



Научное общество инженеров-нефтяников Программа заслуженных лекторов

**Основное финансирование обеспечивается
фондом SPE через добровольные взносы членов и вклад от
оффшорной Европы**

Общество выражает благодарность тем компаниям, которые позволяют
своим специалистам выступать в качестве лекторов

Дополнительная поддержка оказывается американским институтом горных
инженеров



Усовершенствованная геонавигация для оптимальной разработки углеводородных запасов

Роланд Шемали

Главный петрофизик

Халлибуртон Сперри Дриллинг

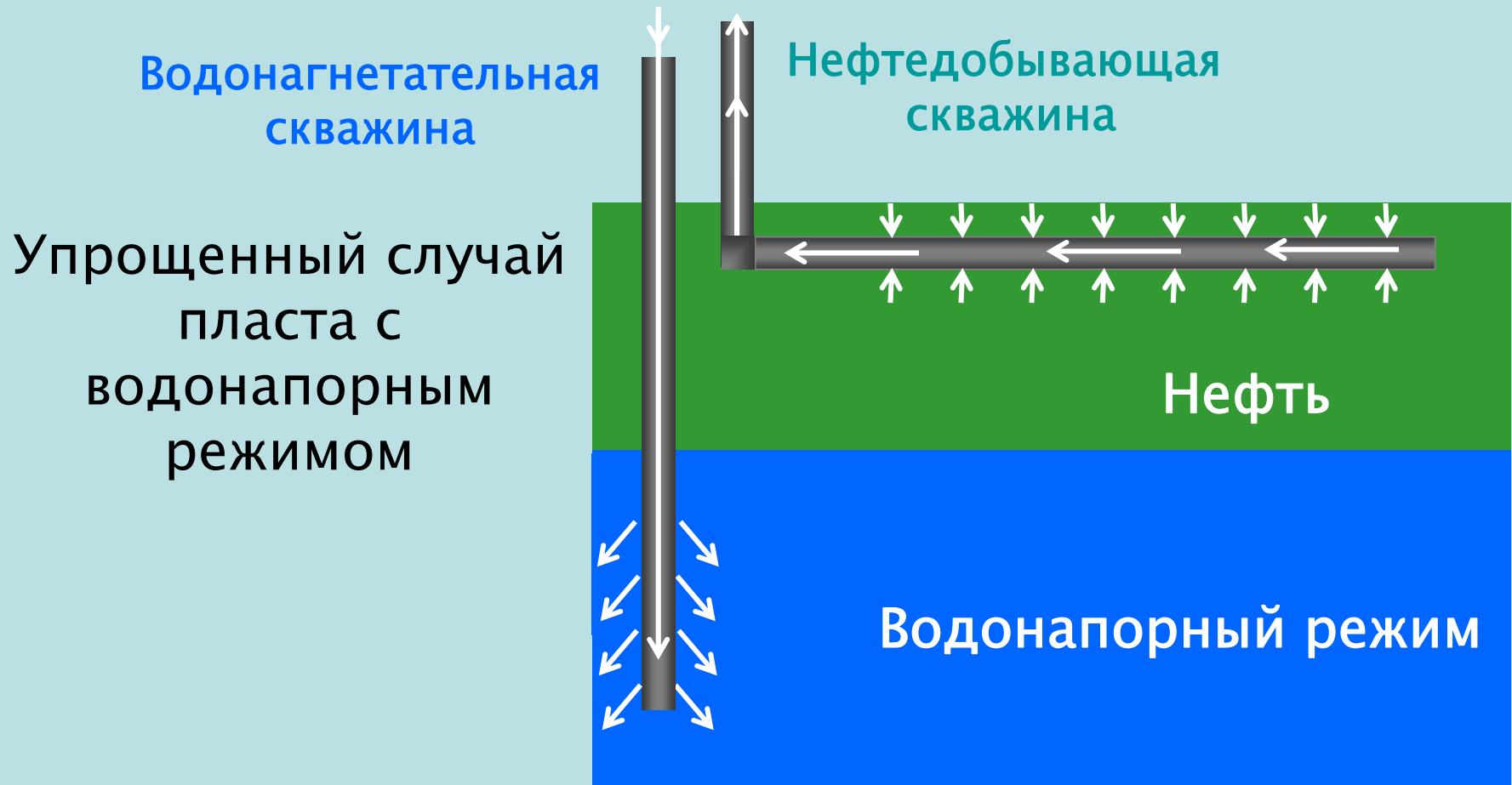
Научное общество инженеров-нефтяников
Программа заслуженных лекторов
www.spe.org/dl

HALLIBURTON

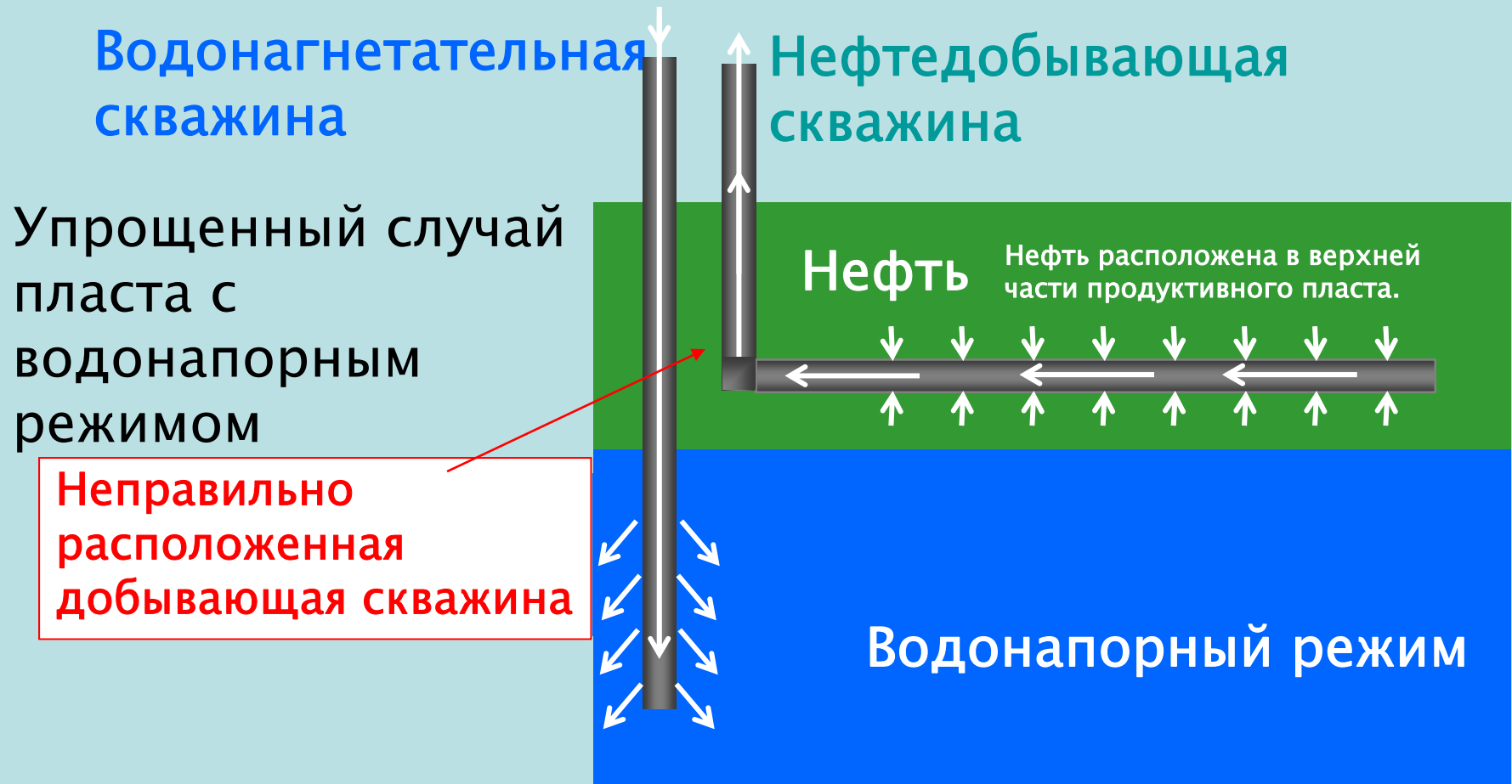
Содержание презентации

- Что такое геонавигация? Зачем ее выполнять?
- Реактивная и упреждающая геонавигация
 - Образы ствола скважины
 - Азимутальное высокоиндукционное удельное сопротивление
 - Прочее: пластовое давление, сейсмика во время бурения
- Краткое обобщение и вывод

Что такое геонавигация и зачем ее выполнять?



Что такое геонавигация и зачем ее выполнять?



Стоимость точного размещения скважины

- StatoilHydro Месторождение Troll: 2.4 миллиардов долларов
(На основании OTC-17110)
- Chevron Alba (John Hampson) 225 миллионов долларов дополнительной добычи в 3 скважинах
- CBS 60 minutes; Лесли Шталь взял интервью у Президента Saudi Aramco Дек-07-2008

Из CBS 60 minutes Президент Saudi Aramco



Простое геометрическое размещение?

