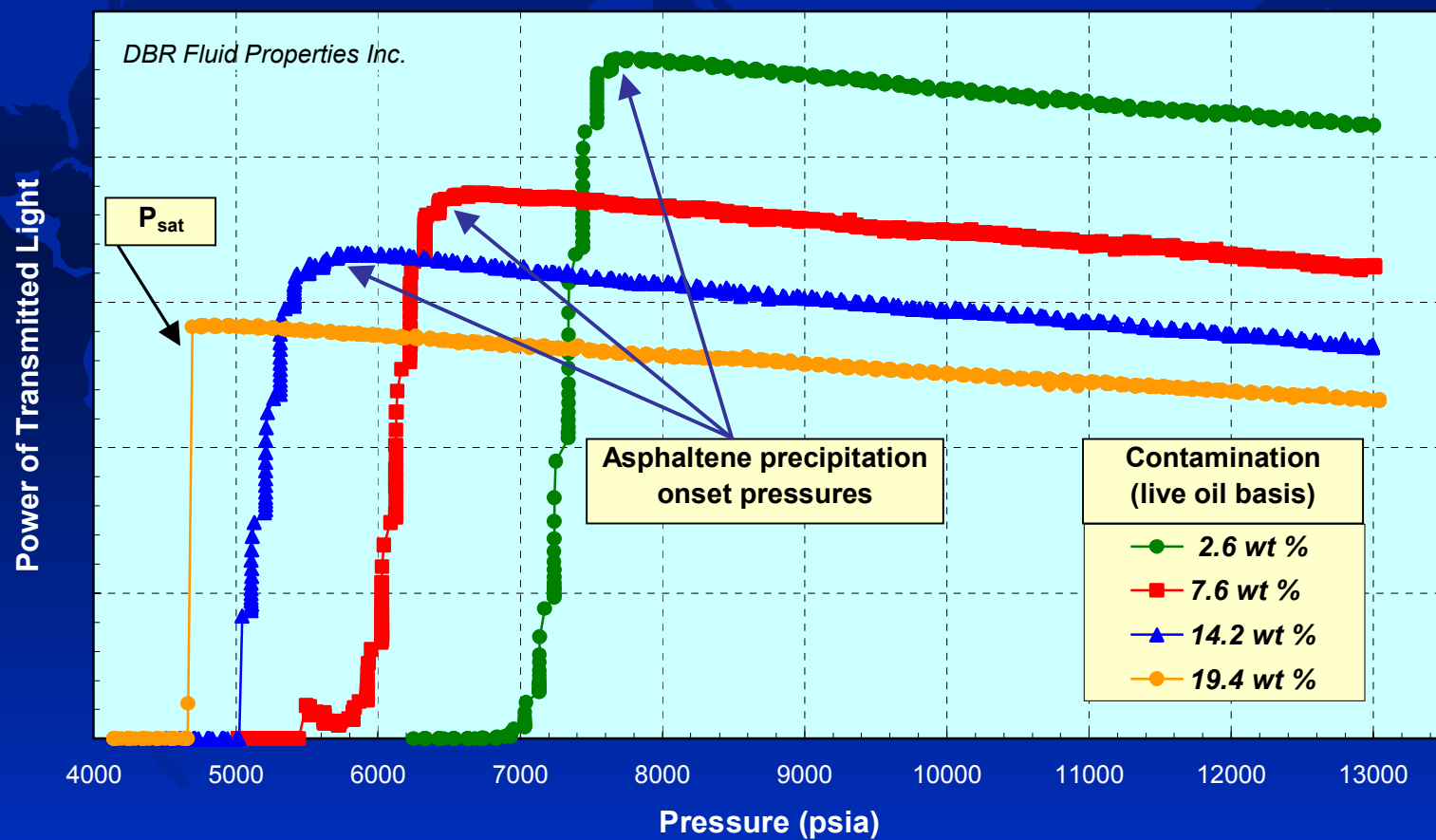


**Полиамидный фильтр
0.45 μm**



Плоский поршень

Действие мехпримесей (Нефть 1 и РУО)

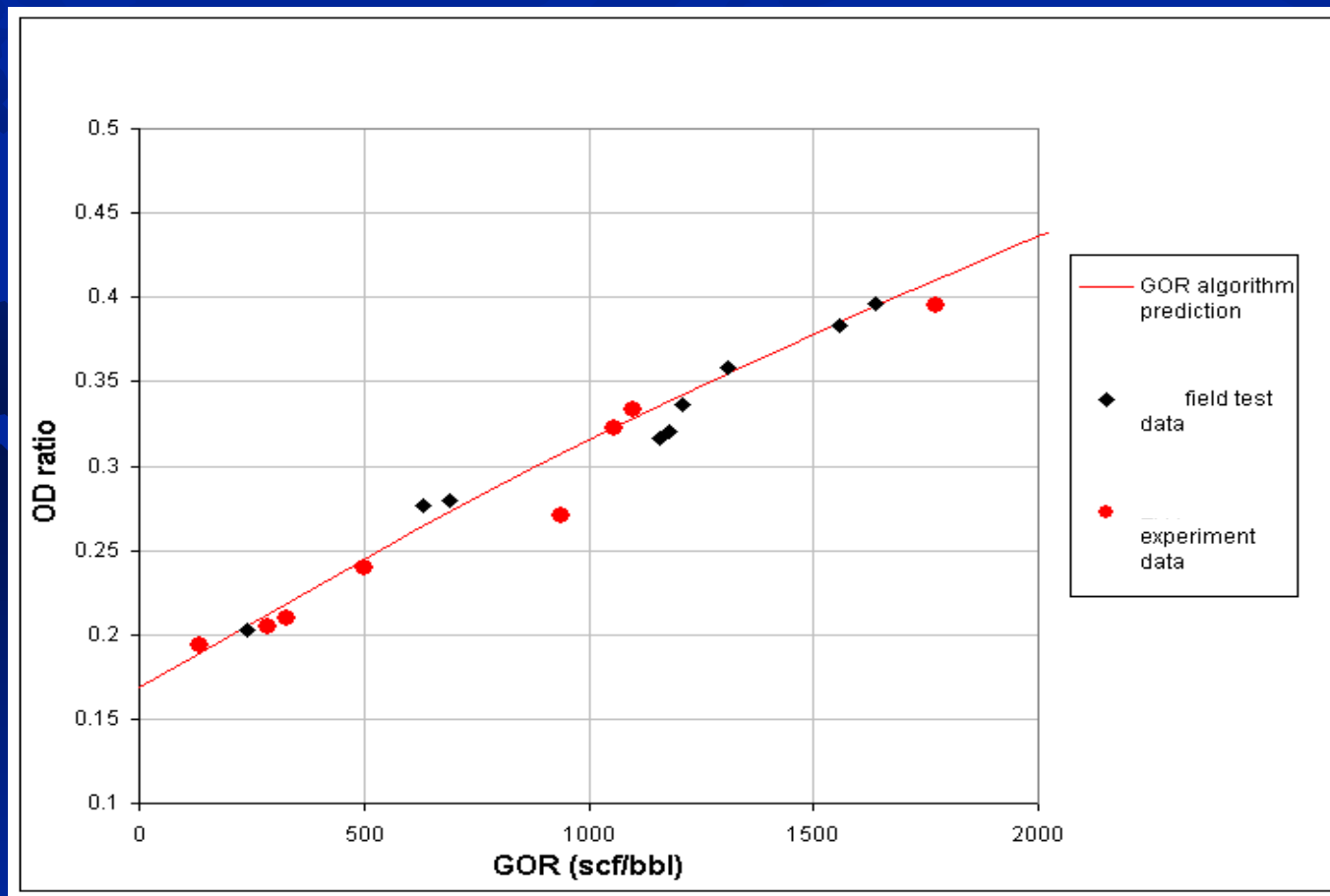


Анализ флюида в скважине

Современные пластоиспытатели могут определять несколько свойств скважинного флюида на каждой точке отбора:

- Газовый фактор: от 200 до 20,000 scf/stb (от черных нефтей до ретроградных газоконденсатов)
- Состав флюида (wt % определенных компонентов)
- Выделение газа из нефти и капель жидкости из газа
- Фильтрат бурового раствора (% от объема)
- pH при отборе воды
- H₂S ?

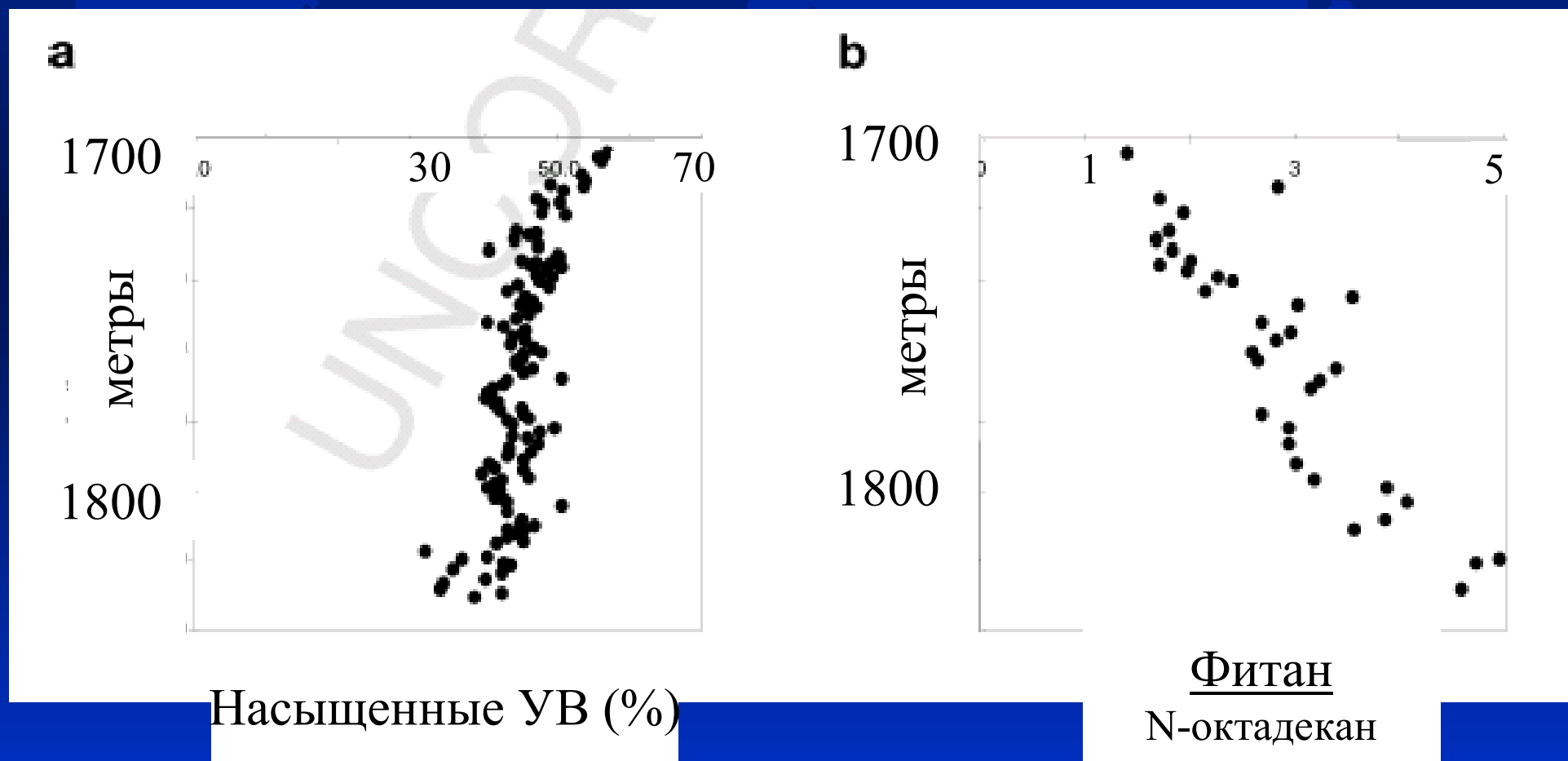
Скважинный газовый фактор



Градиенты флюида при биодегградации

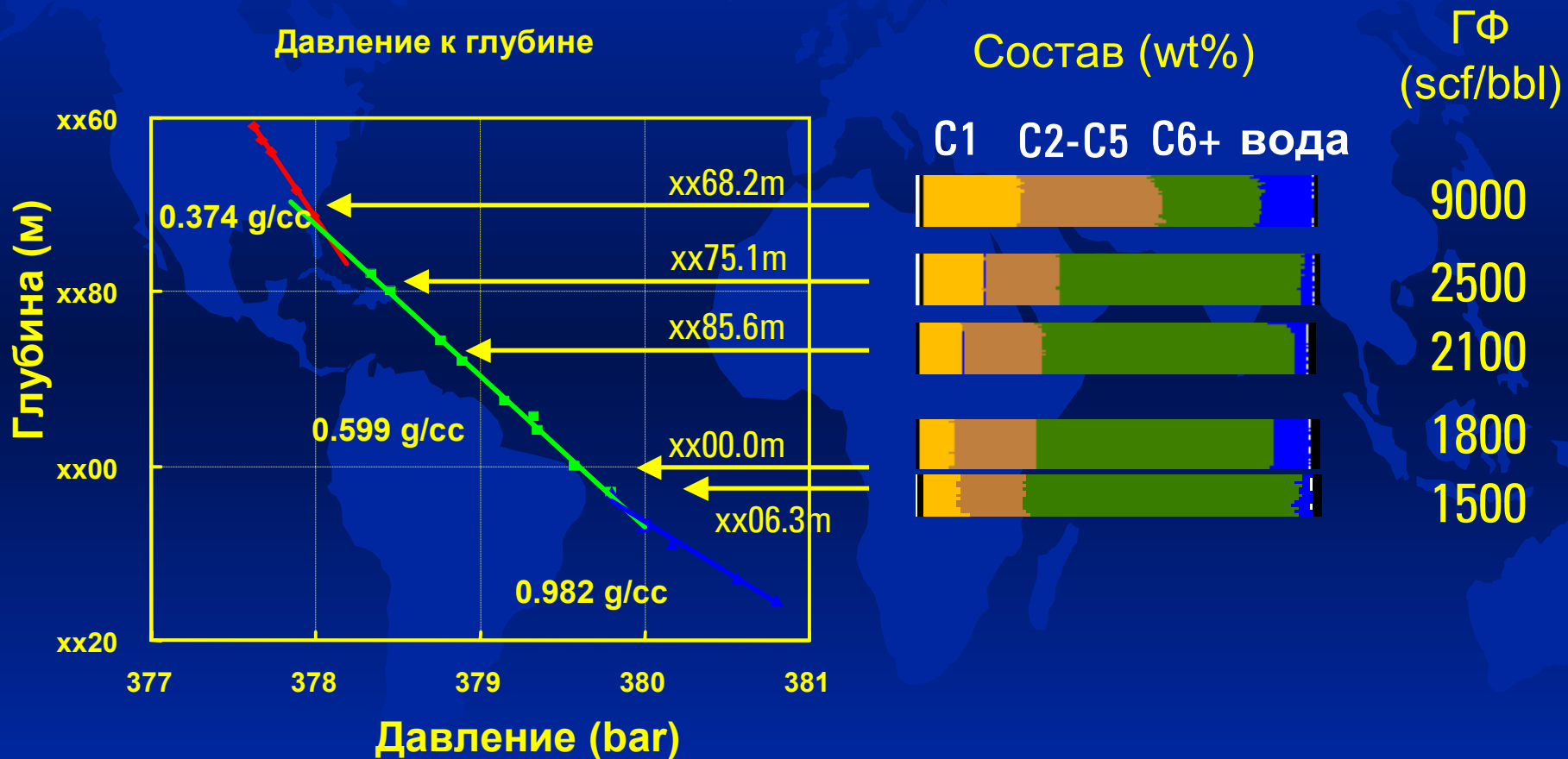
Эоценовые турбидитные песчаники в бассейне Liaohe (глубина 1,8 км , темп. ~ 65°C
Prof. S.R. Larter, U. Newcastle on Tyne)

Изменение вязкости в семь раз на 130 м



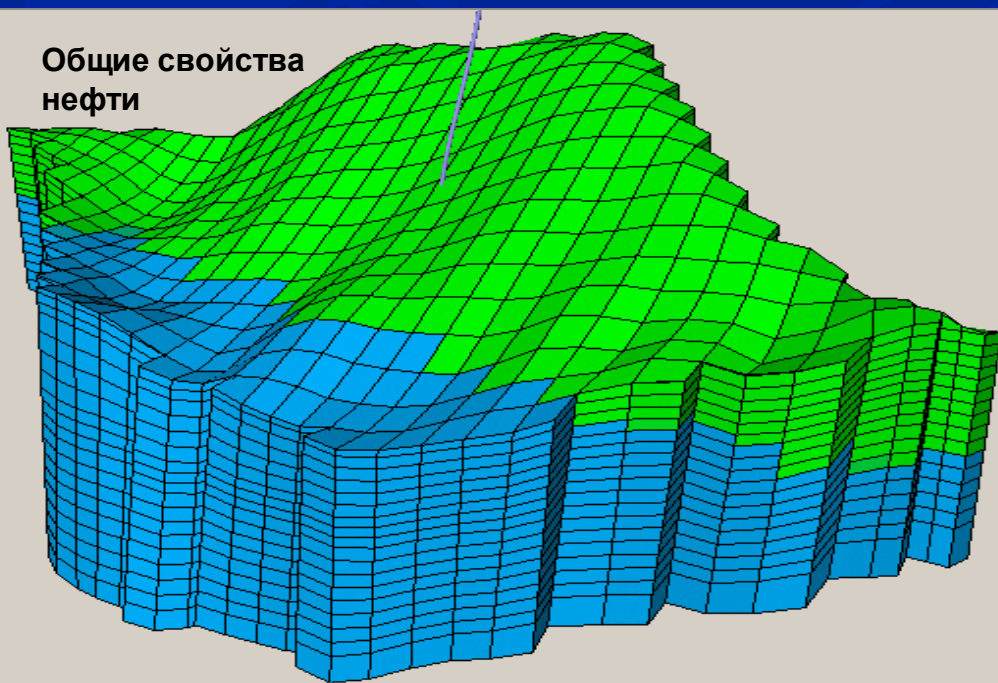
Градиент пластового флюида Statoil, Северное море

Fujisawa, Betancourt, Mullins, Torgersen, O'Keefe, Dong, K.O. Eriksen, SPE
#89704, ATCE, (2004)

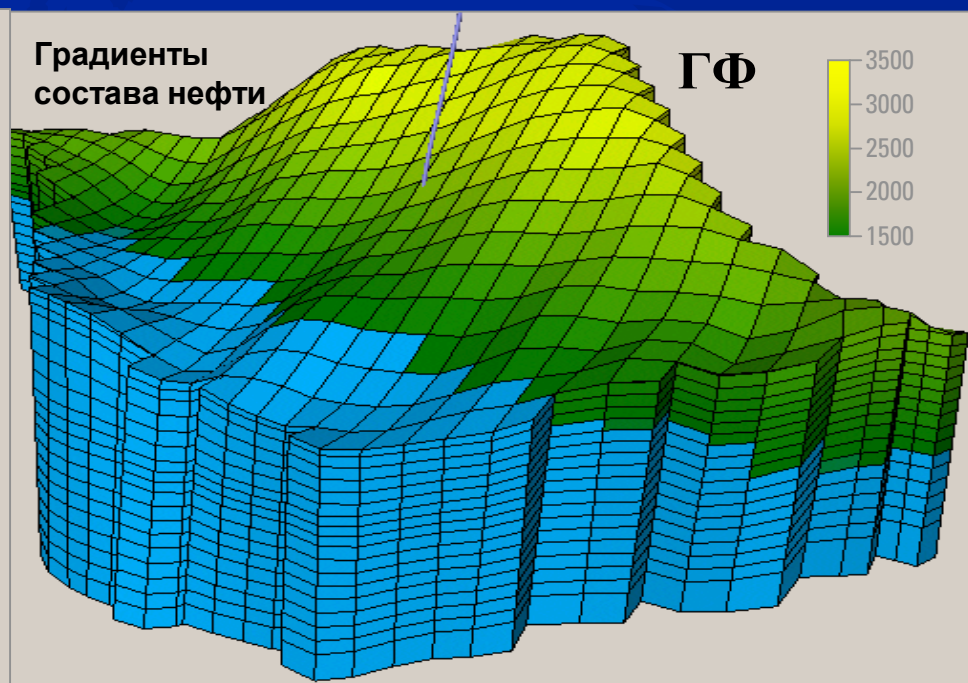


Пластовое моделирование: градиент компонентного состава

Общие свойства
нефти



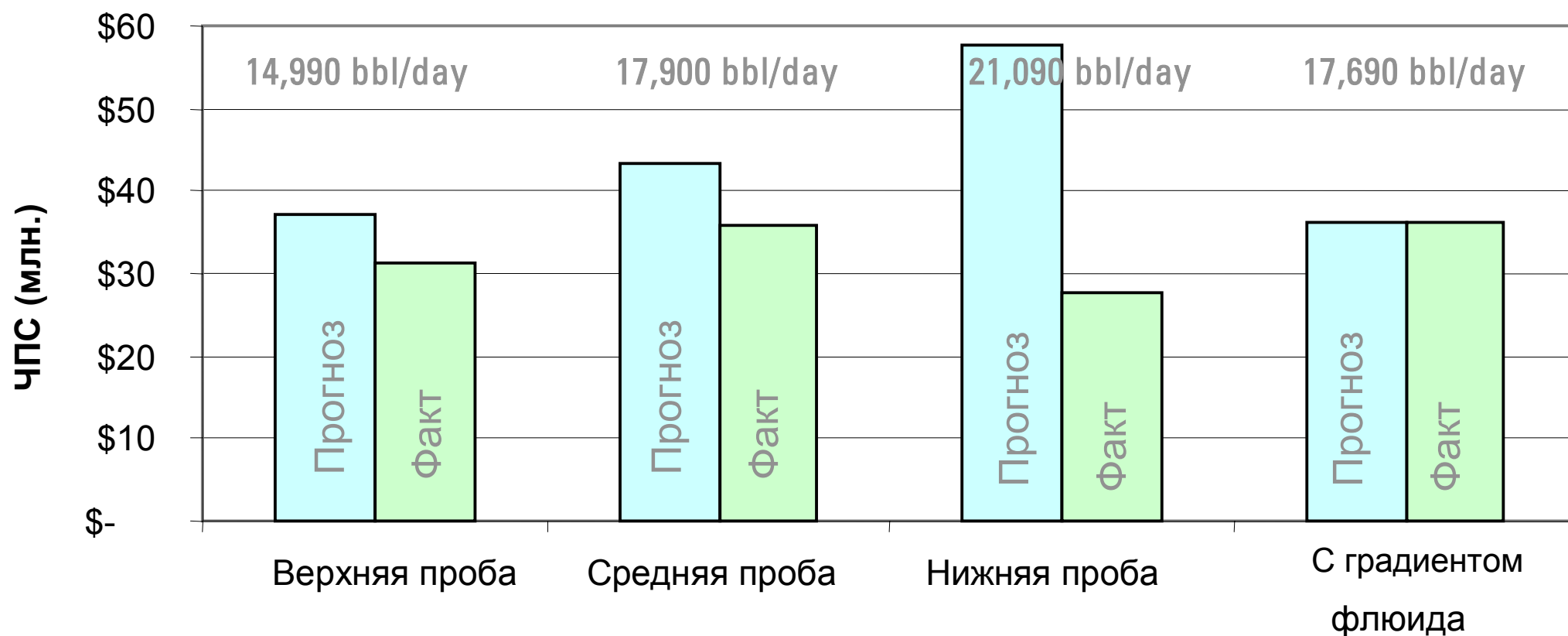
Градиенты
состава нефти



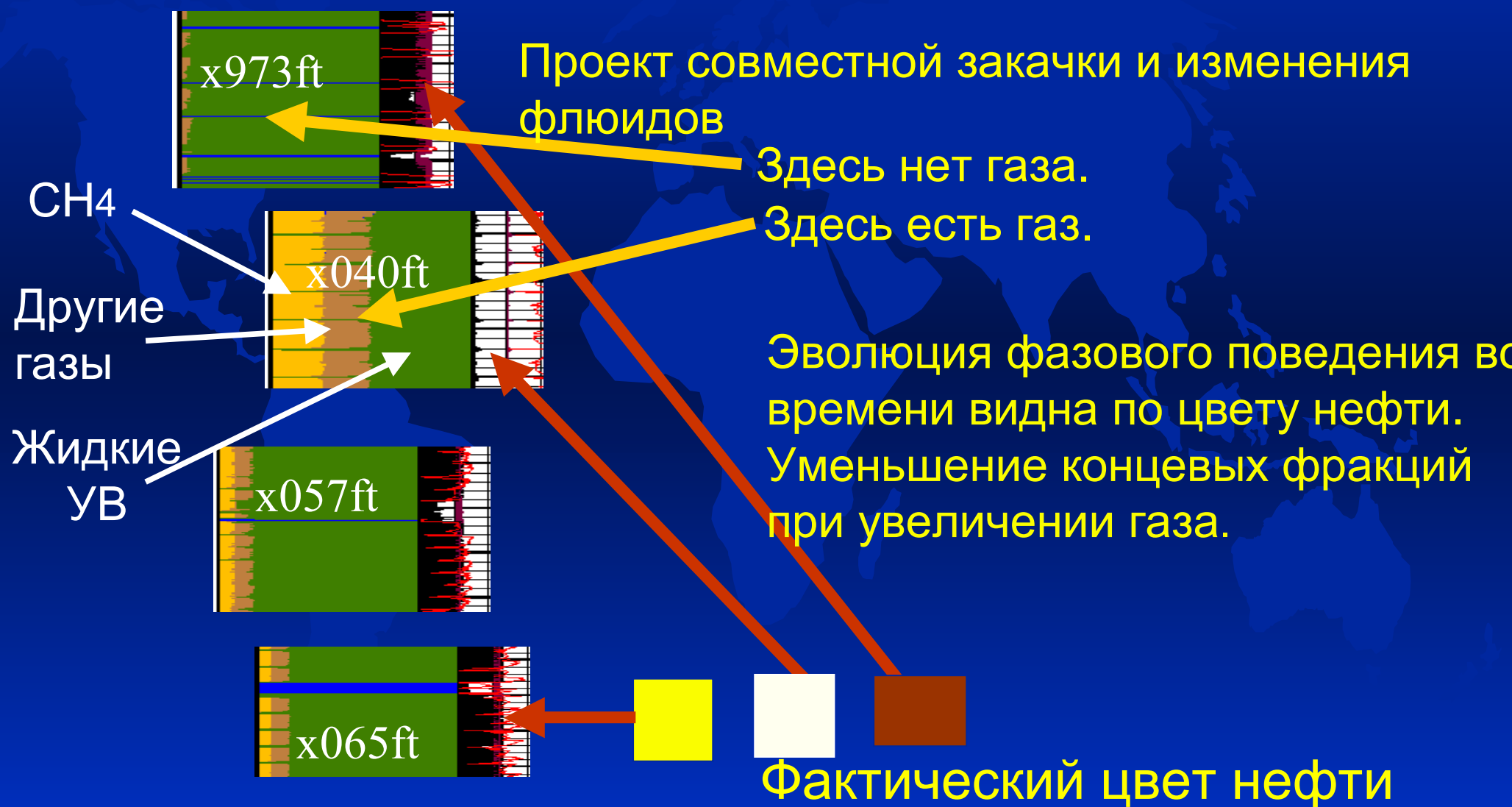
Оптимизация стратегии добычи по корректной модели.
Правильное определение мощности наземных сооружений.
Управление добычей ниже давления насыщения.
Понимание временной эволюции.

Courtesy of Peter
Kaufmann- SDR

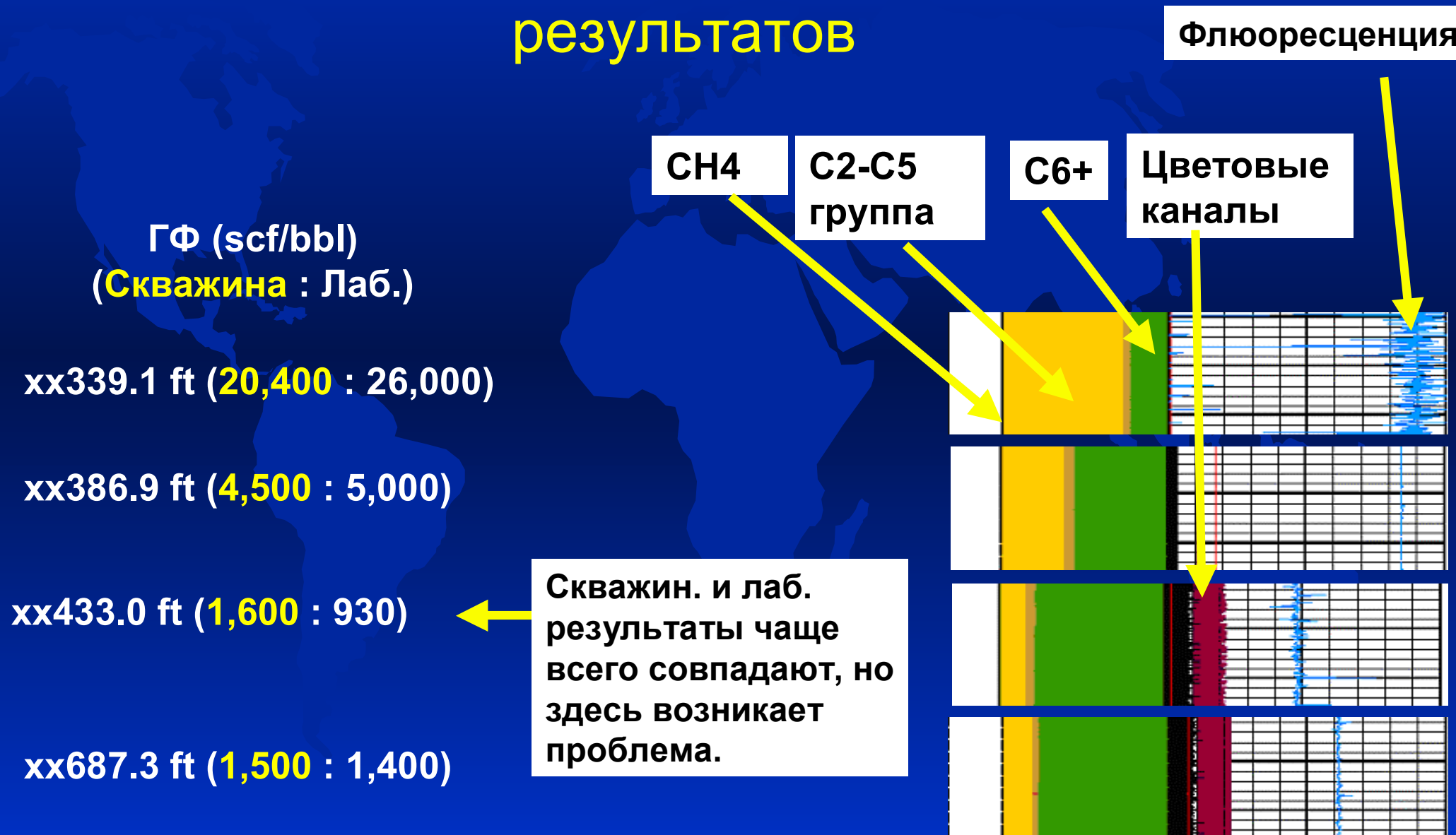
Инвестиционная оценка проекта



Анализ глубинного анализа пластового флюида



Сравнение результатов глубинного анализа пластового флюида и лабораторных результатов