Водонагнетательная
скважина

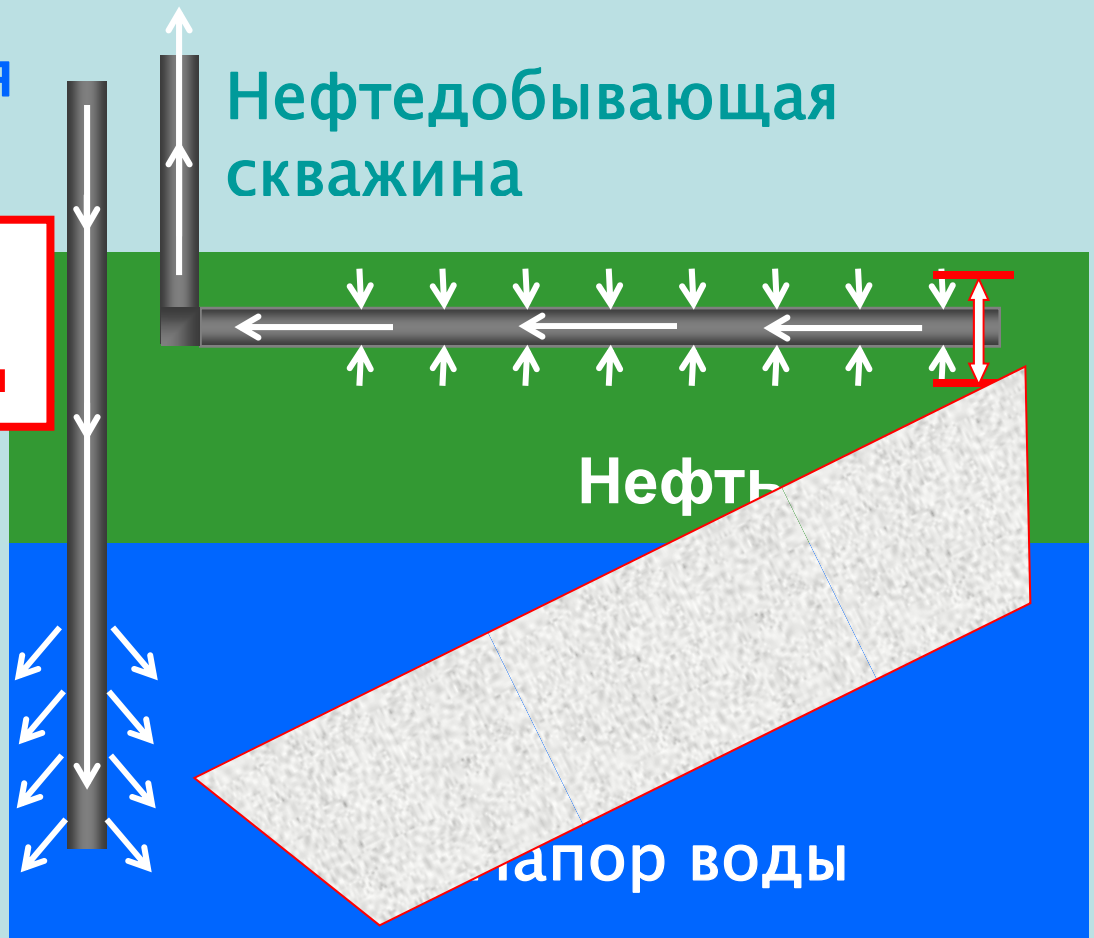
Погрешность по зенитному
углу > 5 фут./ 3000 фут.
= 375000 баррелей нефти

Неточность ВНК

Неточность геологии

Подсейсмические явления

Нефтедобывающая
скважина



Определение геонавигации

- Навигация по отношению к геологическим маркирующим горизонтам.

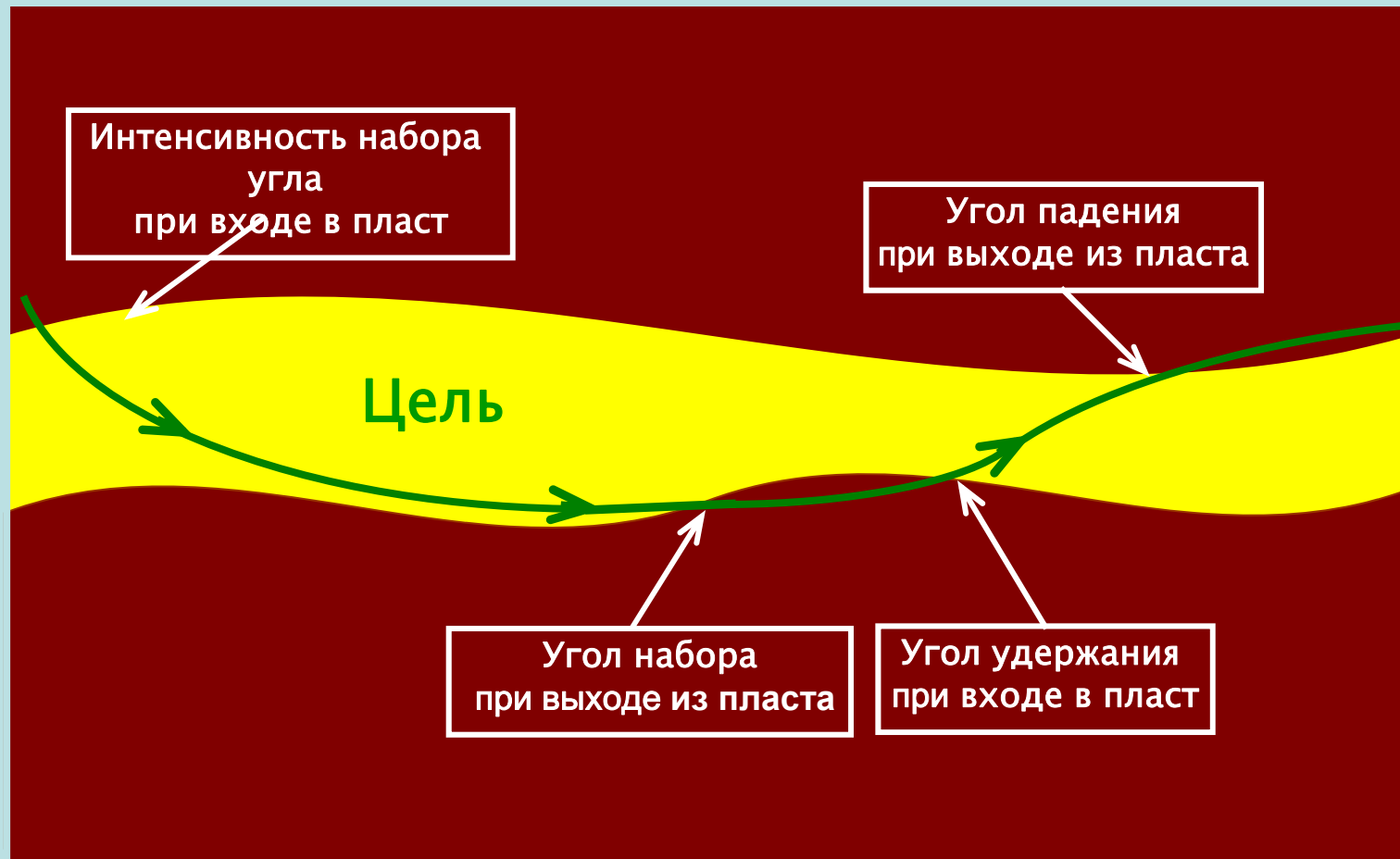
Или

- Запланированное интерактивное использование информации по геологии и наклонно-направленному бурению в режиме реального времени для точного размещения каждой секции ствола скважины во время бурения (Ed Stockhausen, 2008)

Содержание презентации

- Что такое геонавигация? Зачем ее выполнять?
- Реактивная и упреждающая геонавигация
 - Образ ствола скважины
 - Азимутальное высокоиндукционное удельное сопротивление
 - Прочее: пластовое давление, сейсмика во время бурения
- Краткое обобщение и вывод

Реактивная геонавигация



Этапы реактивной геонавигации

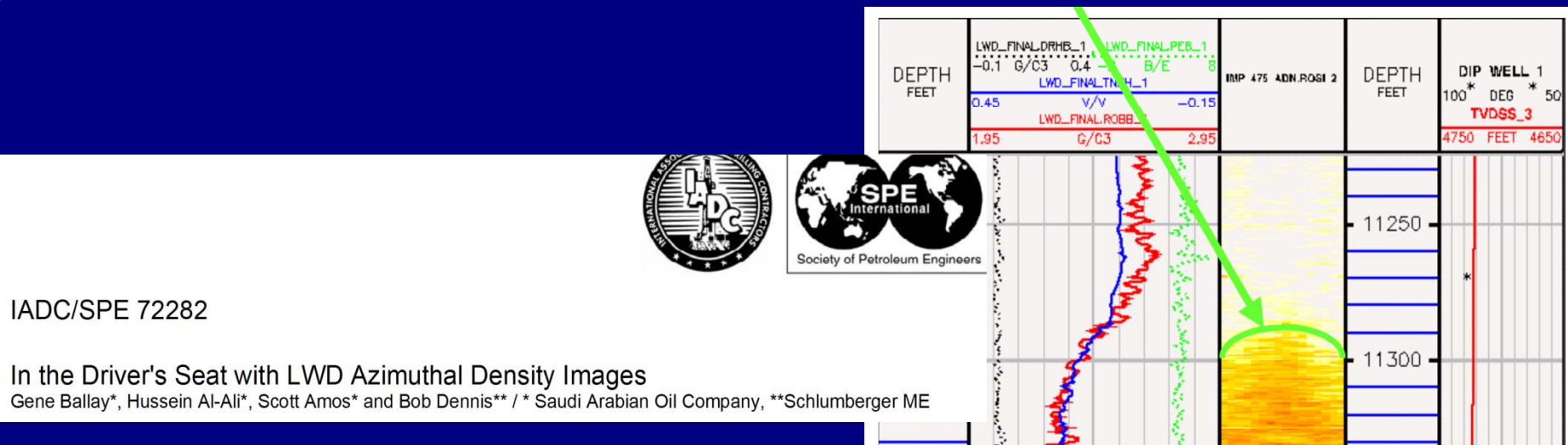
1. Определить вход – выход из пласта

- Гамма излучение, сопротивление, плотность и т.д.