Определение выпадения конденсата при отборе глубинных проб

Использование выкачки в качестве фазового разделителя

Падение
ниже
точки росы

Каротажные данные:
две фазы УВ

Флюоресценция

C6 / C1

Фазовая диаграмма

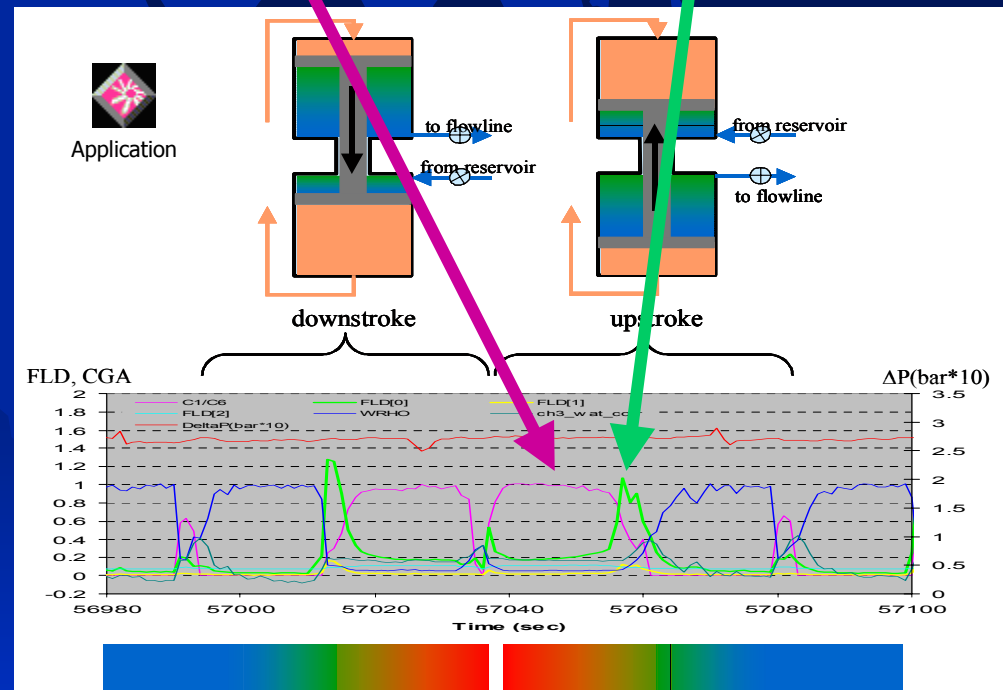
Критич.
точка

Кривая
точки росы

Кривая
точки
насыщения

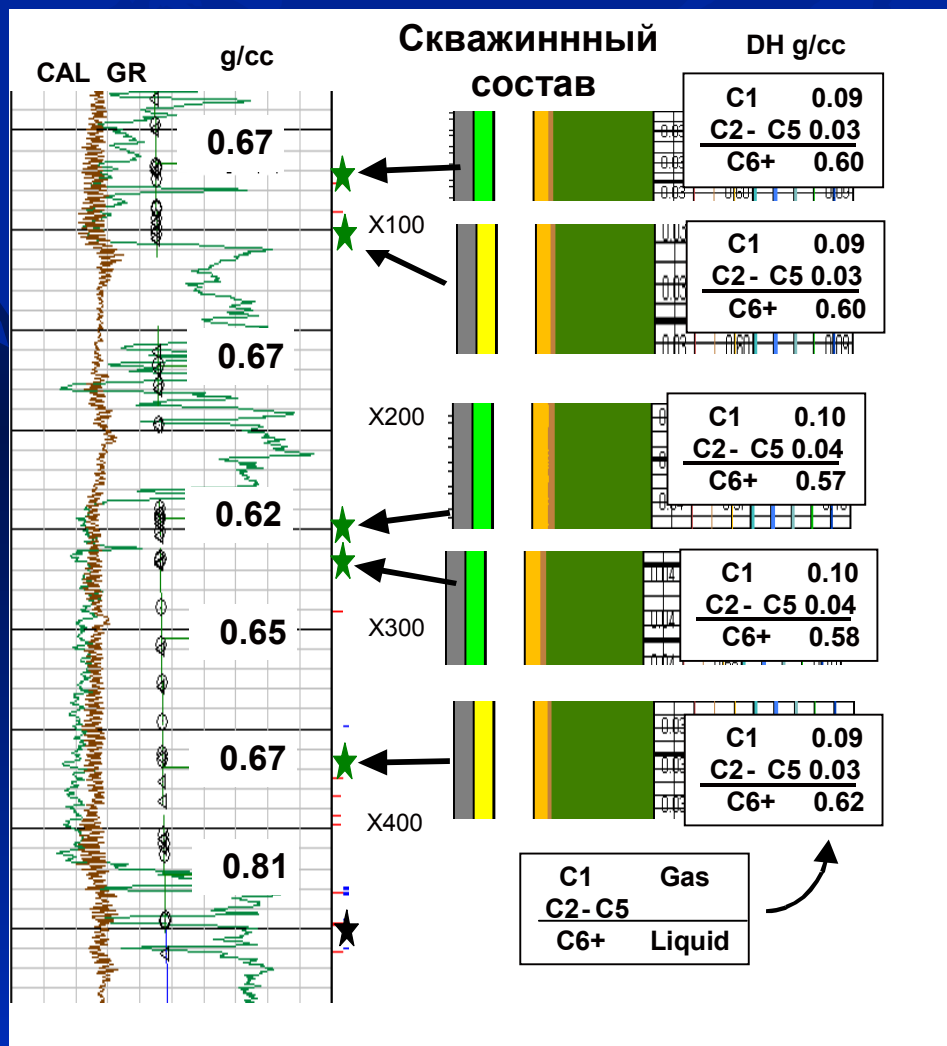
Двухфазовая
область

Температура



Градиенты и анализ пластового флюида

SPE 94708-будет представлена в октябре 2005 г. на SPE ATCE Dallas



← Сравнить с 0.66 g/cc в пробе

← Сравнить с 0.66 g/cc в пробе

← Сравнить с 0.63 g/cc в пробе

← Сравнить с 0.64 g/cc в пробе

← Сравнить с 0.66 g/cc в пробе

Определение pH пробы пластовой воды в скважине с помощью пластоиспытателя

pH < 6
ТОЛЬКО
КИСЛОТА

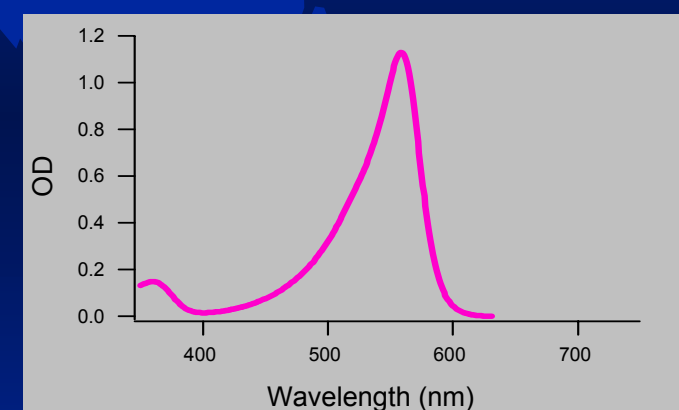
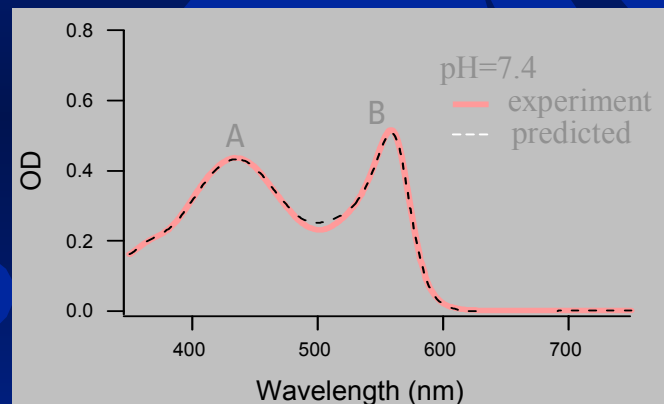
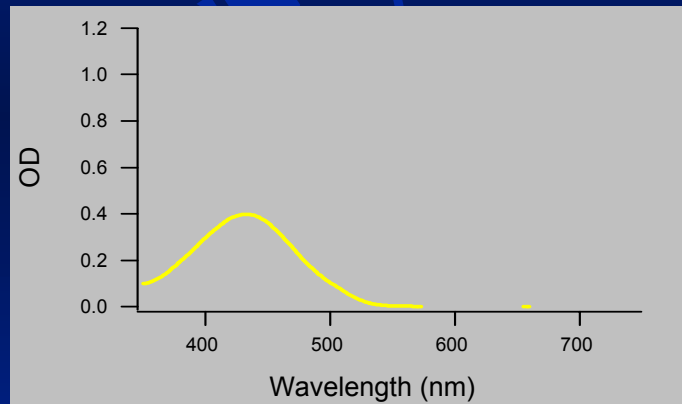


pH чувствительный оттенок



6 < pH < 9
acid-base mixture

pH > 9
ТОЛЬКО ОСНОВА



Точность ~ 0.1 ед.
Диапазон pH = 4 - 9

Анализ скважинной воды:
раннее распознавание

Лаб. pH: потеря газа, твердые примеси. $\Delta pH \sim 4-1$

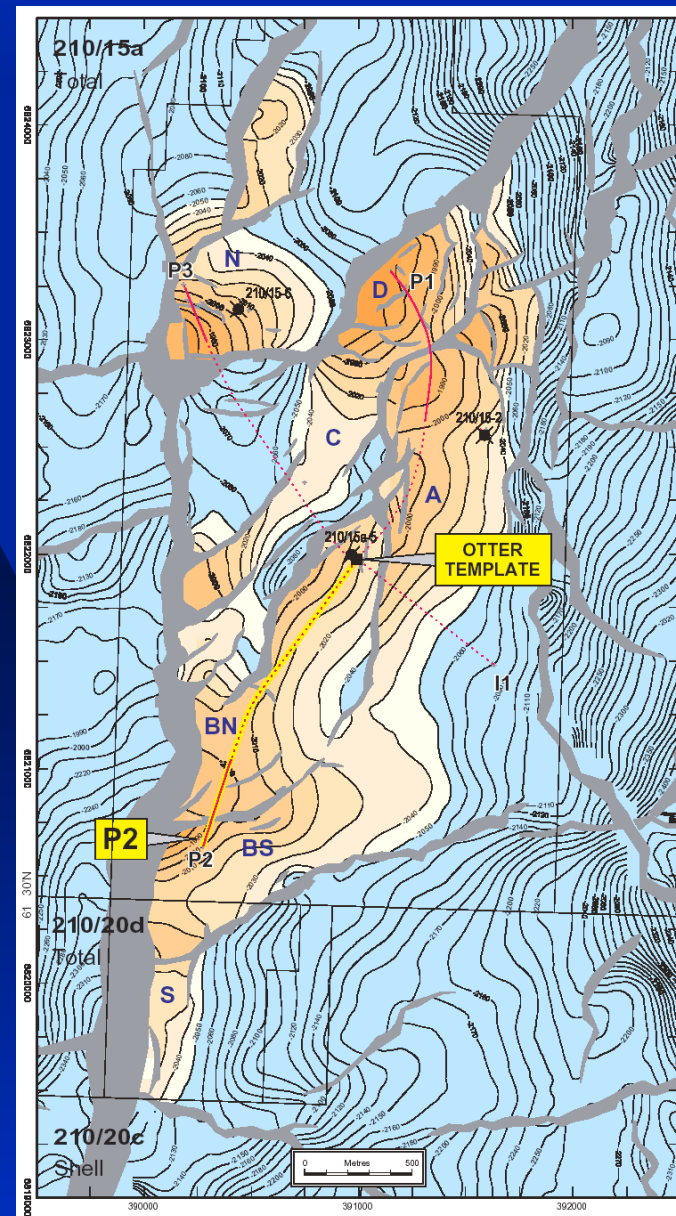
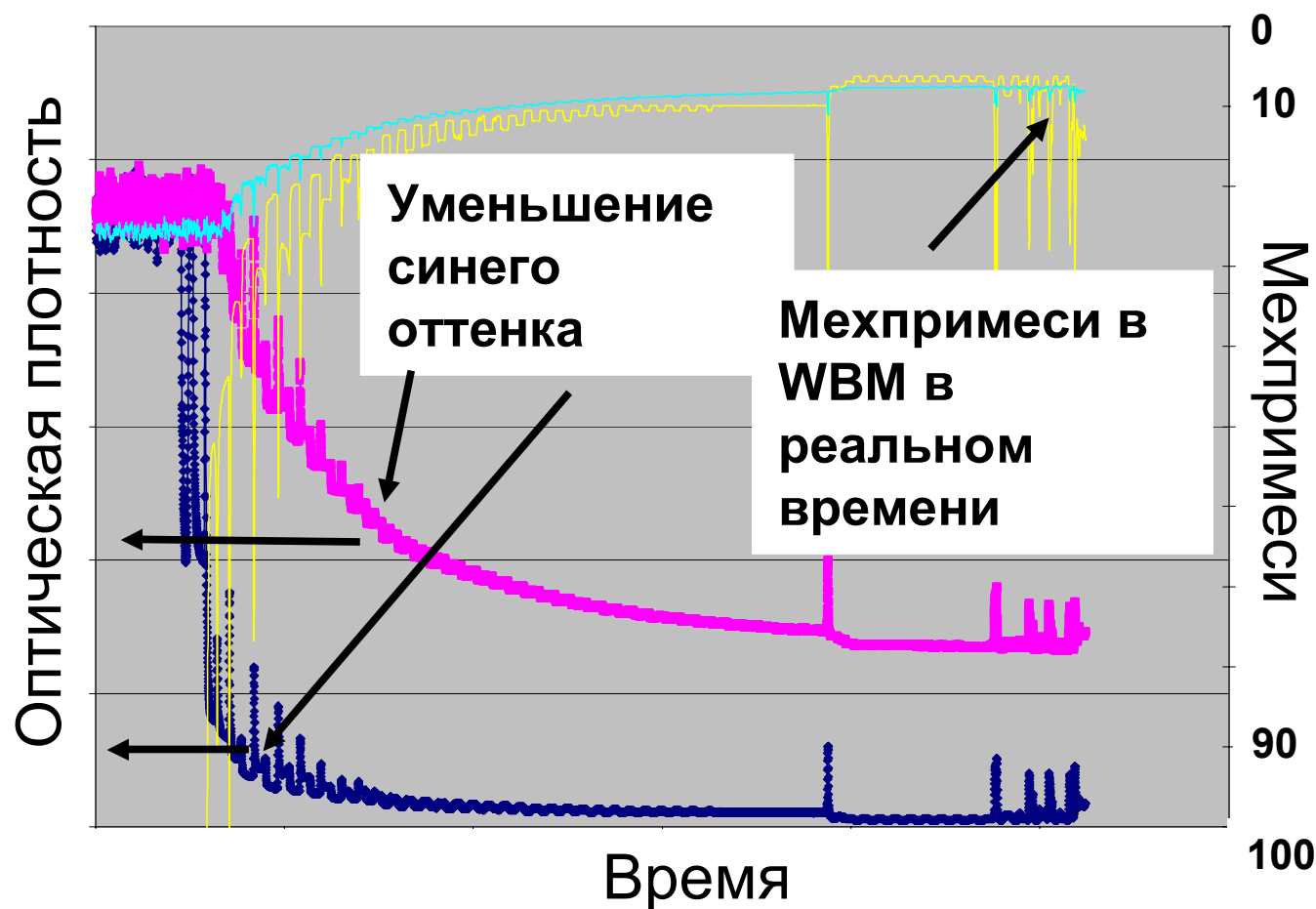
Определение H_2S

Определение содержания H_2S во флюидах в реальном времени, т.к. все металлы вступают в реакцию с H_2S

Содержание H_2S в пробе может быть не определено или недооценено

Ведется работа над датчиками реального времени, существующий метод использует металлические контрольные пластины, чувствительные к H_2S

Отбор проб воды в буровом растворе на водной основе (WBM) SPE 88637-Северное море



Испытания пласта:

Чего мы добились за 15 лет применения современных испытателей пластов на кабеле!

Давление

Отбор проб и анализ
пластового флюида

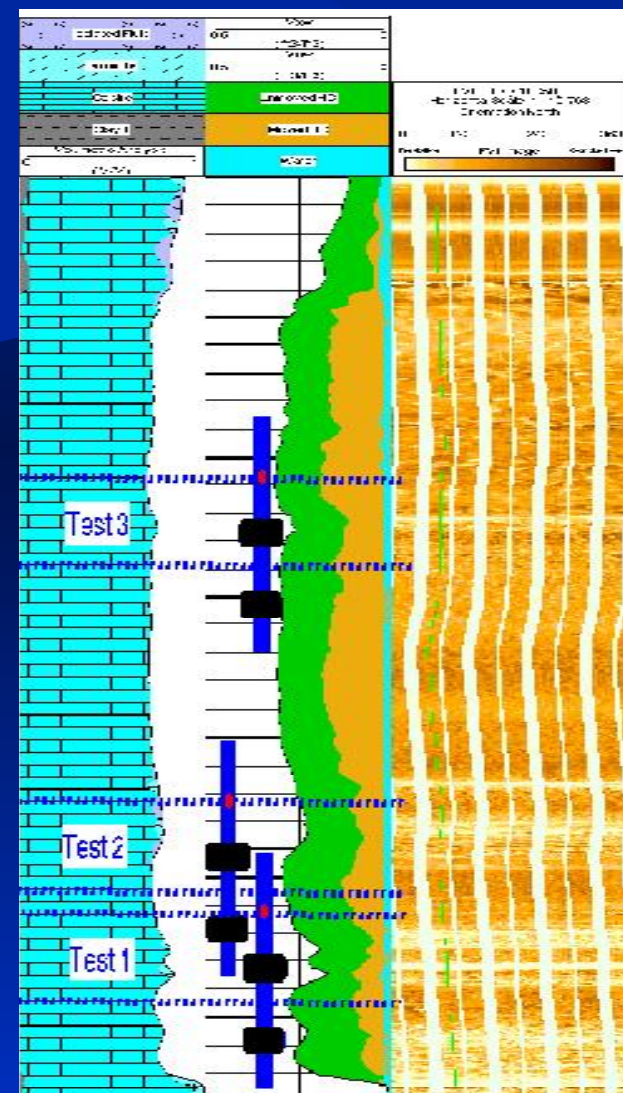
Интервальные испытания
на интерференцию (IPTT)

Стресс-Тесты

Проницаемость и анизотропия проницаемости

Интервальные
испытания на
интерференцию (IPTT)
проводятся с
различными
комбинациями зондов
и/или двойных пакеров.