2. Определить угол входа – выхода (относительный угол падения)

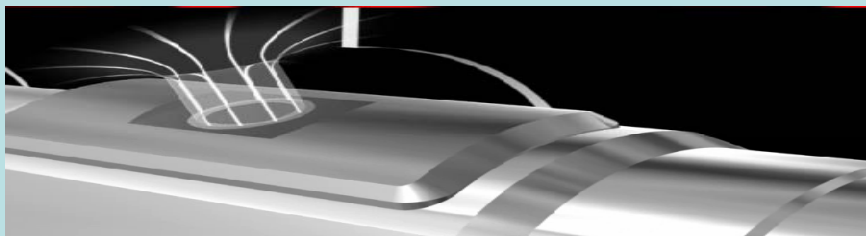
- Образ ствола скважины по микросопротивлению, плотности, гамме

3. Соответственно изменить траекторию скважины

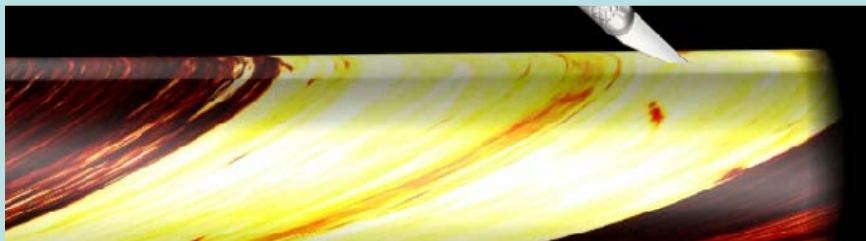


Образ ствола скважины для реактивной геонавигации

Угол входа и выхода (относительный угол падения)



Микро-электрический датчик



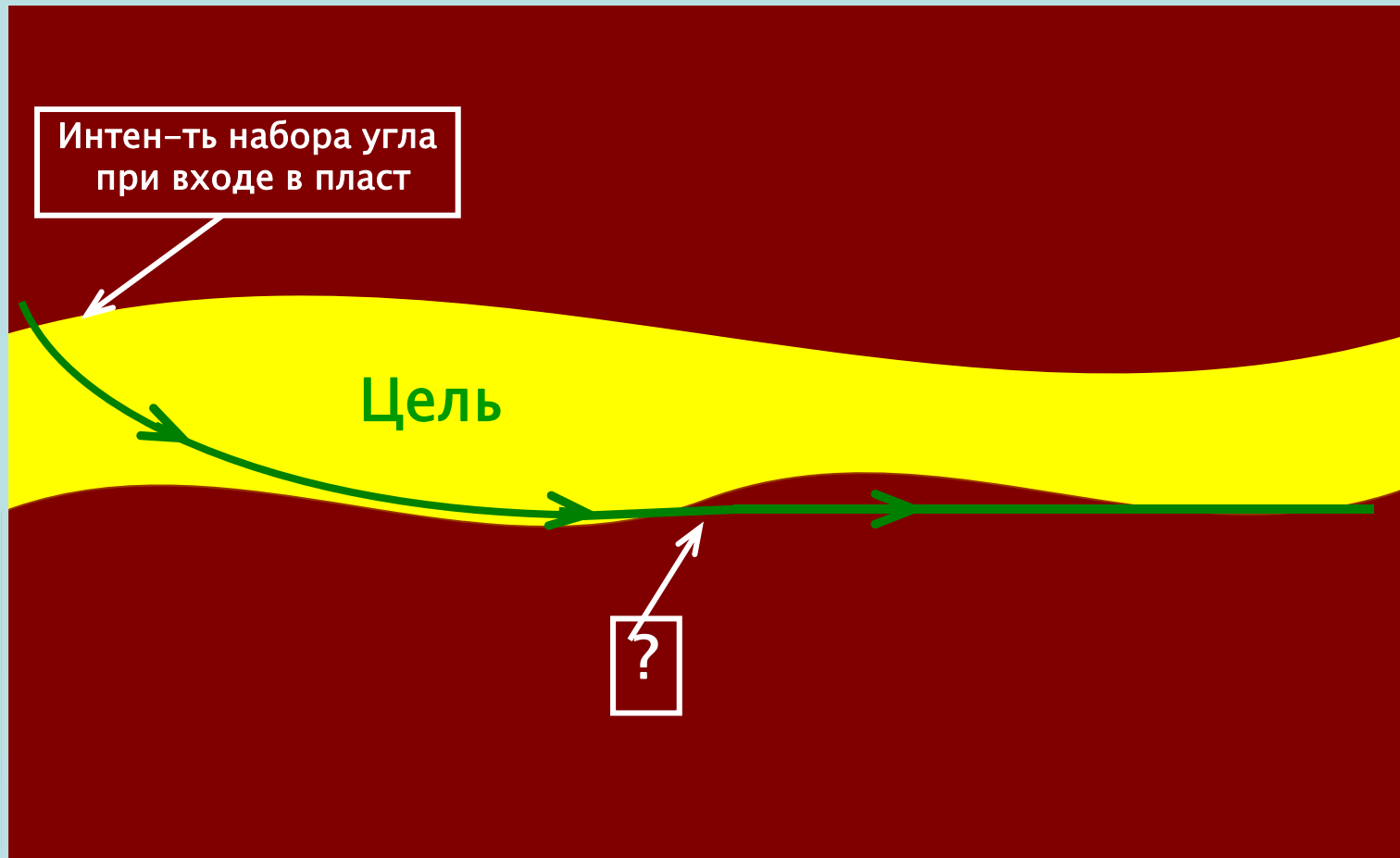
Ствол скважины. Вид сбоку



Развернутое изображение
стенки ствола скважины

1. Образ ствола скважины получается по время бурения
2. Инженер по геонавигации ищет синусоидальный рисунок
3. Синусоиды пересчитываются в относительный угол падения
4. Происходит обновление геологической модели
5. Принимается решение по геонавигации

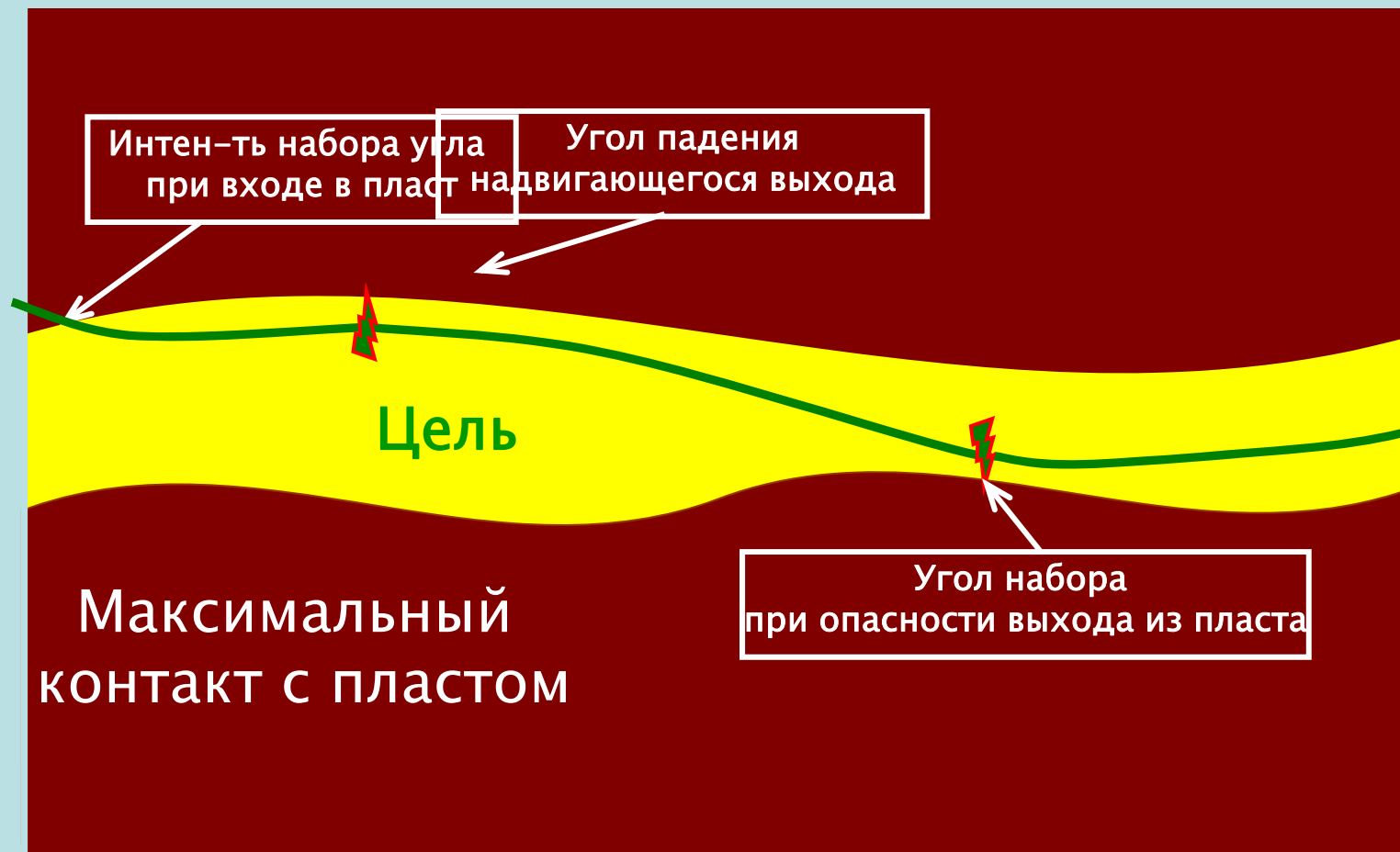
Отсутствие геонавигации Геометрическое управление



Содержание презентации

- Что такое геонавигация? Зачем ее выполнять?
- Реактивная и упреждающая геонавигация
- Образ ствола скважины
 - Азимутальное высокоиндукционное удельное сопротивление
 - Прочее: пластовое давление, сейсмика во время бурения
- Краткое обобщение и вывод

Упреждающая геонавигация



Упреждающая геонавигация

Кто получает выгоду?

1. Буровики

- Отсутствие боковых стволов
- Меньше проблем со стабильностью

2. Инженеры по заканчиванию

- Меньше пространственная интенсивность

3. Опережающая добыча

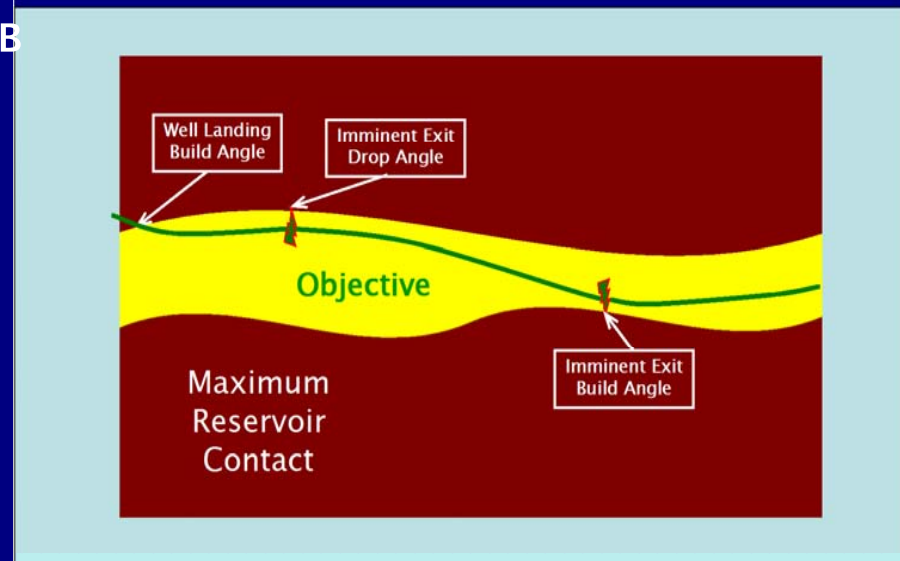
- Высокий контакт с пластом

4. Среда

- Меньше скважин в сетке для данной добычи

5. Суммарная добыча

- Ниже коэффициент неизвлеченной нефти
- Более высокая суммарная добыча
- Максимальный контакт с пластом



Этапы по упреждающей геонавигации

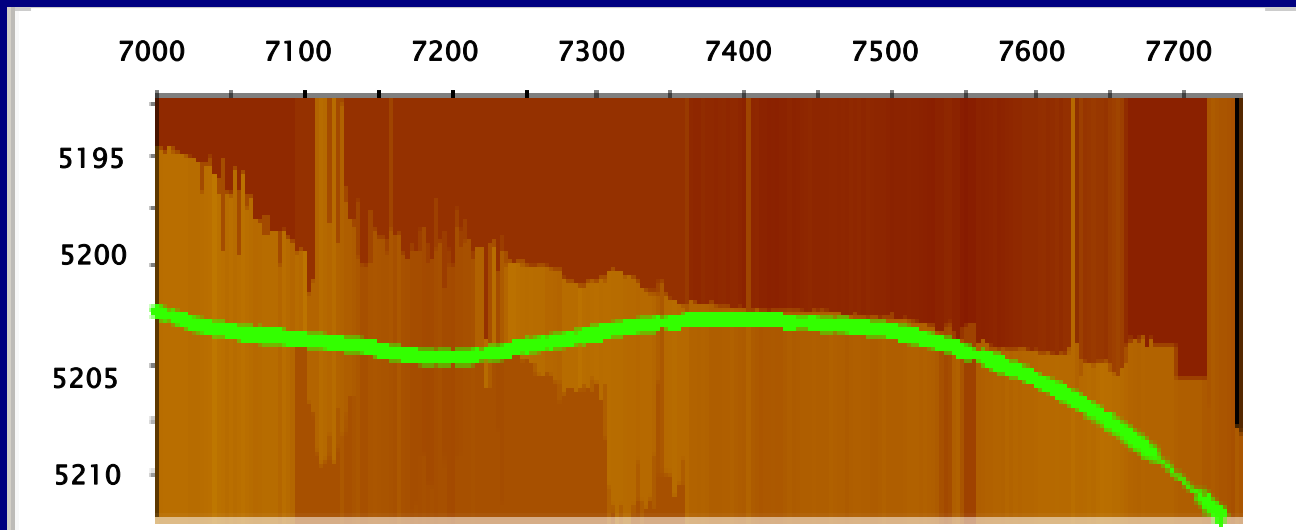
1. Предвидеть вход или выход из пласта, задолго как они произойдут

- Дальнее высокоиндукционное удельное сопротивление

2. Определить направление подхода

- Азимутальные данные по удельному сопротивлению или обоснованное предположение

3. Соответственно изменить траекторию ствола скважины



Упреждающая геонавигация с азимутальным высокоиндукционным удельным сопротивлением Каротаж во время бурения

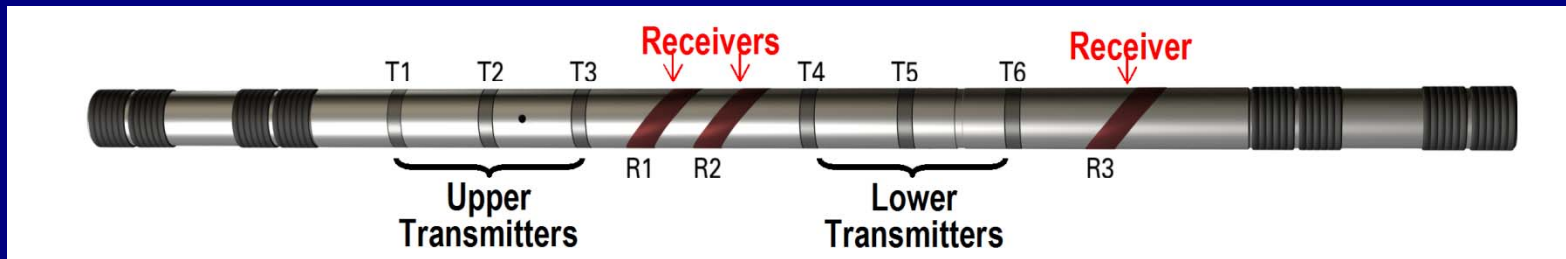


Шлюмберже
Periscope™

Халлибуртон
Азимутальный датчик
дальнего измерения
удельного
сопротивления
ADR™

Бейкер Хьюз
AziTrak™

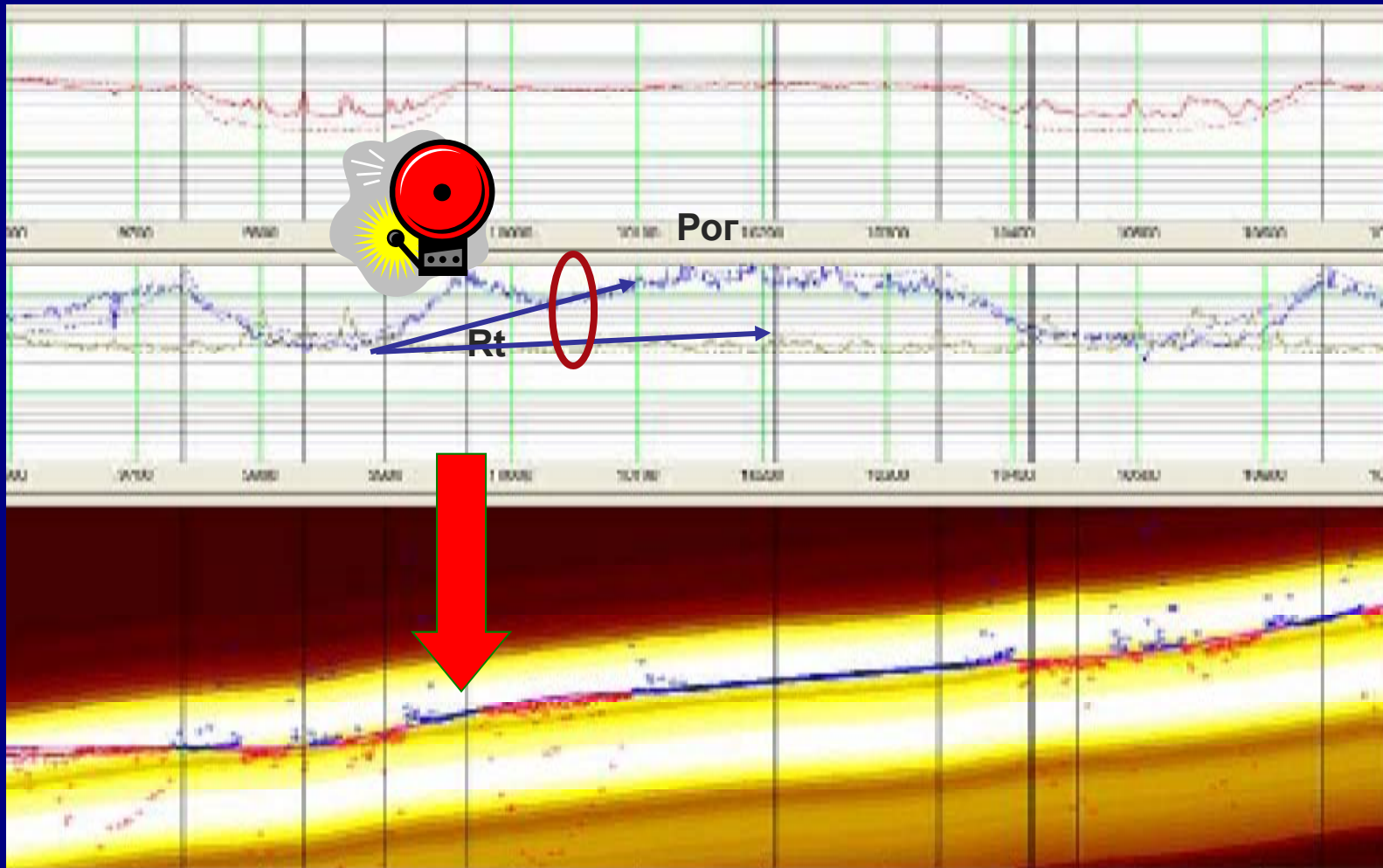
Упреждающая геонавигация с дальним азимутальным измерением удельного сопротивления при каротаже во время бурения