Цель – оценить
анизотропию
проницаемости в
«десятифутовой» зоне
вокруг скважины.



Основные принципы

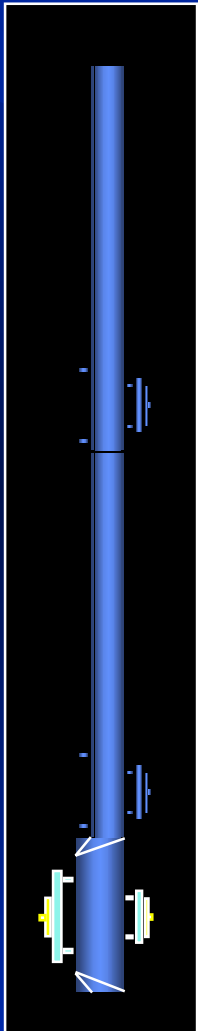
Для бесконечной однородно-анизотропной среды
и при постоянном дебите:

Сигнал на вертикальном зонде узнаем по формуле:

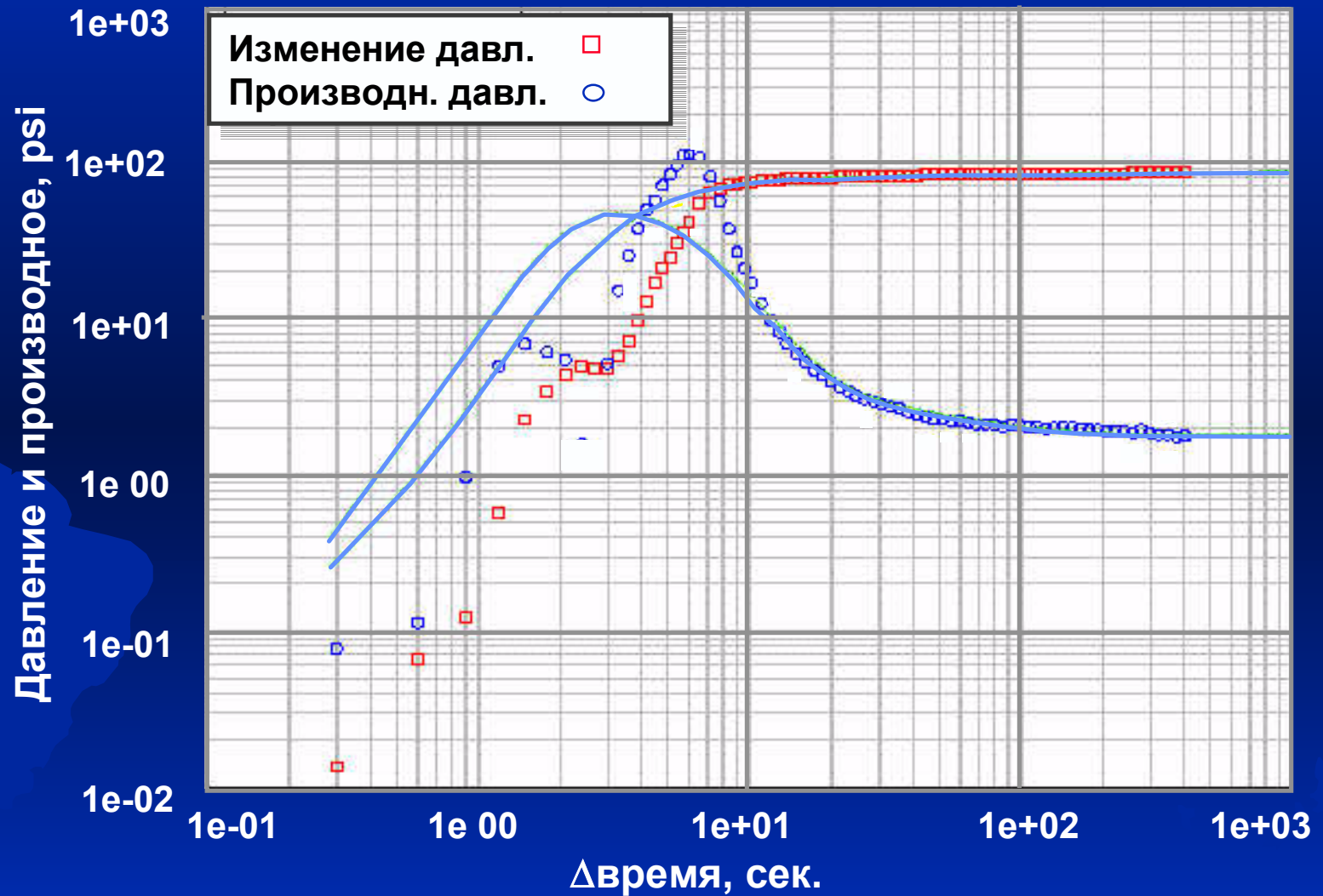
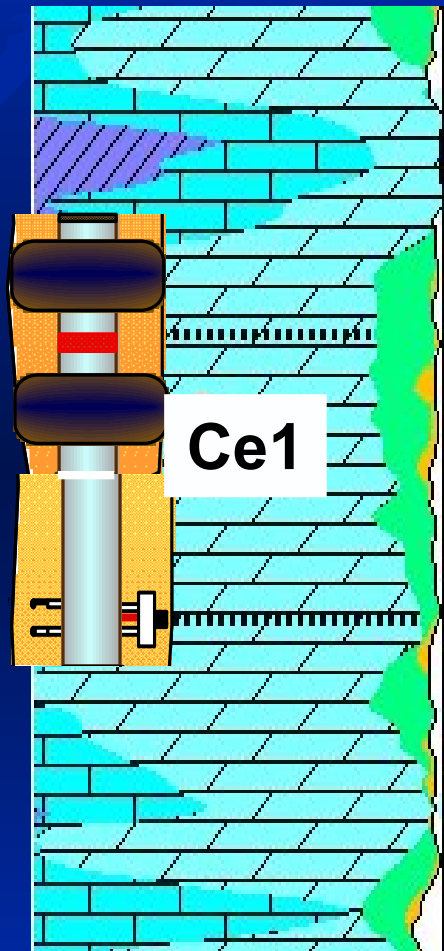
$$\Delta p_v = 460.42 \frac{q\mu}{z_p k_h} \left[\Omega_v - \frac{1}{\sqrt{\pi v_v t}} \right] \dots \dots \dots (1)$$

Сигнал на горизонтальном зонде узнаем по формуле :

$$\Delta p_h = 230.21 \frac{q\mu}{r_w \sqrt{k_h k_v}} \left[\Omega_h - \frac{2}{\sqrt{\pi v_h t}} \right] \dots \dots \dots (2)$$



Замер КПД/КВД в карбонатах

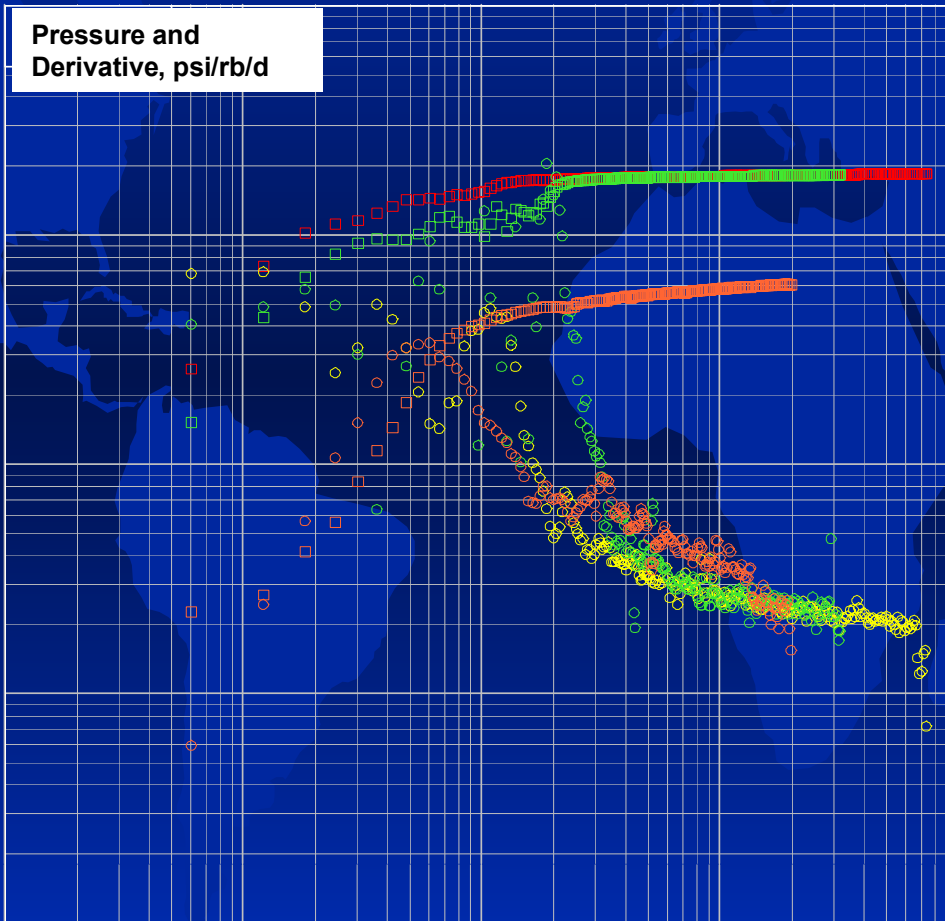


Замер КПД/КВД в рыхлых песчанниках

Диагностический график

TR6

Нормализованное давление и
производное, psi



1e-01

1e+00

1e+01

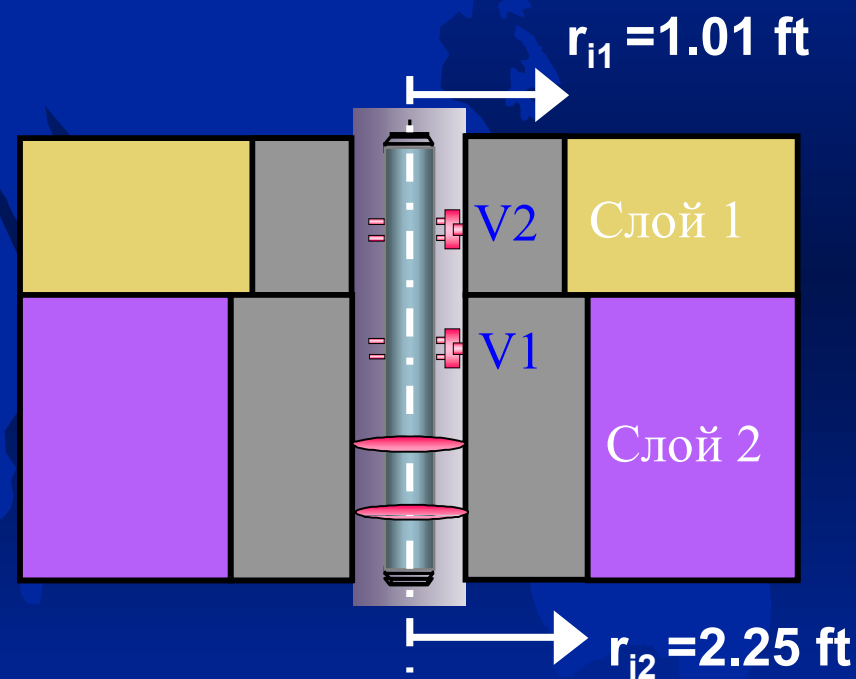
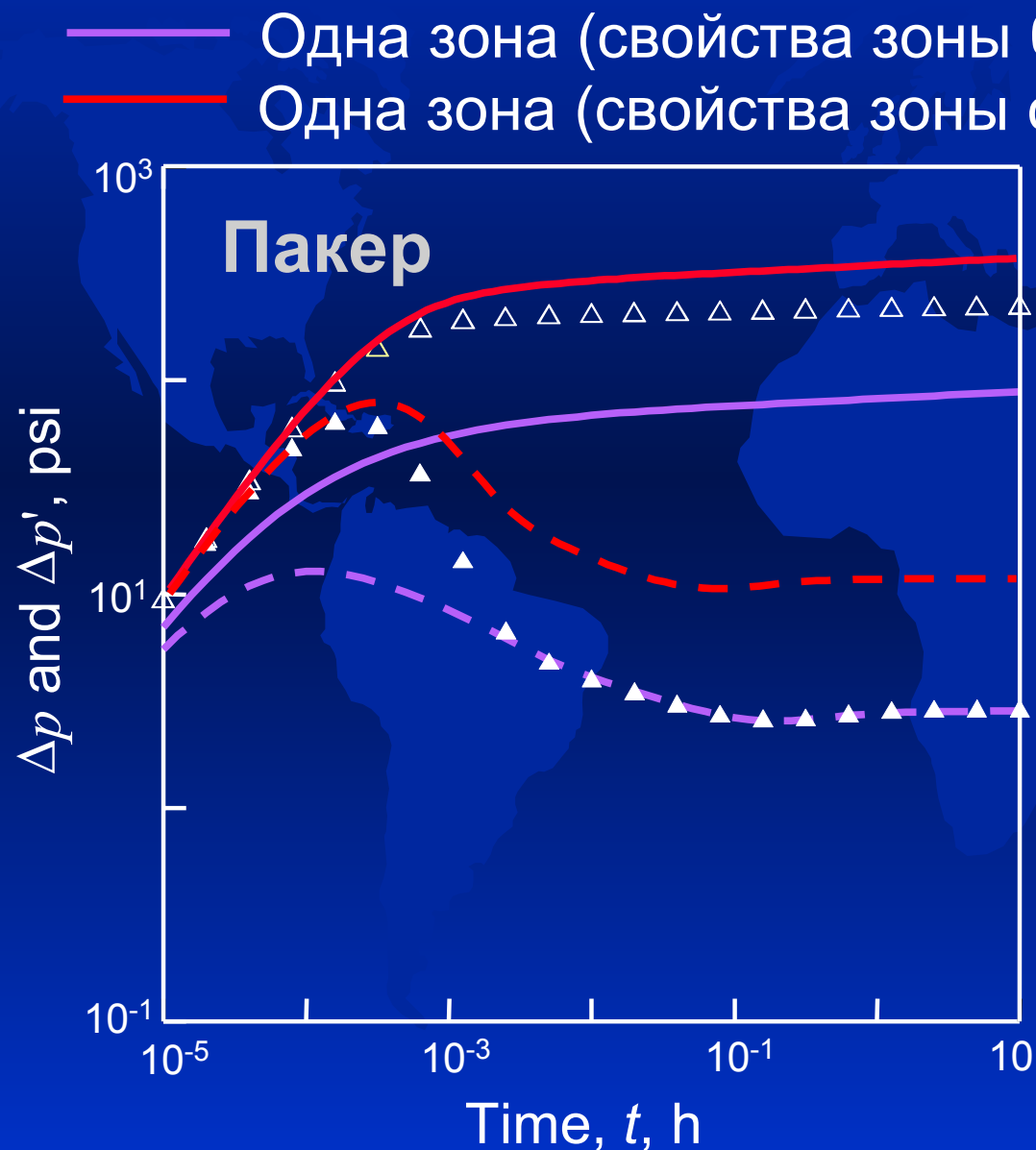
1e+02

1e+03

Δвремя, сек.