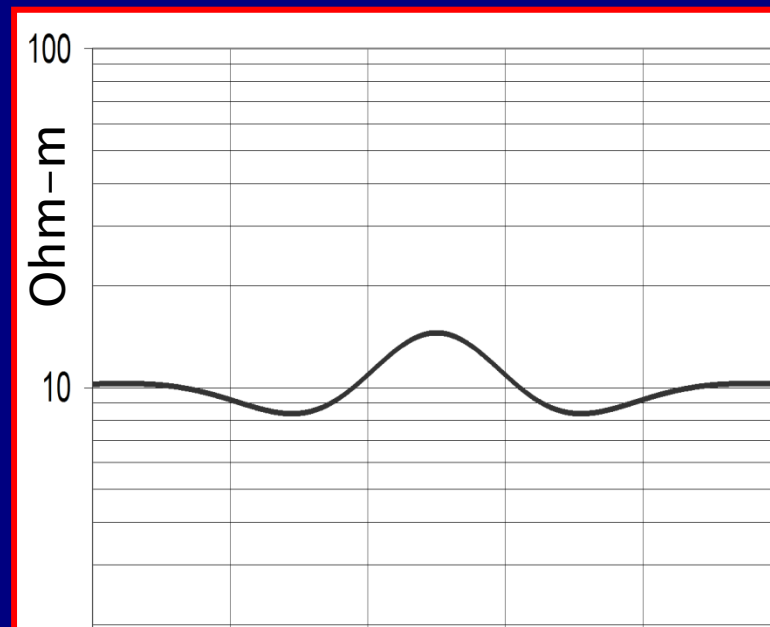
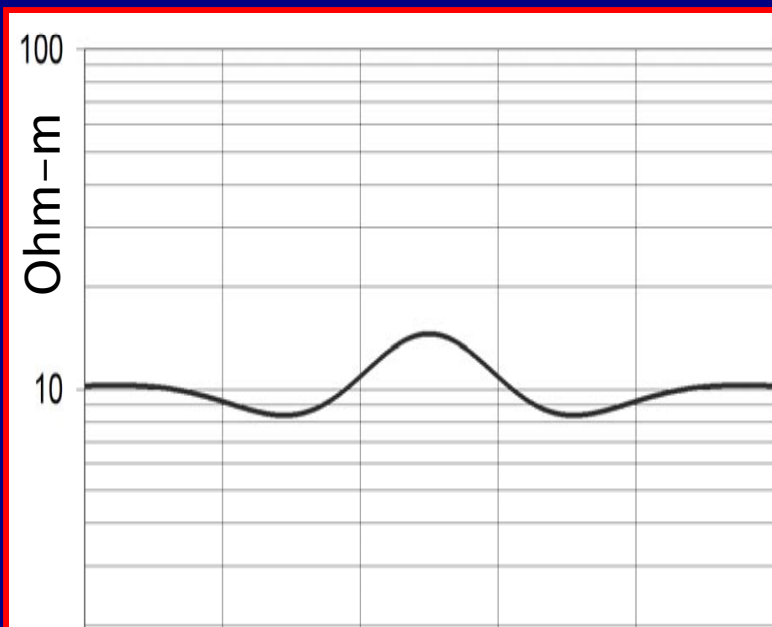
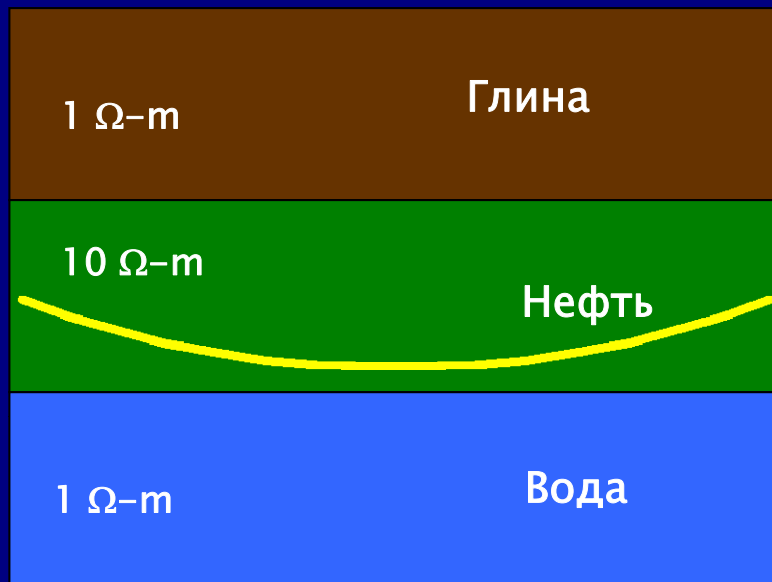
- Геонавигация с сопротивлением верх–низ
- Геонавигация с образами сопротивления
- Геосигнал и расстояние до границы пласта
- “Глубина первой детекции” для дальнего азимутального высокоиндукционного удельного сопротивления

Геонавигация с сопротивлением верх/низ

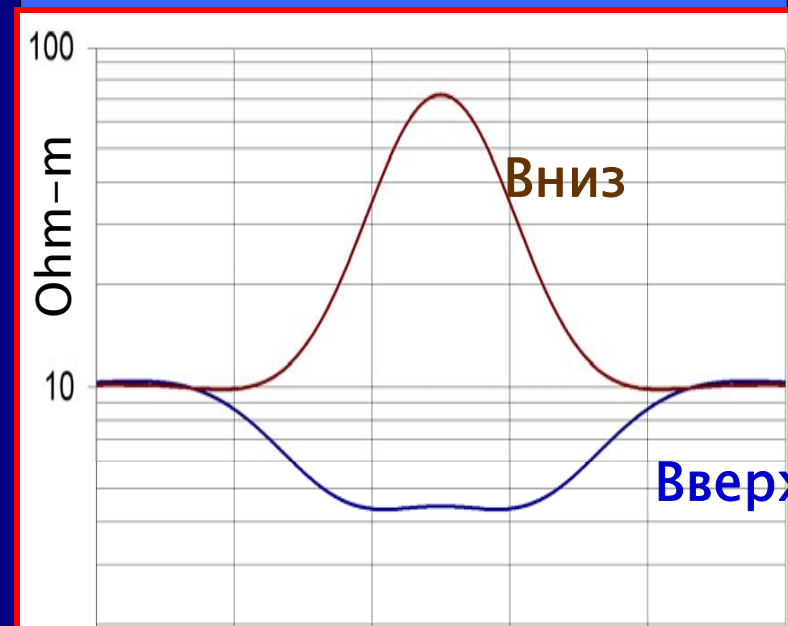
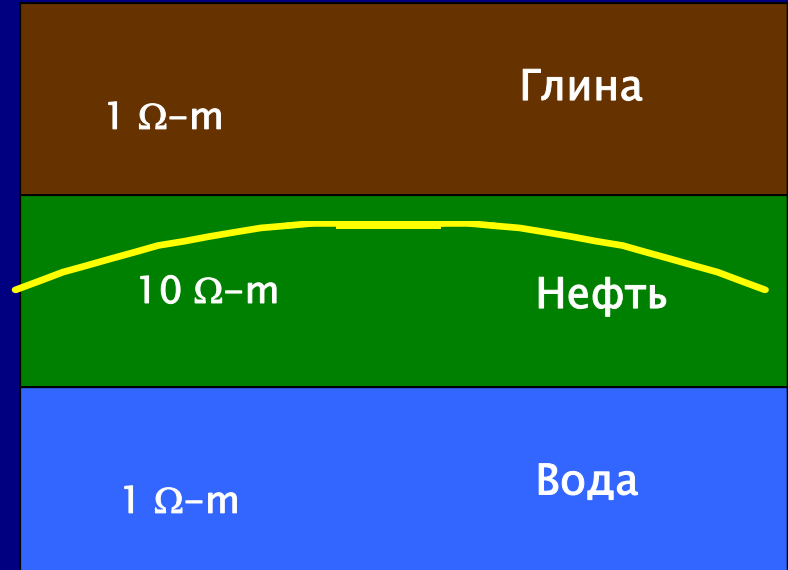
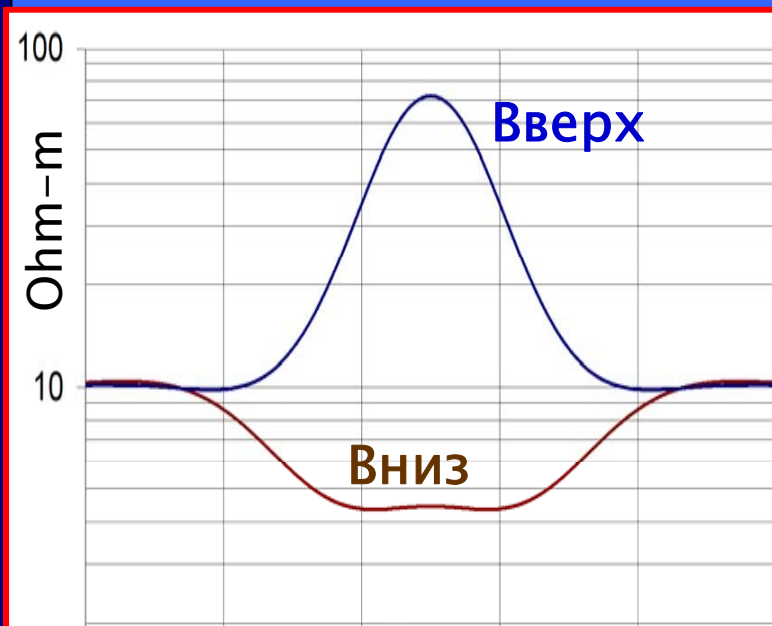
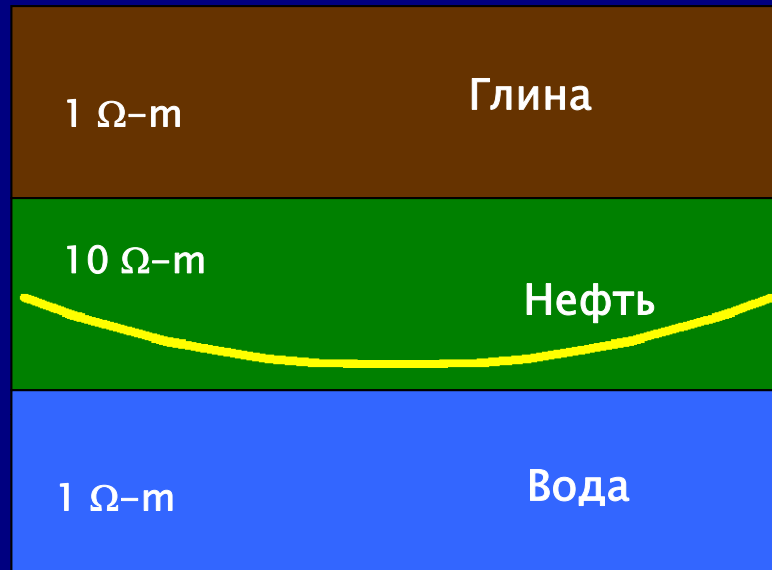
Каротаж азимутального высокоиндукционного удельного
сопротивления во время бурения