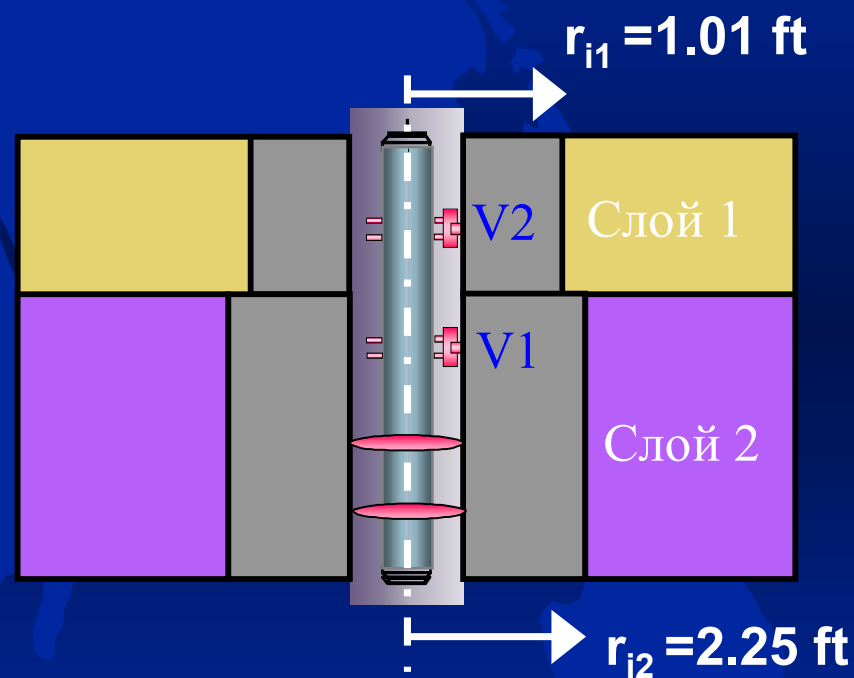
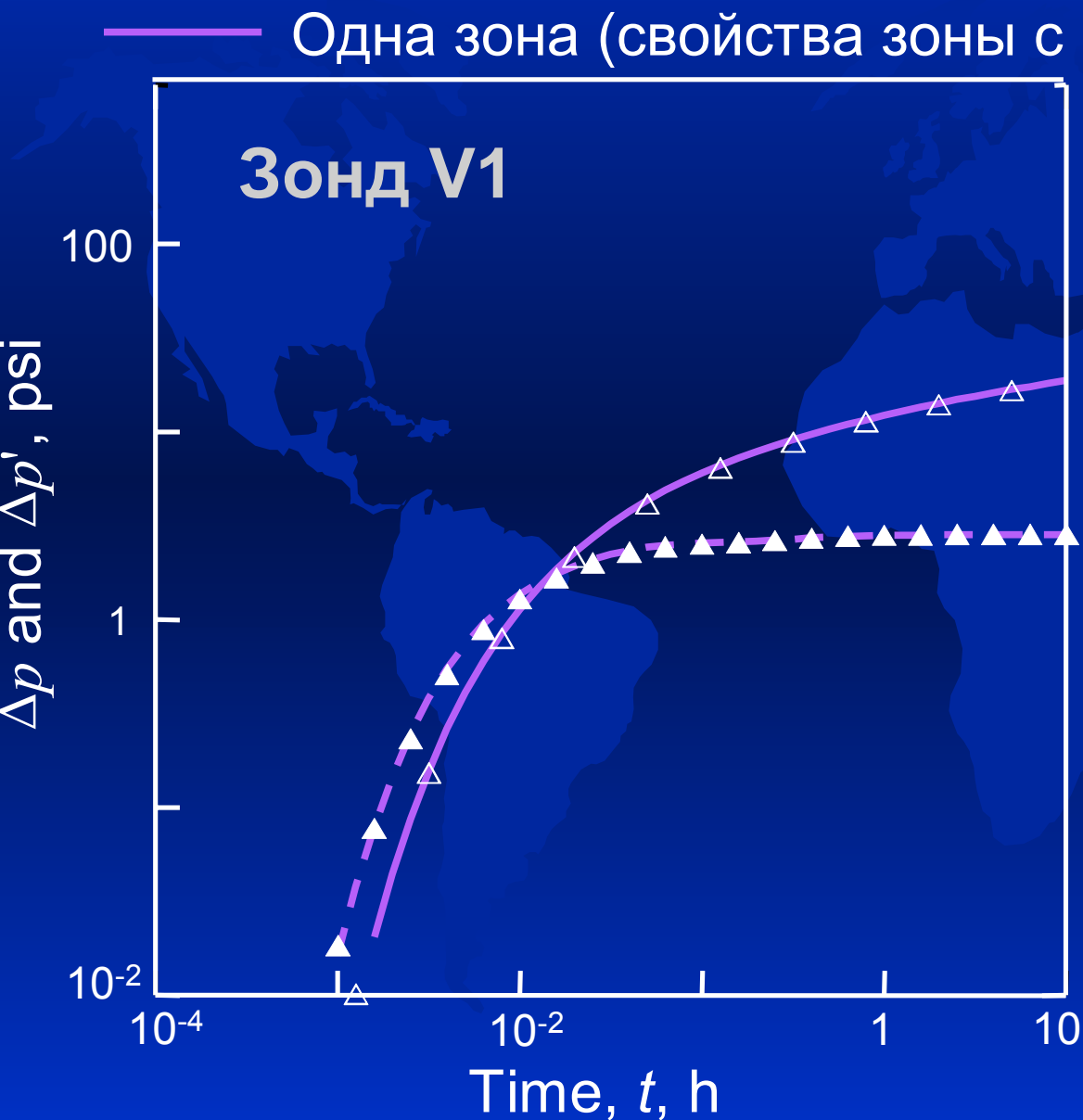
$K_h \sim k_v = 1000 \text{ md}$
(рыхлый песок,
100 ср нефть)

Влияние проникновения фильтрата



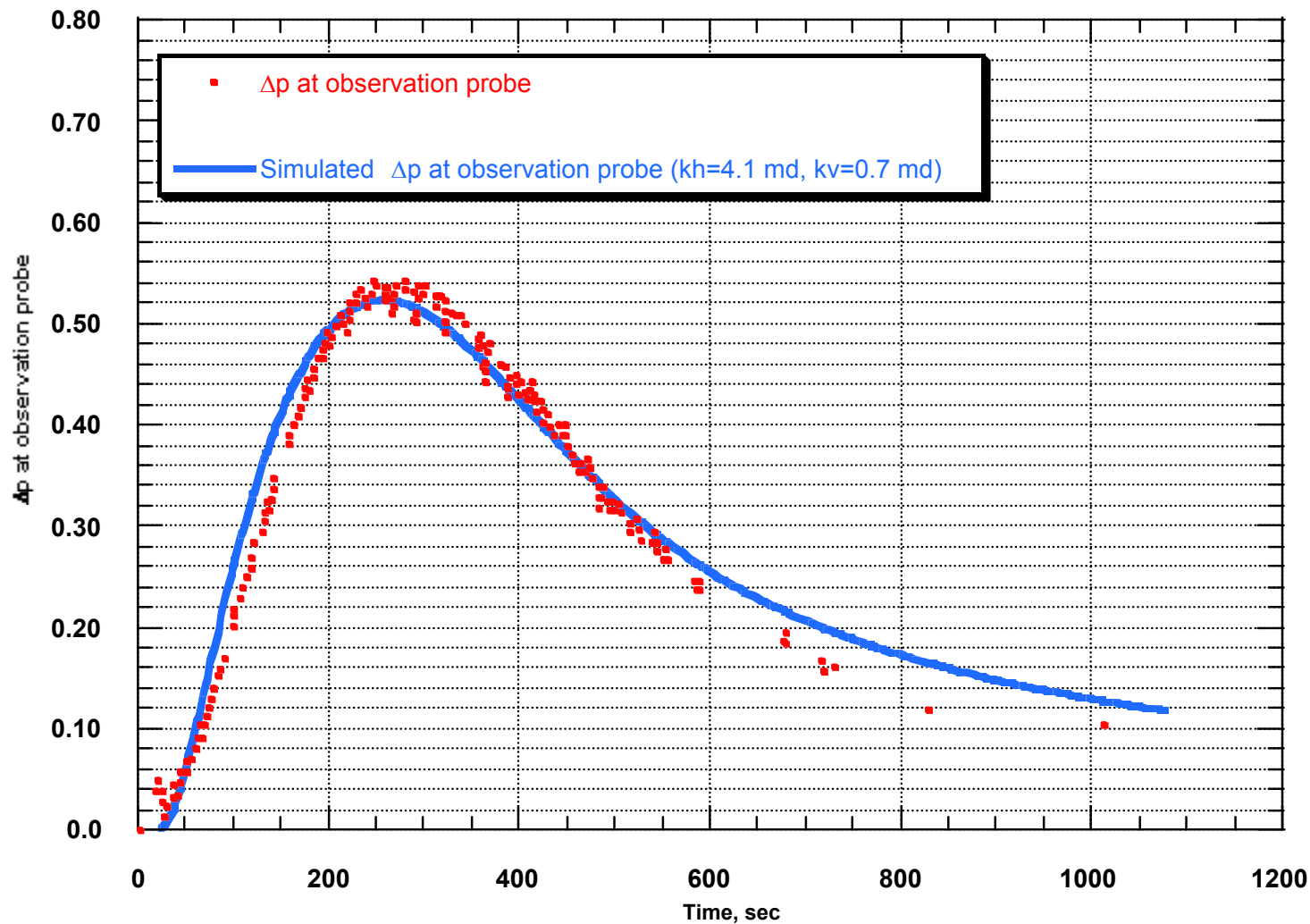
Два слоя, пакер-
зонд SPE 84093

Влияние проникновения фильтрата



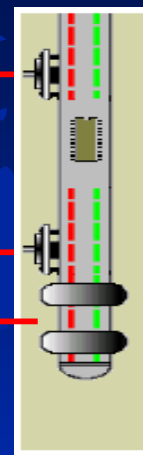
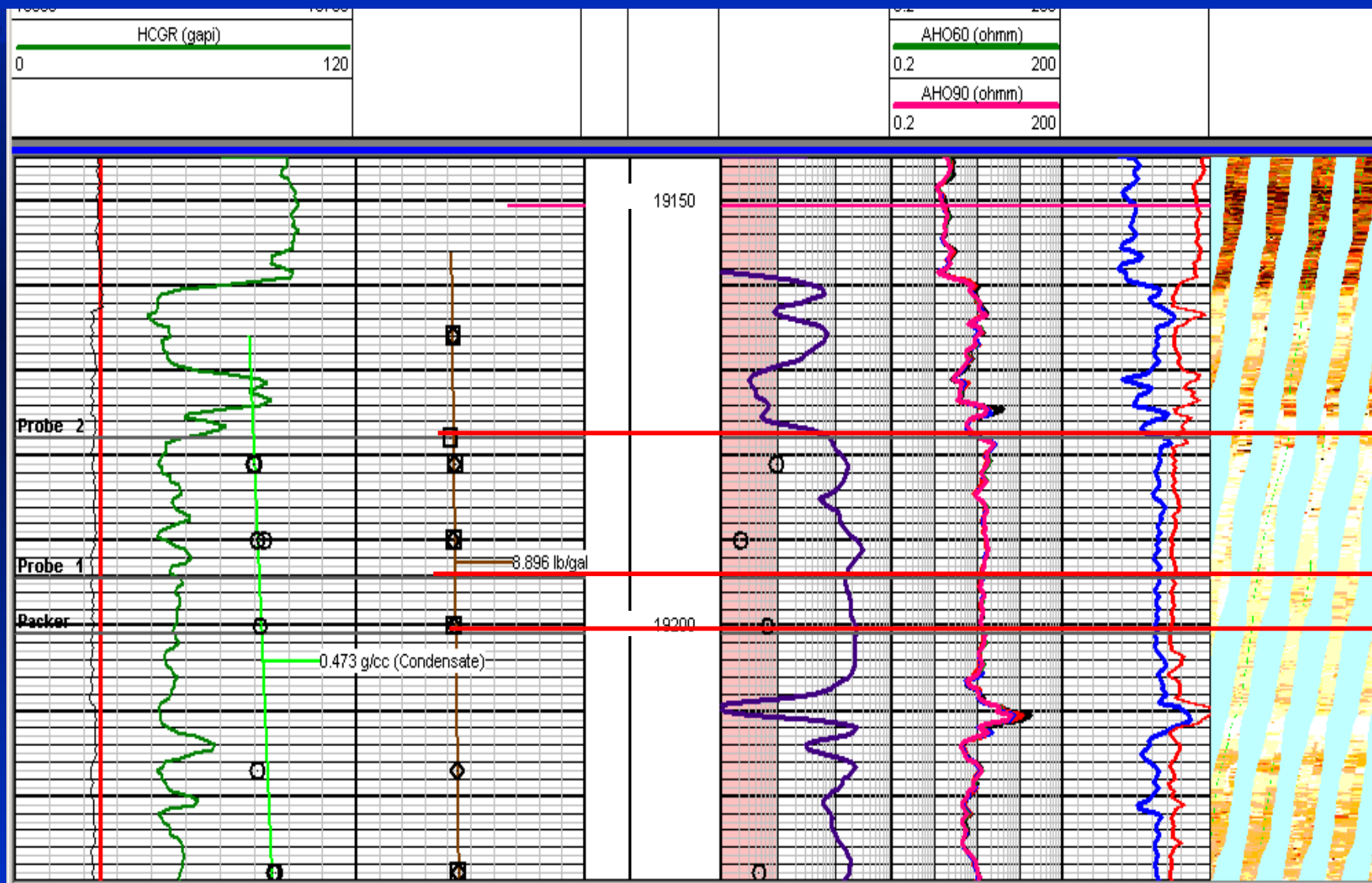
Два слоя, пакер-зонд
SPE 84093

Ретроградный газ - IPTT с зондами



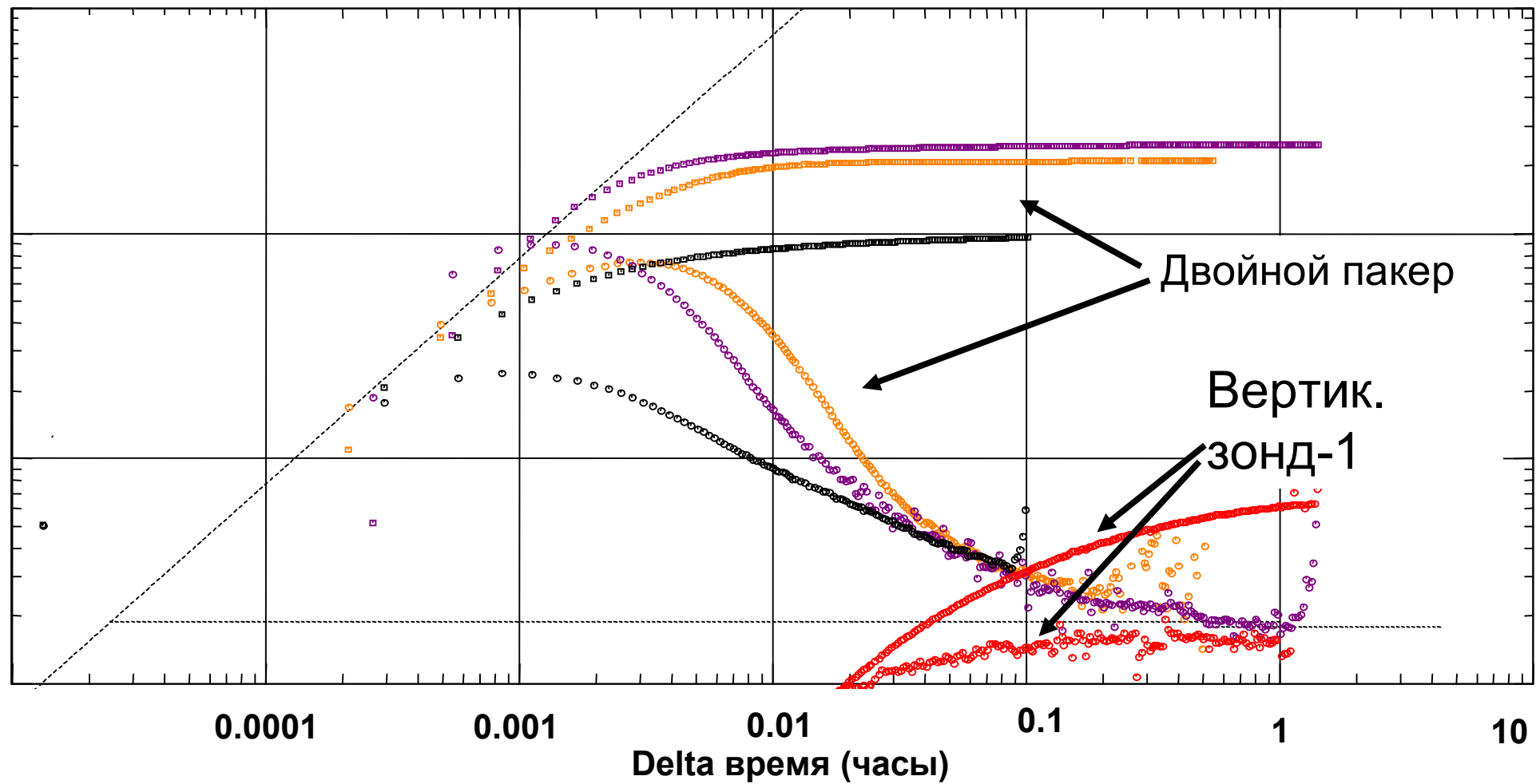
Цель: k_v/k_h в
поведении
наклонных
скважин