Геонавигация с неазимутальным удельным сопротивлением



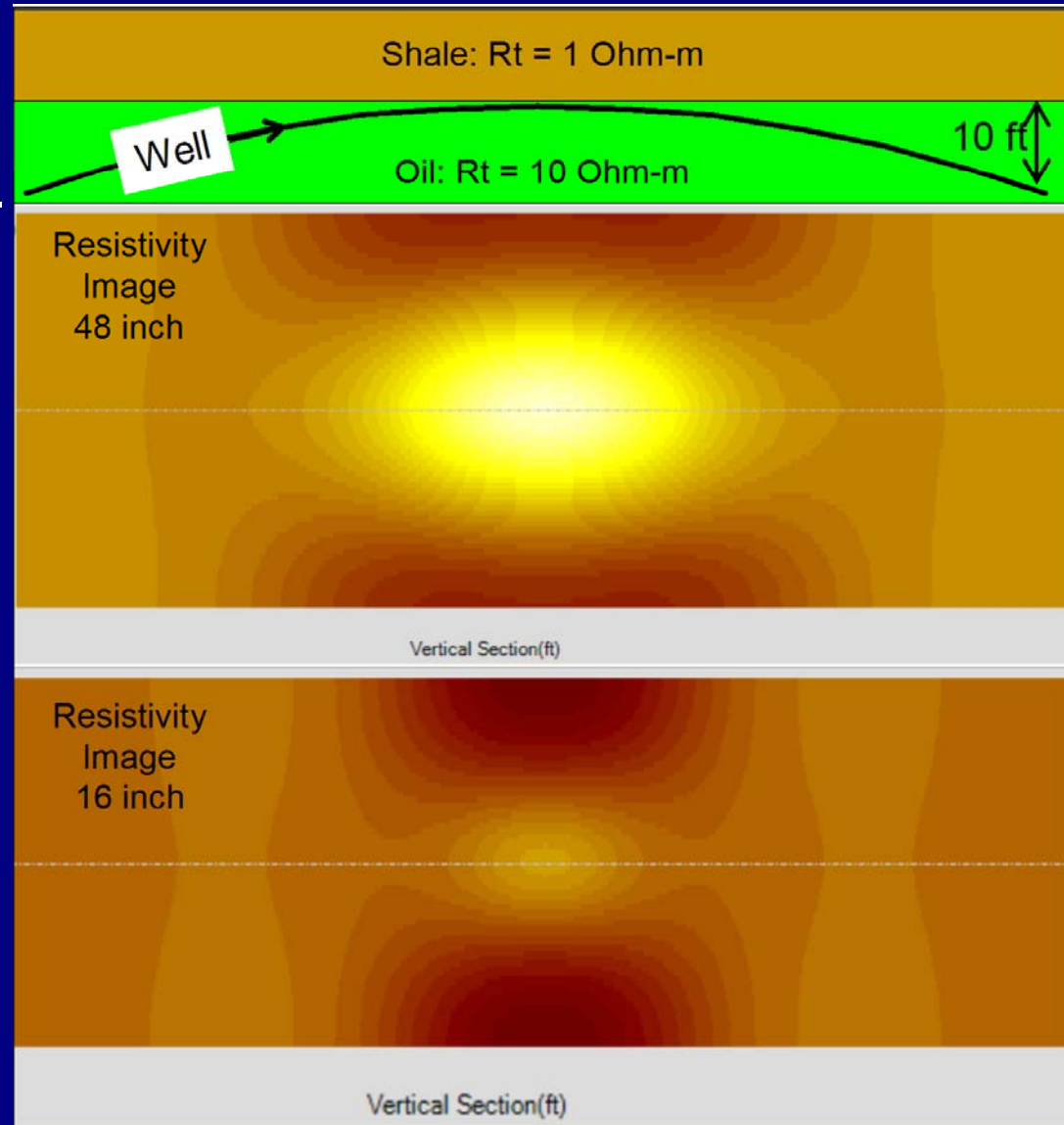
Геонавигация с дальним азимутальным удельным сопротивлением; сопротивление верх-низ



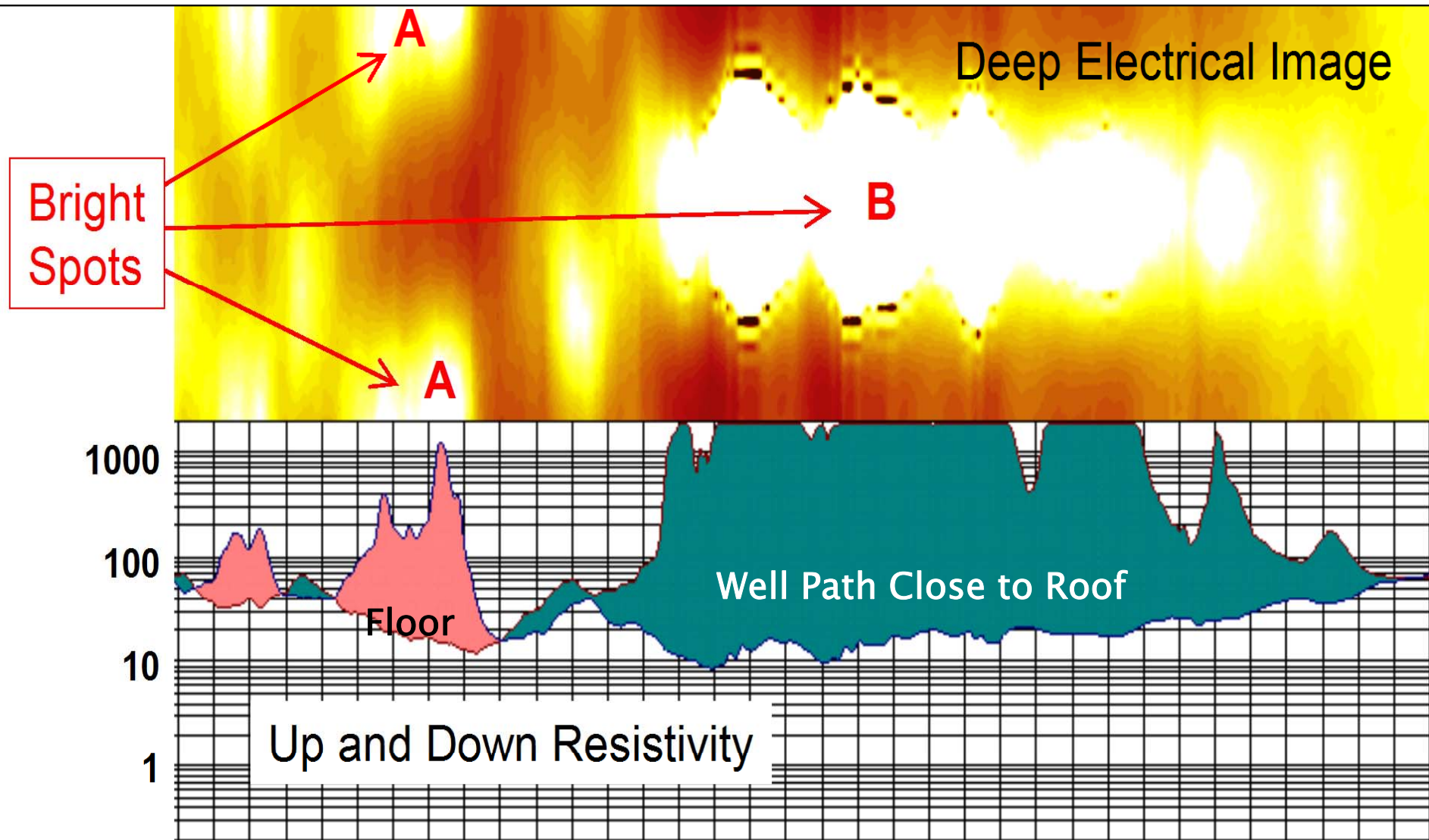
Геонавигация с образом с дальнего азимутального высокоиндукционного удельного сопротивления и засвеченными зонами