Мексиканский залив интервальные испытания (РУО)

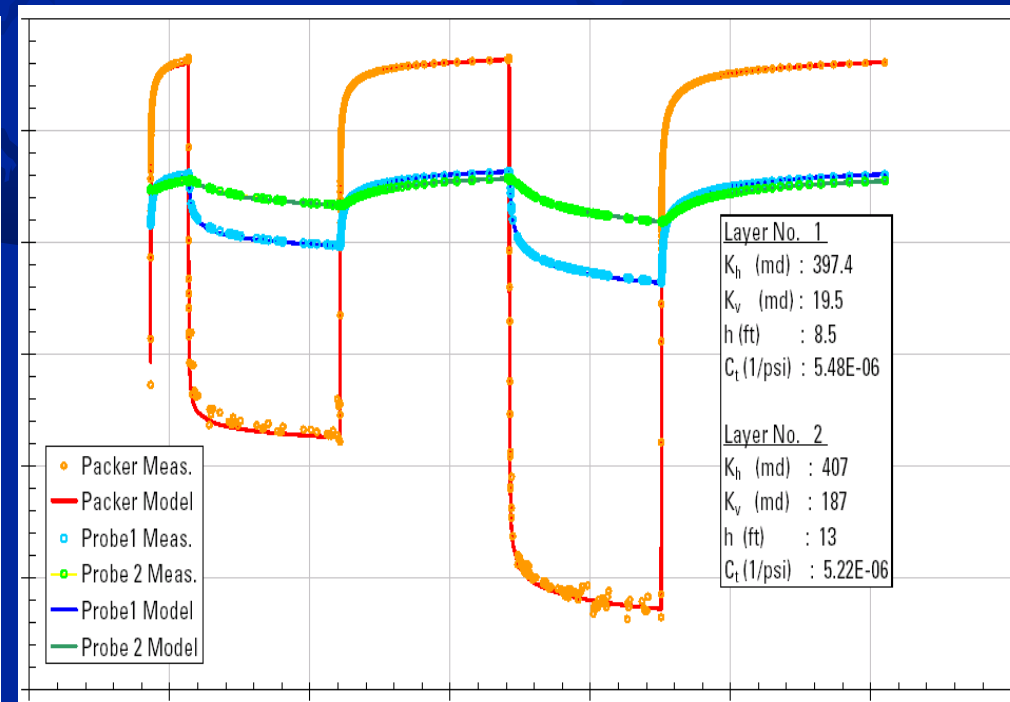
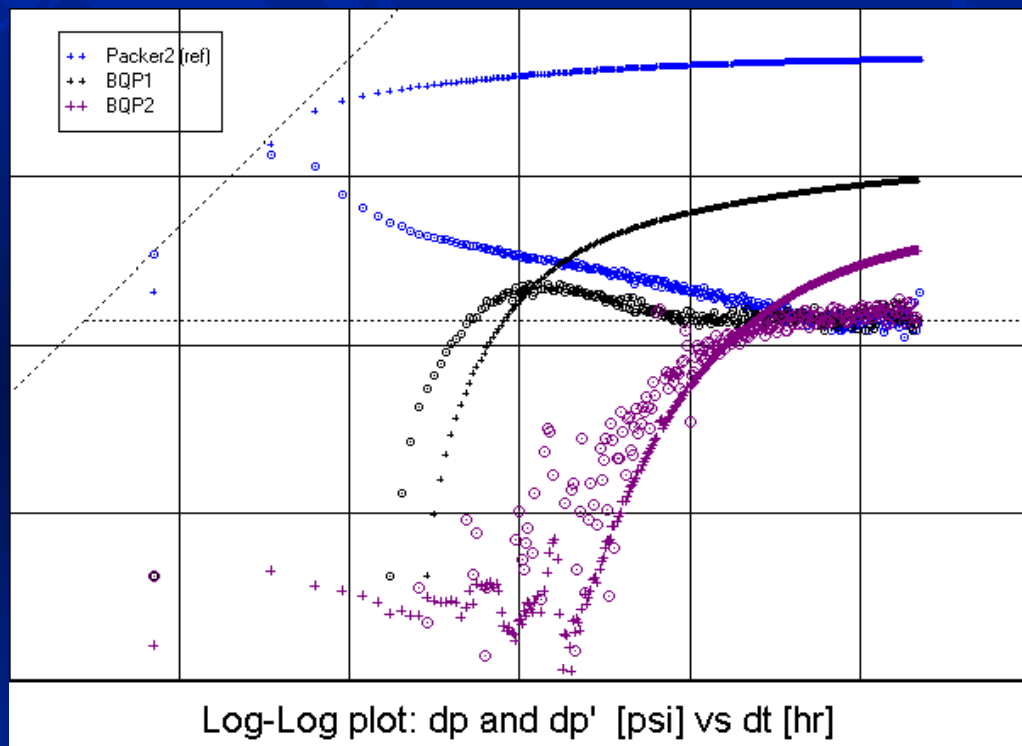


Давление нормализованное по дебиту и производные

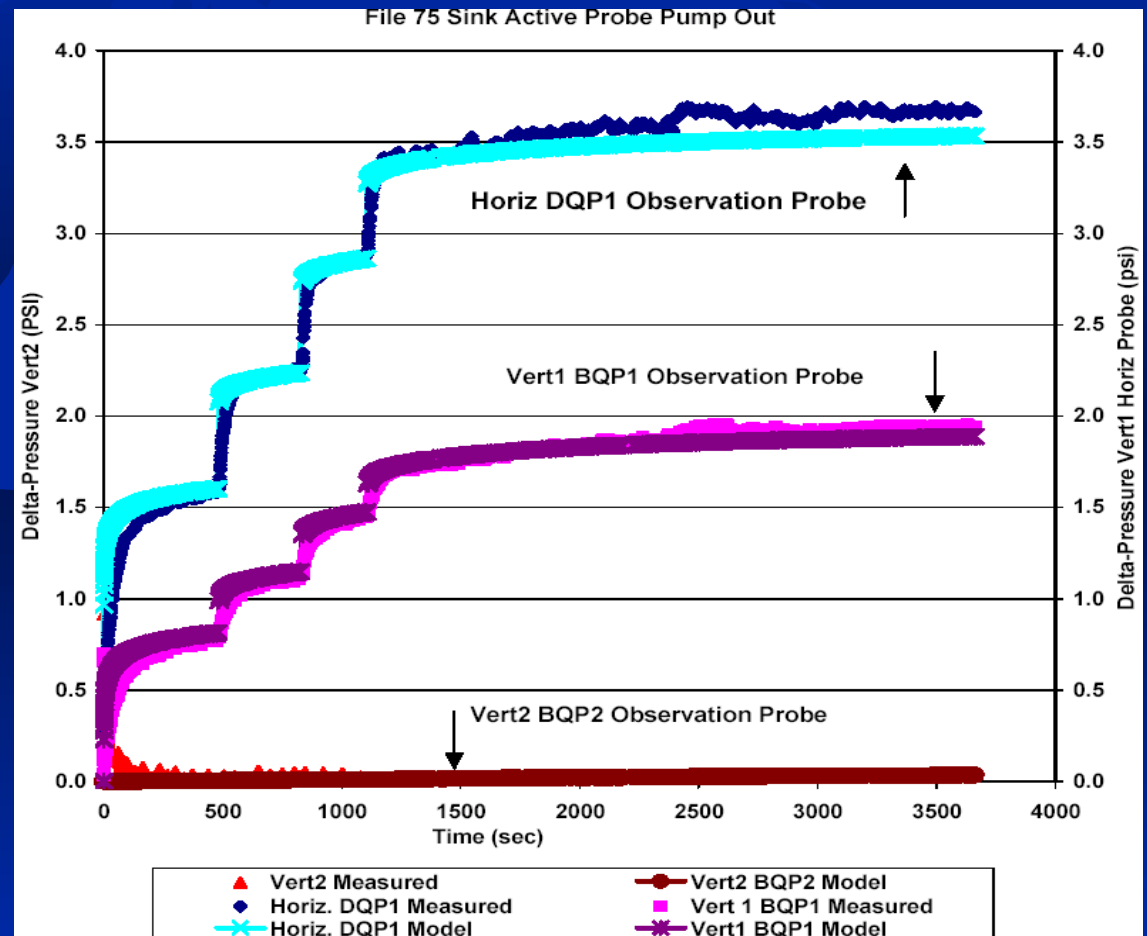
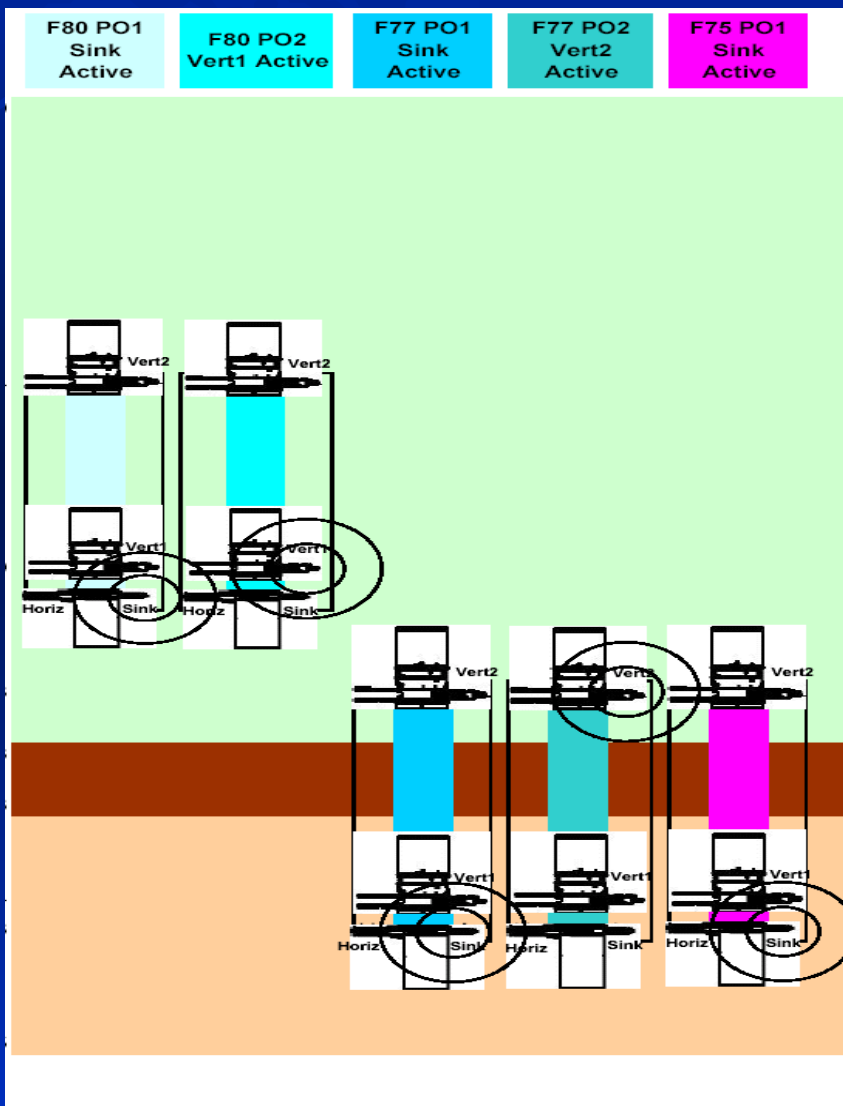
Нормализ. давление и производное, psi



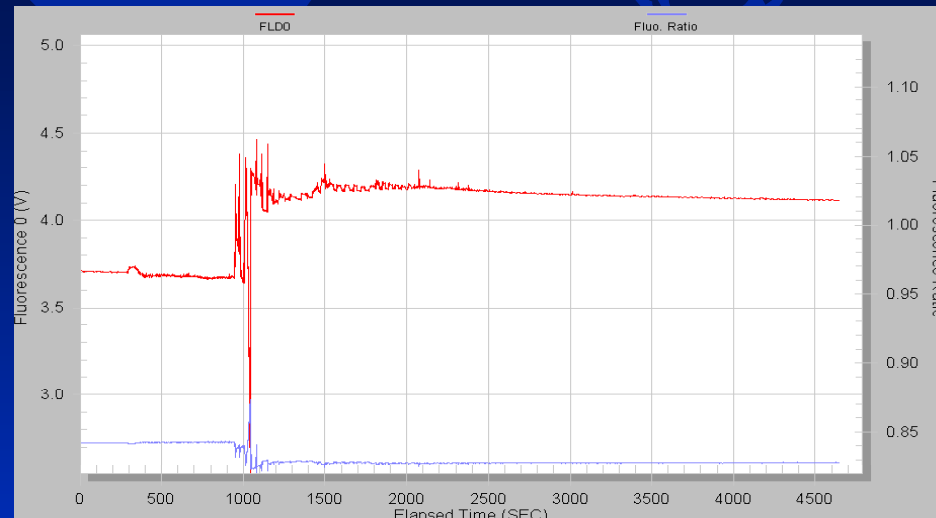
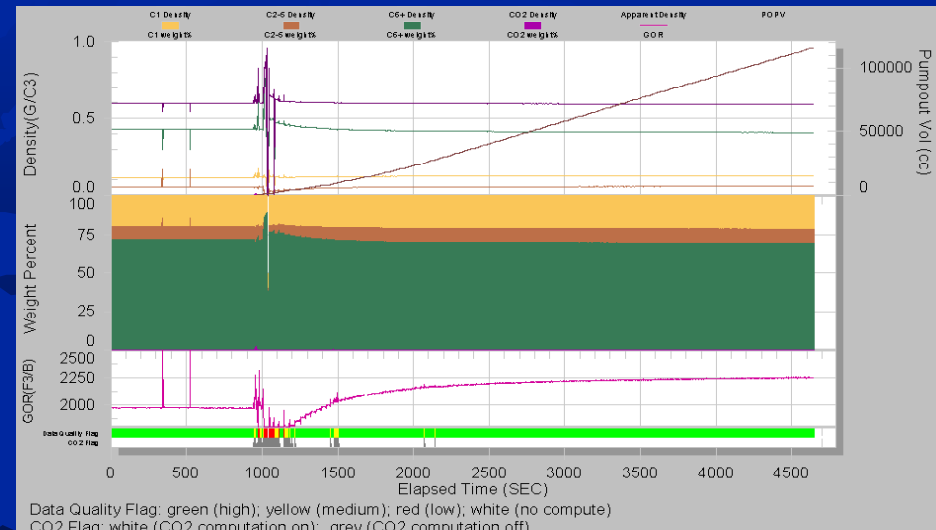
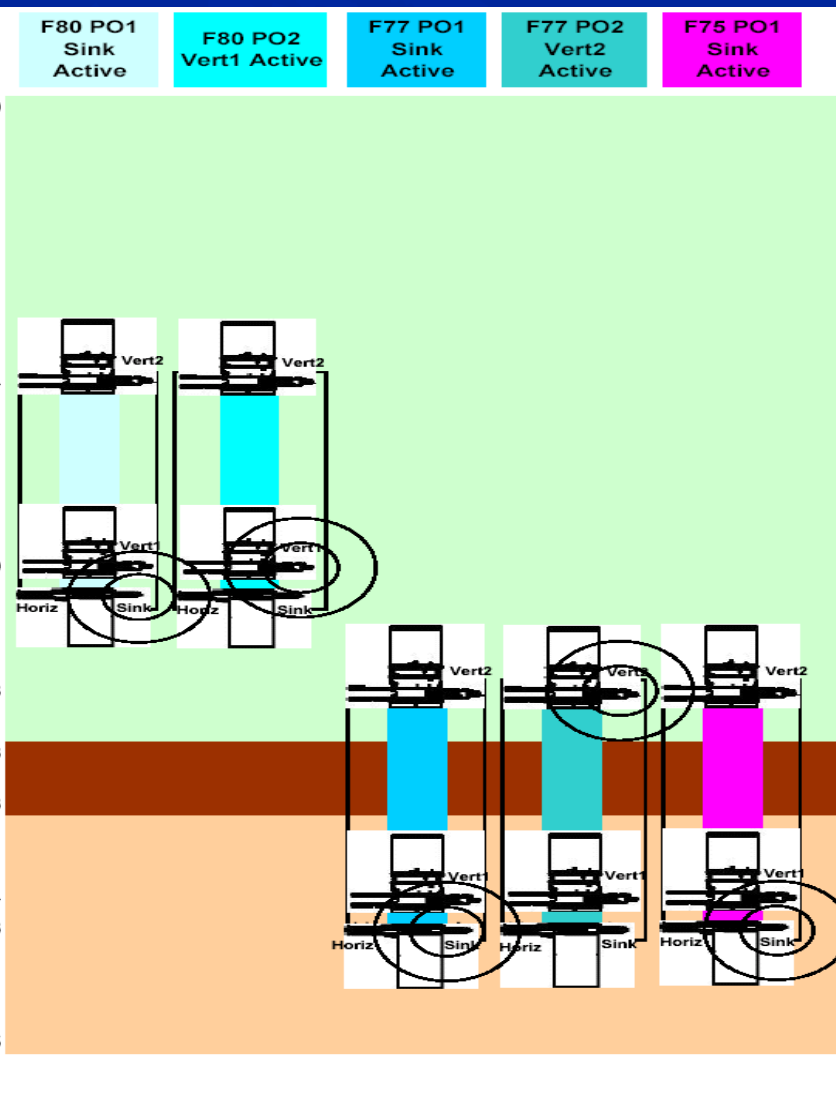
GoM- испытания с двойным пакером и двумя зондами