Засвеченная зона
около границ

Более глубокое
изображение видит
засвеченную зону
до менее дальнего
образа

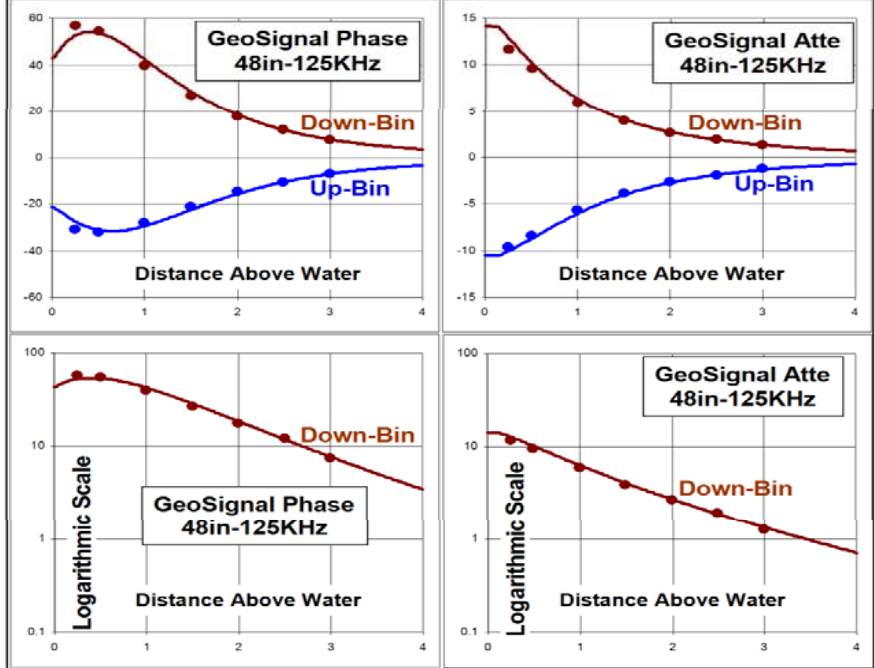
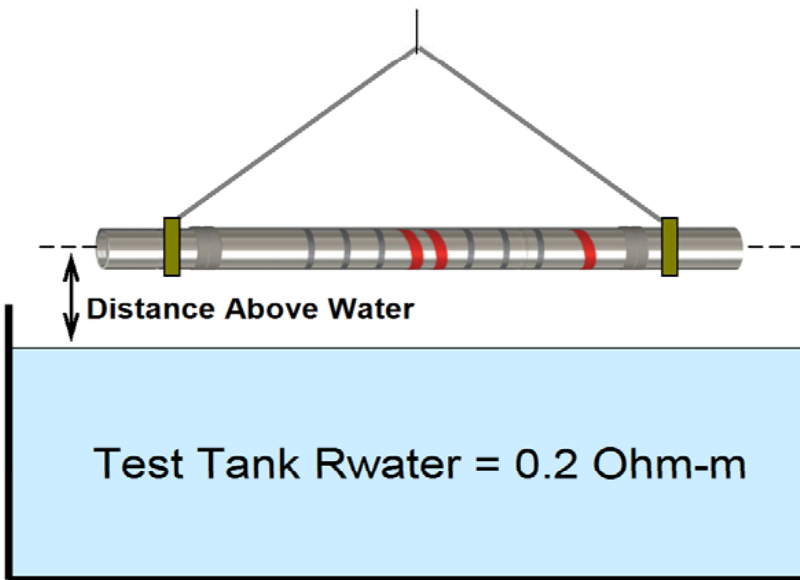
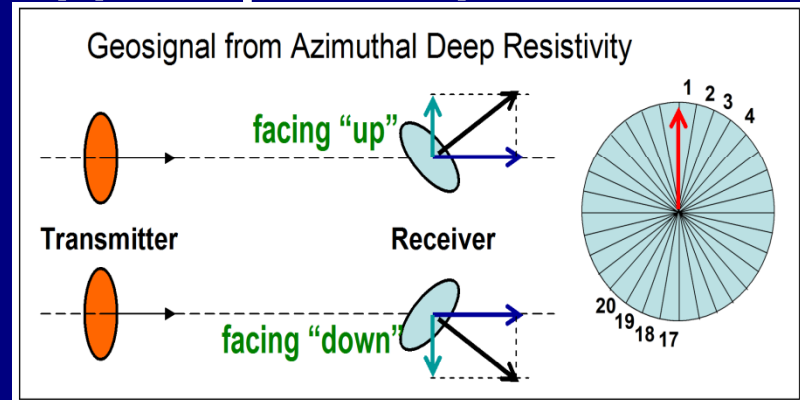


Геонавигация с образом дальнего азимутального высокоиндукционного удельного сопротивления и засвеченными зонами



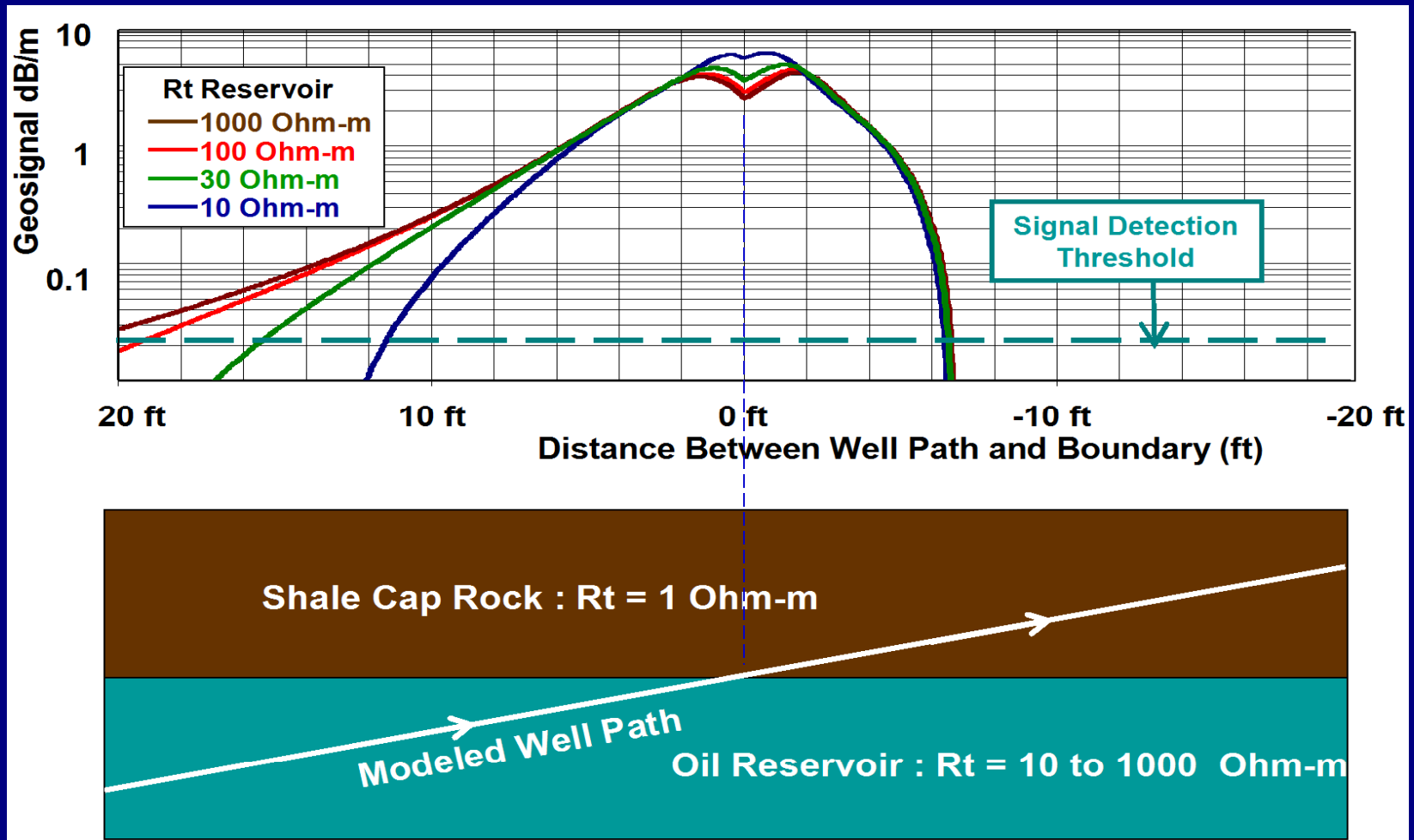
Геонавигационный сигнал или геосигнал помогает определить расстояние и направление до границы