Испытания GoM с двойным зондом и двумя одиночными зондами в слоистом коллекторе

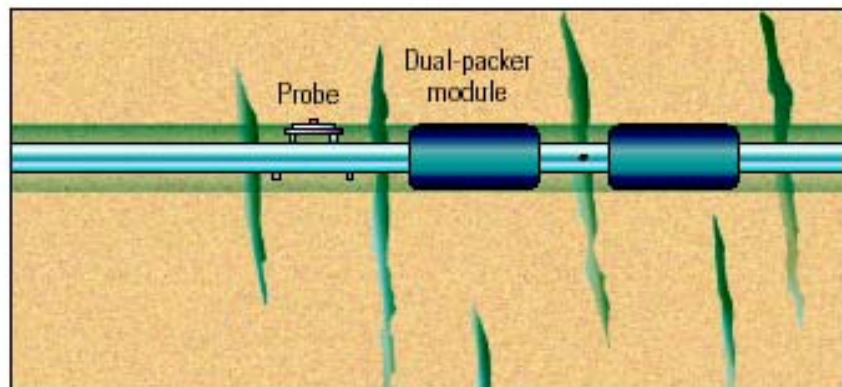


Испытания GoM с двойным зондом и двумя одиночными зондами в слоистом коллекторе

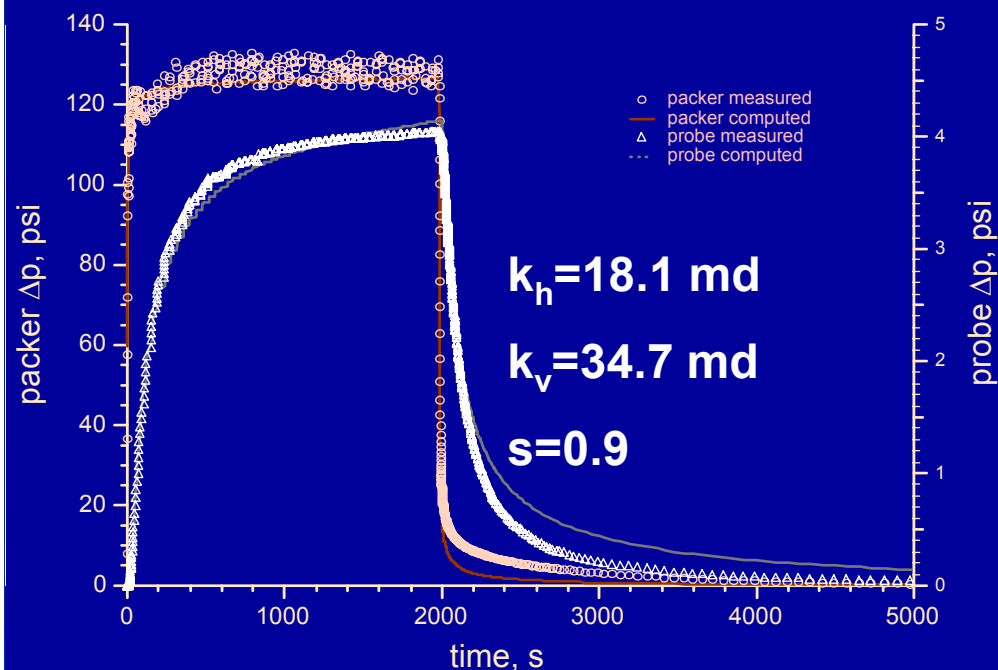
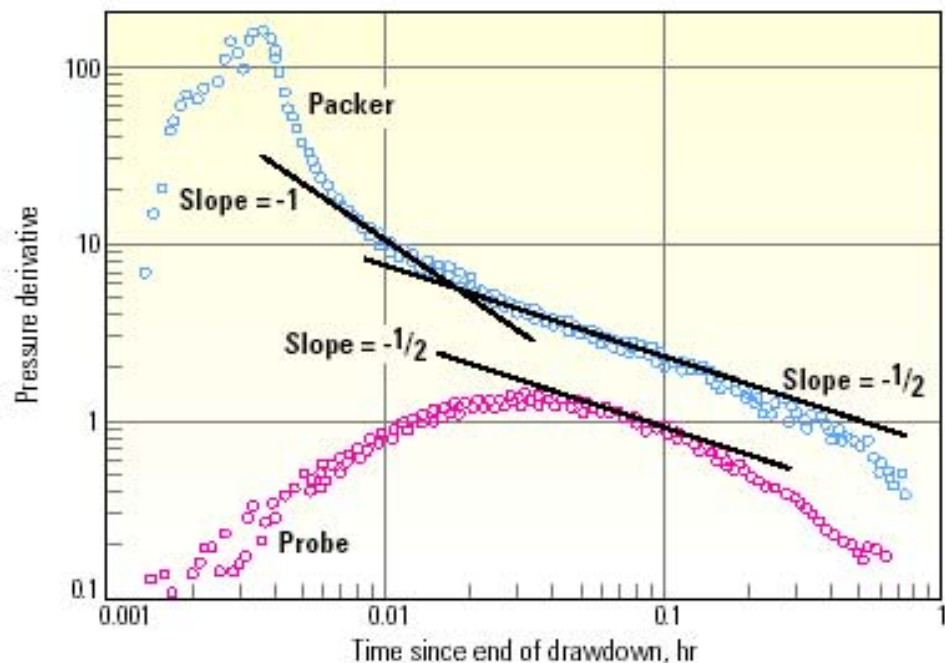


Горизонтальные скважины

Испытания трещиноватой зоны с использованием пакера-зонда - SPE68137



Проведенные поинтервальные испытания показывают, что трещины не имеют высокой проводимости, как пакер, так и зонд показывают сферический поток



Коэффициент продуктивности для кругового коллектора

$$PI = \frac{q}{p_e - p_{wf}} = \frac{2kh\pi}{\mu \left(\ln \frac{r_e}{r_w} - \frac{1}{2} + s \right)}$$

Нам известно:

- p_e (по зондам, давлениям на пакере)
- h (по каротажным диаграммам)
- r_w (диаметру долота)
- k (из испытаний IPTT, а также из определения соседних неоднородностей)

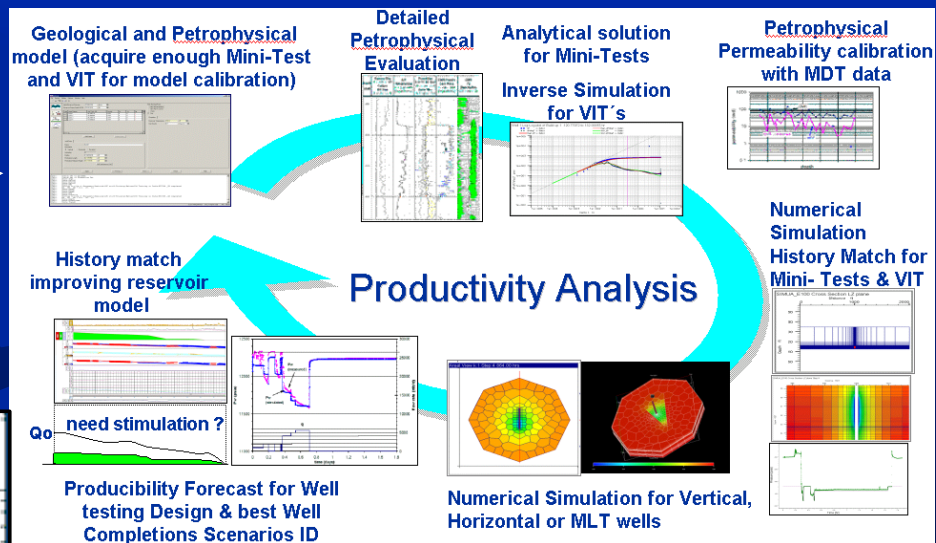
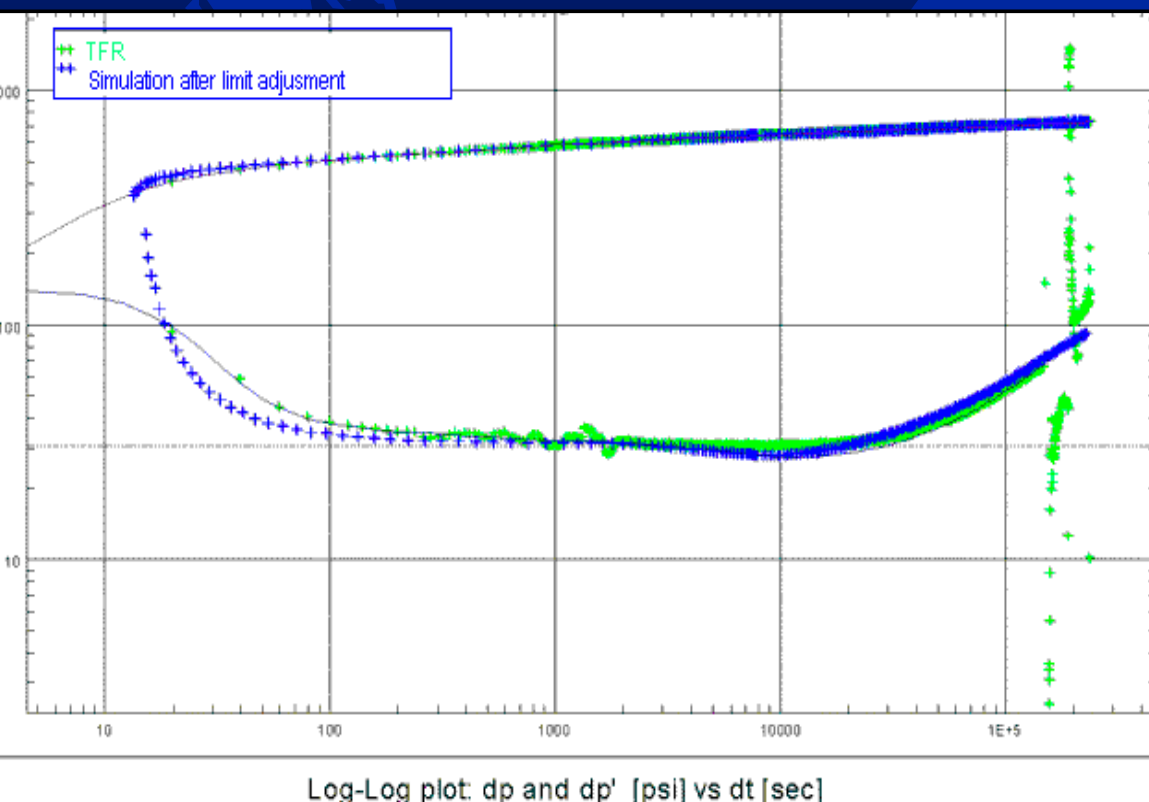
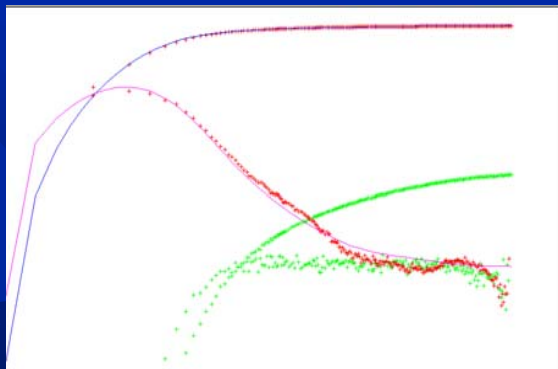
Нам не известно :

Окончательный общий скин-фактор, s = (перфорац. заряды, фазировка, плотность, kv/kh , повреждение открытого ствола и мощность поврежденной зоны, длина и расположение перфорированного интервала, течение жидкости не по Дарси, прочность пласта и напряжение в пласте,...)

r_e (другая граница)

Пластоиспытатель IPTT и DST-Бразилия

Analysis
of
individual
IPTT's



Испытания пласта:

Чего мы добились за 15 лет применения современных испытателей пластов на кабеле!

Давление

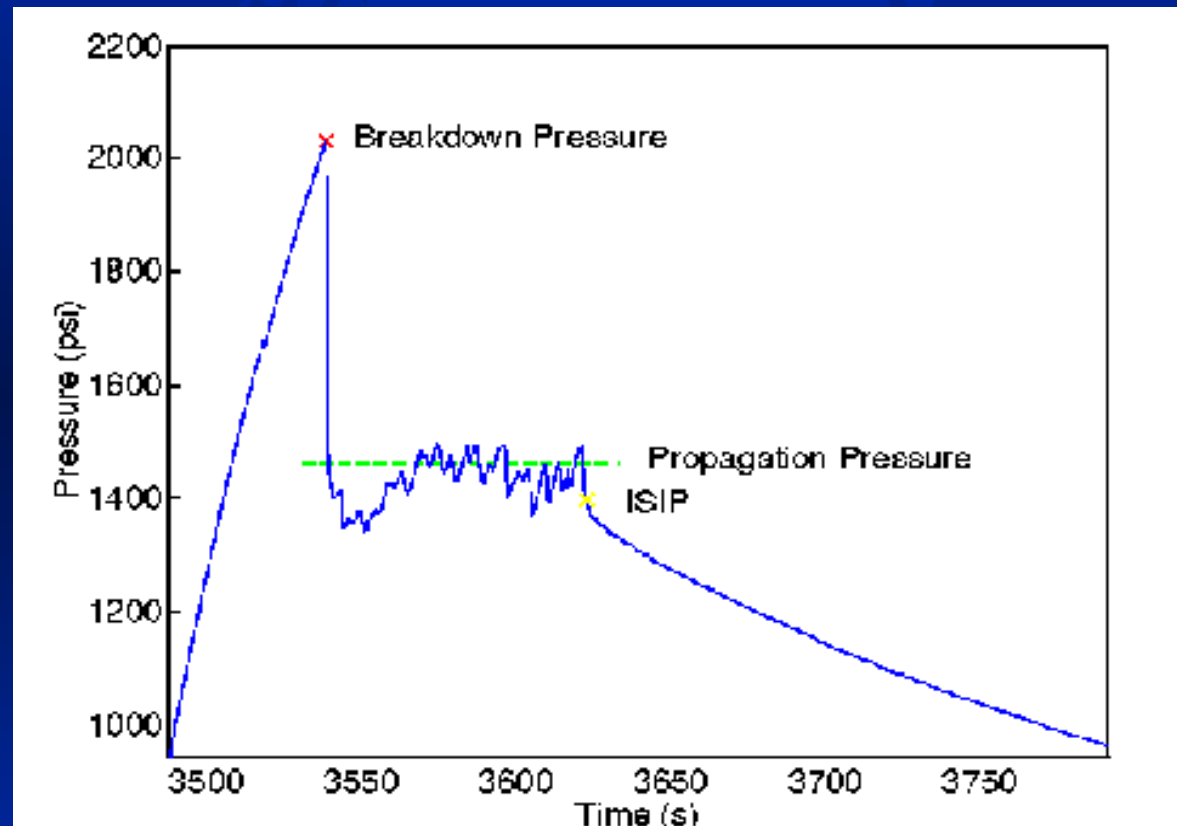
Отбор проб и анализ
пластового флюида

Интервальные испытания
на интерференцию (IPTT)

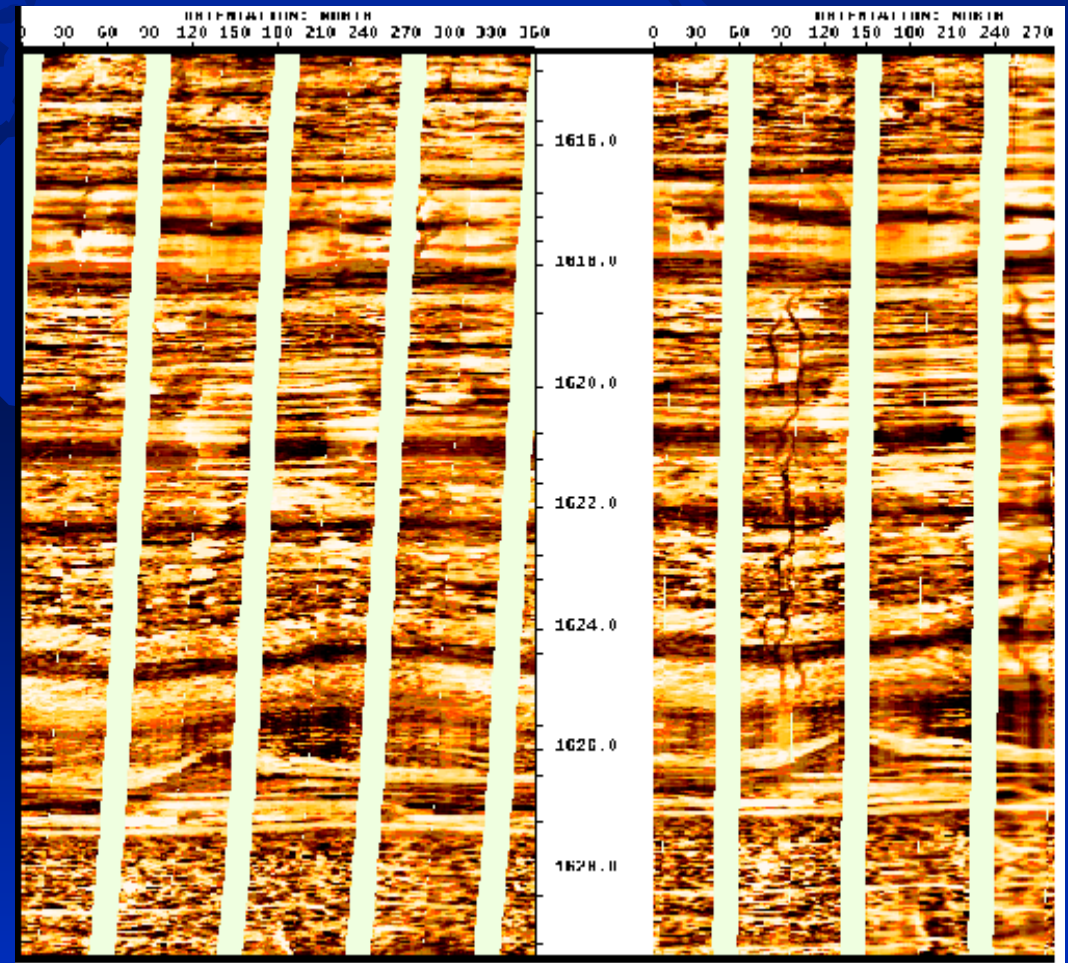
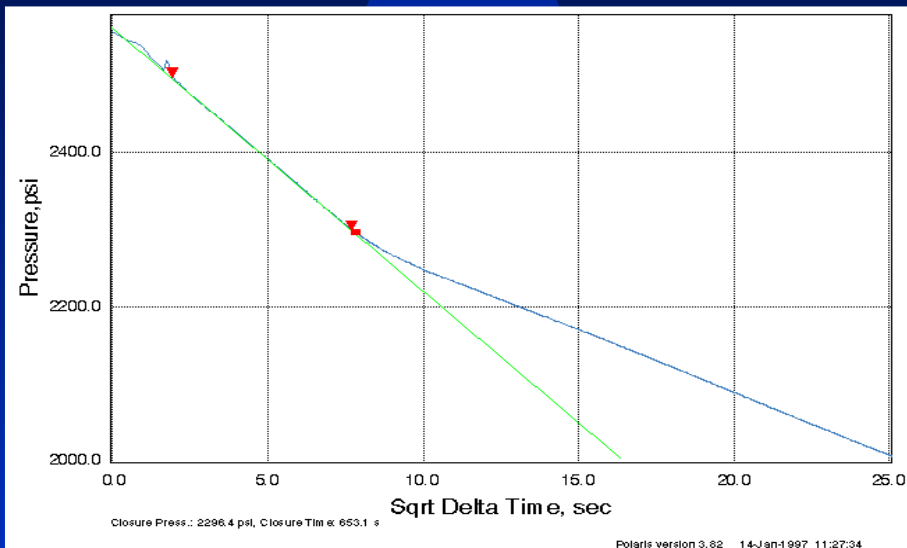
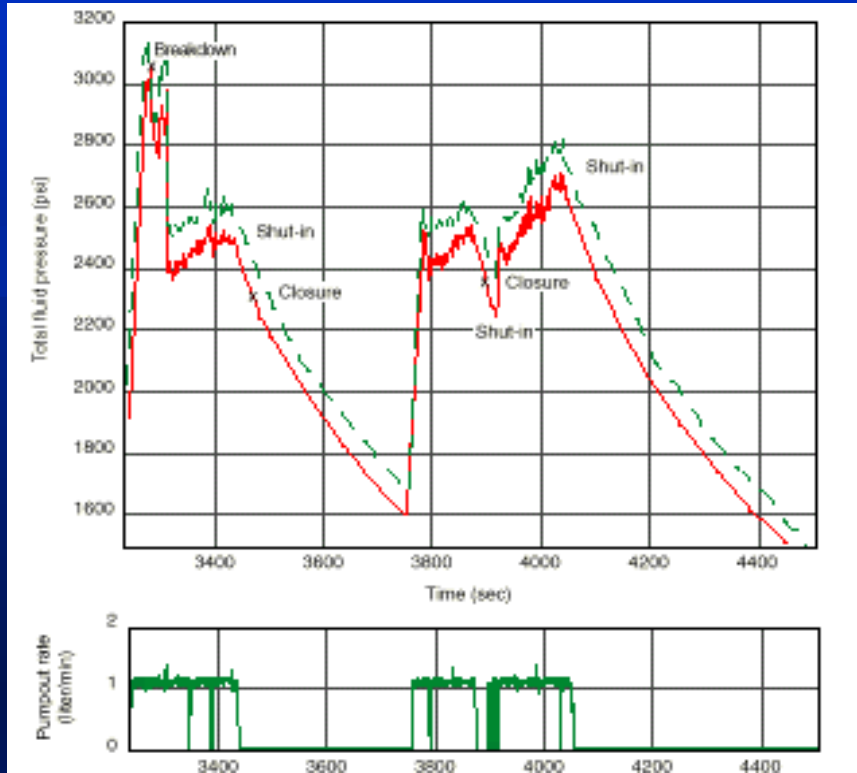
Стресс-Тесты

Стресс - Тест (микротрещины)

В большинстве случаев используются пластоиспытатели пакерного типа



Стресс-Тест определение стресса и направления трещины



Испытания пласта: выводы

Чего мы добились за 15 лет применения современных испытателей на кабеле?

Измерение давления: Развитие в направлении испытаний низкопроницаемых пород **при** более быстрых исследованиях, **сейчас** возможных и за колонной

Отбор глубинных проб и флюиды: Пробоотборные технологии/оборудование **становятся** очень сложными. Анализ пластовых флюидов **смещается** в скважину.

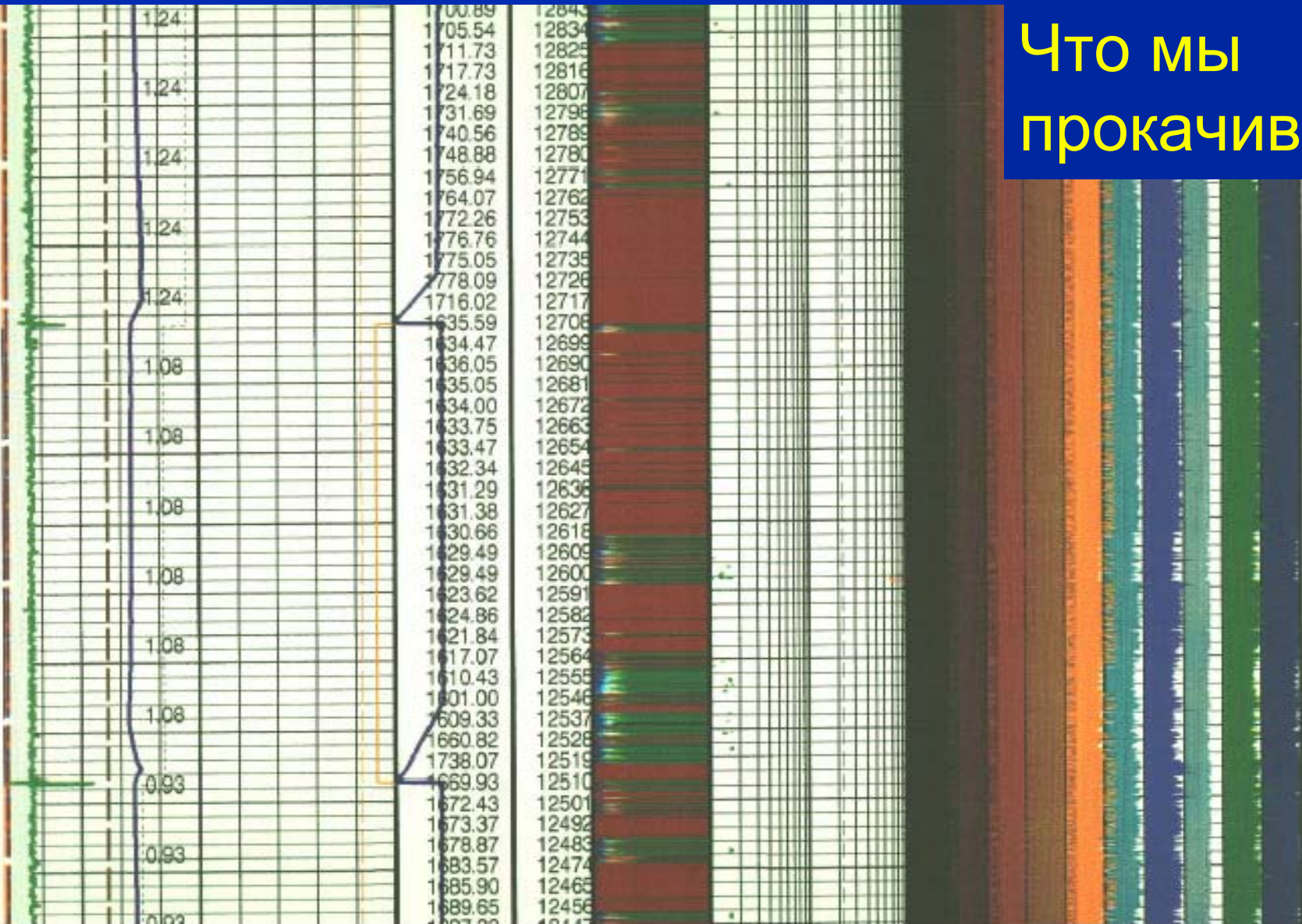
Интервальные испытания на интерференцию (IPTT): Испытания охватывают десятки футов, **получая в результате** значения анизотропии и неоднородности.

Стресс-Тесты: Микротрещины помогают получить значение минимального горизонтального стресса и направления

Конец презентации

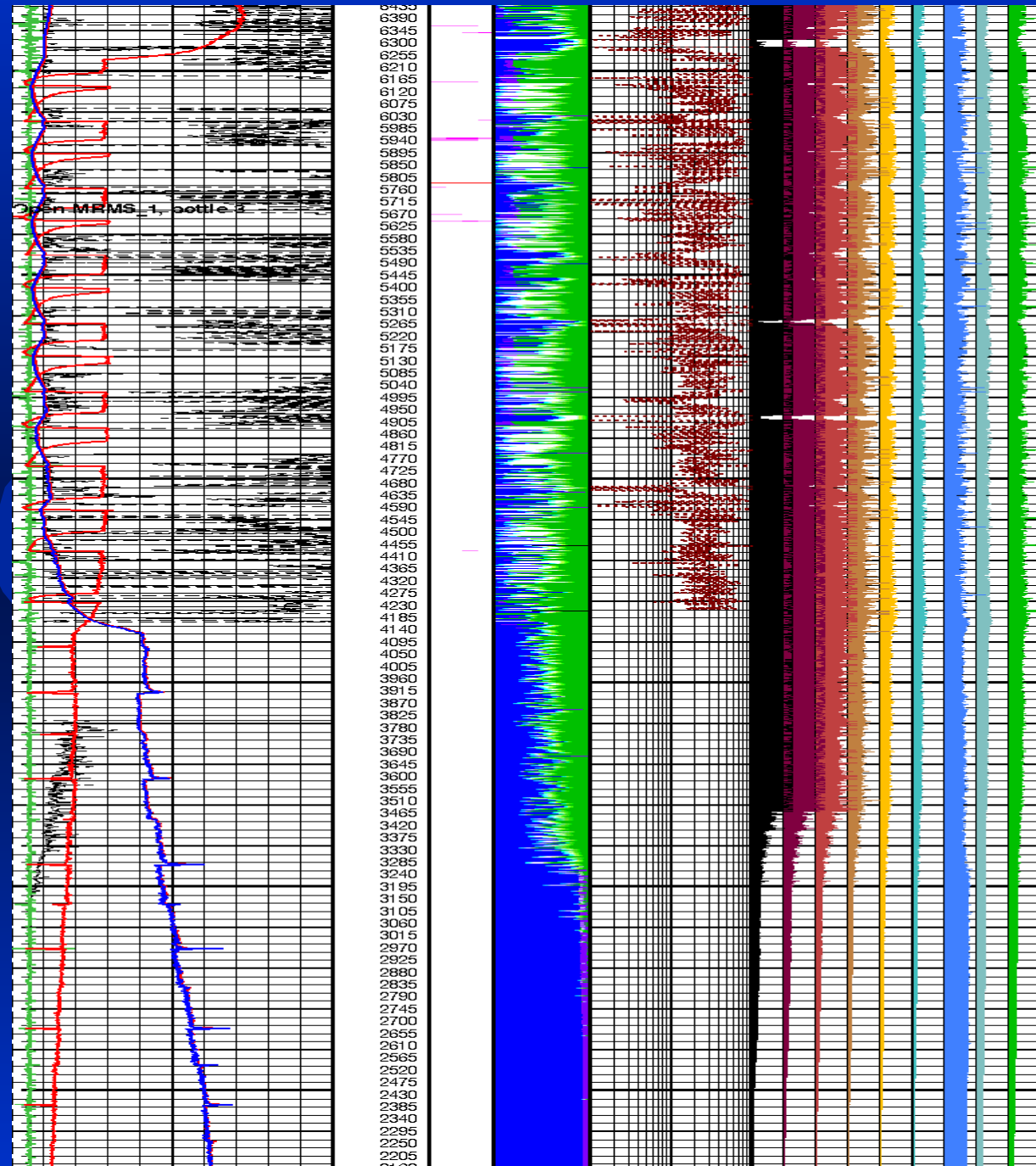
Вопросы ?

Что мы
прокачиваем?



Что происходит в
процессе
прокачивания?

Буровой раствор на
водной основе –
попытка взять пробу
тяжелой нефти



Что мы прокачиваем?

Два анализатора флюида между насосом.