Геосигнал указывает в сторону пласта с меньшим сопротивлением

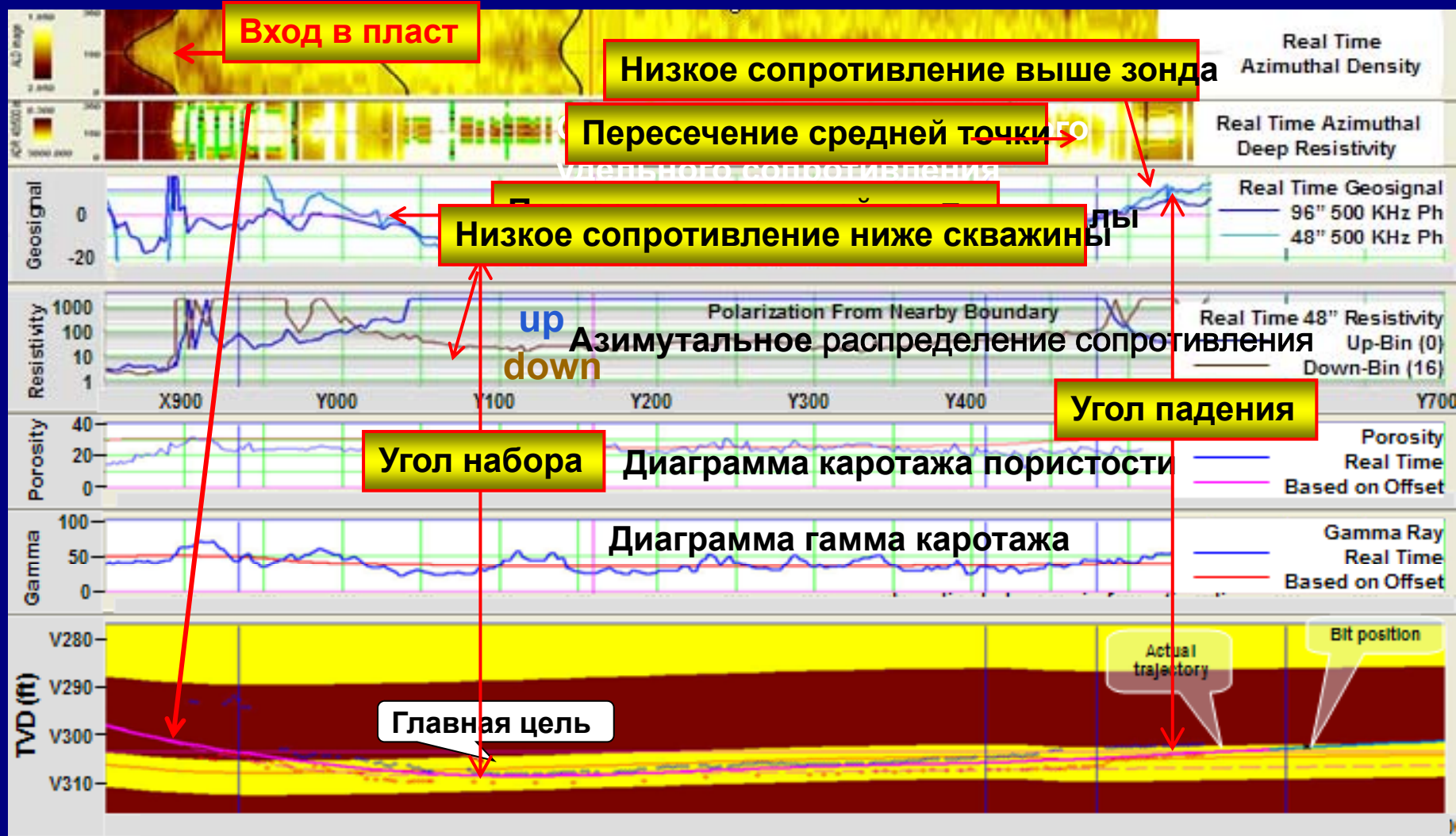


Амплитуда геосигнала в сравнении с расстоянием до границы пласта

Дальнее азимутальное высокоиндукционное удельное сопротивление



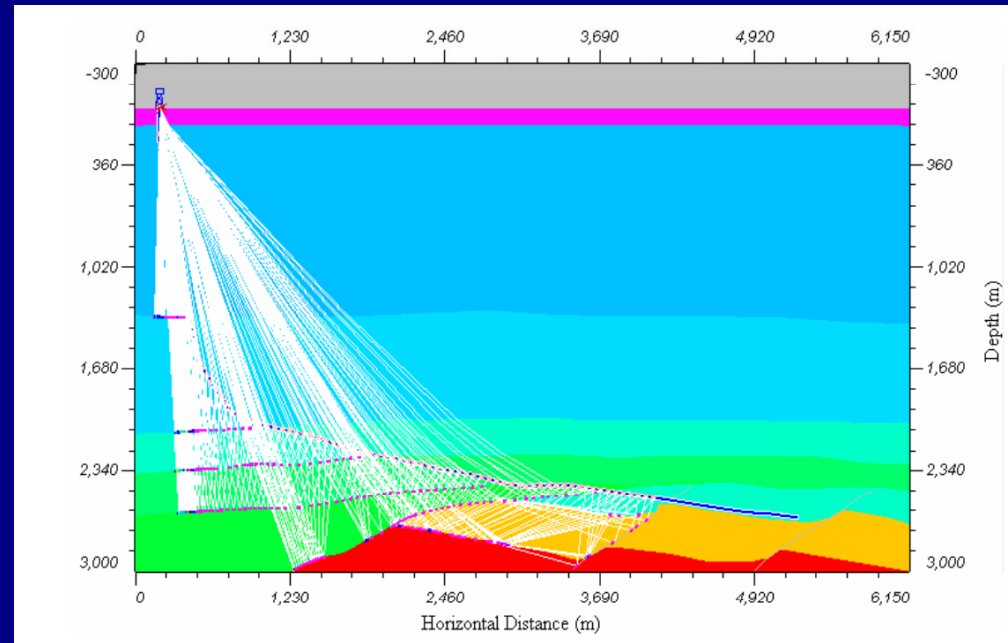
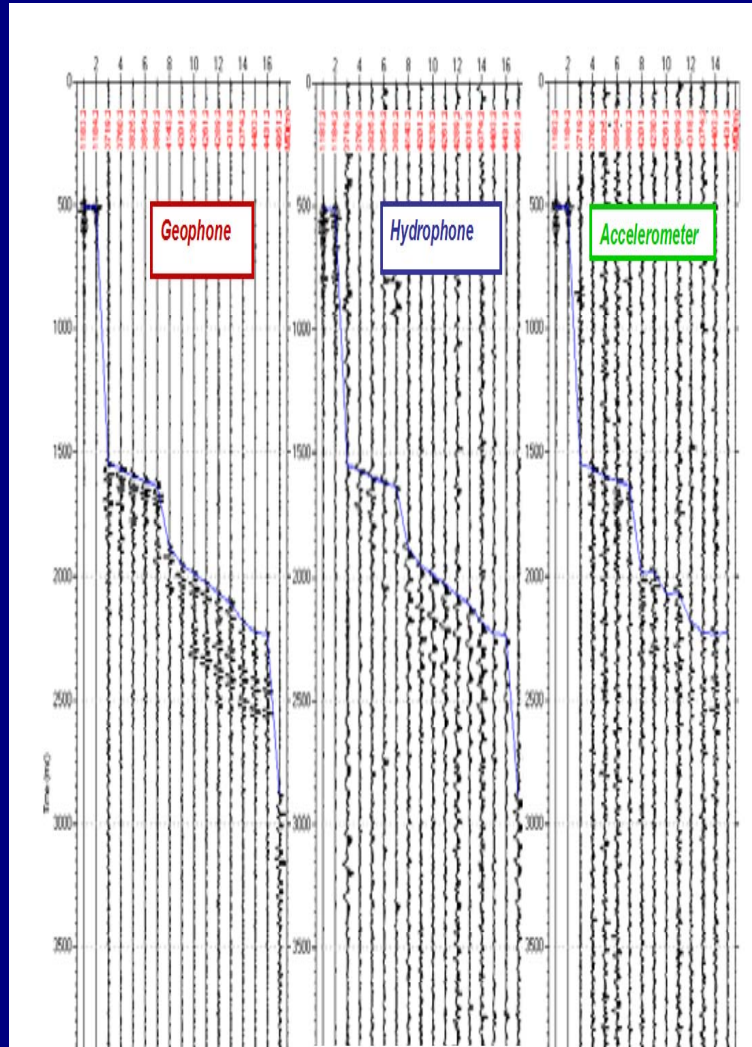
Геонавигация с дальним азимутальным высокоиндукционным удельным сопротивлением. Решения в режиме реального времени



Содержание презентации

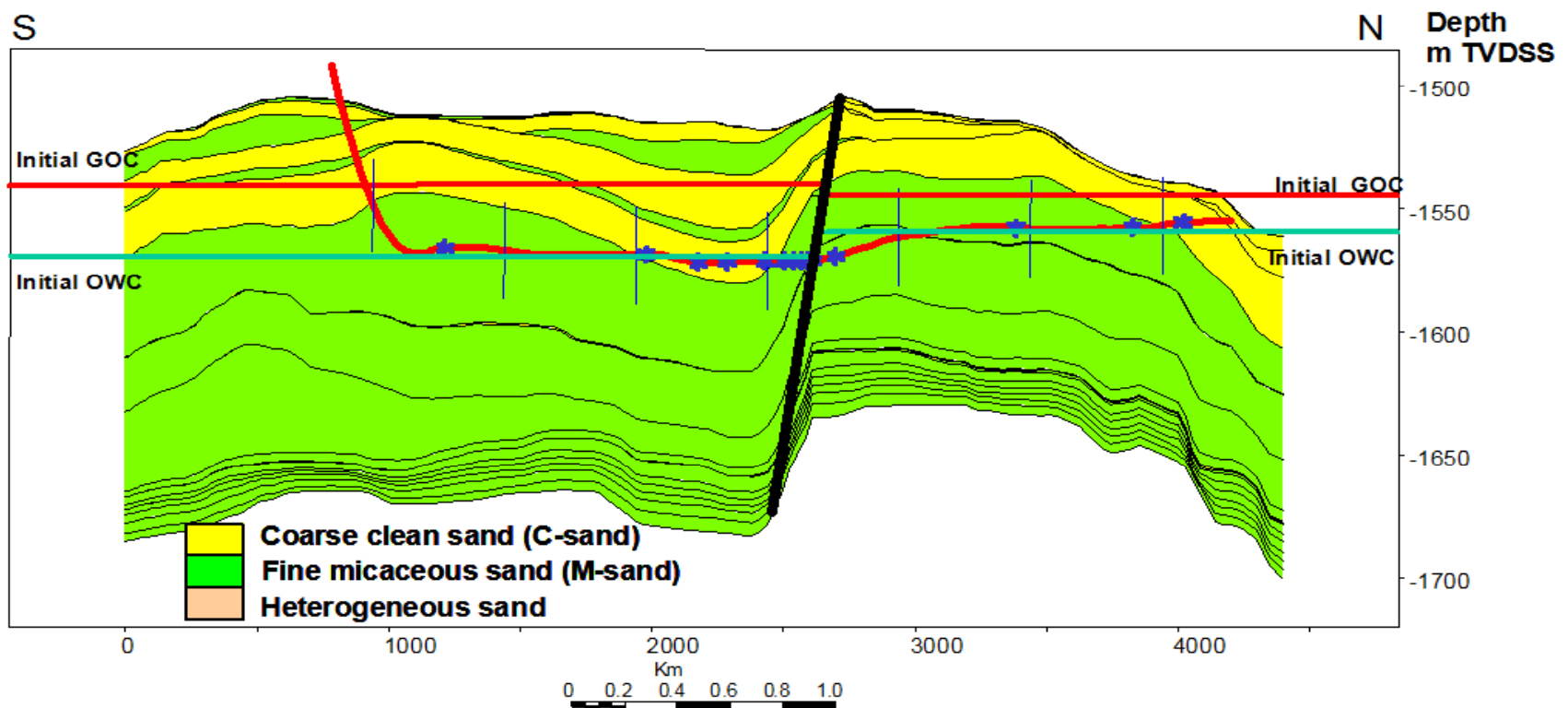
- Что такое геонавигация? Зачем ее выполнять?
- Реактивная и упреждающая геонавигация
 - Образ ствола скважины
 - Азимутальное высокоиндукционное удельное сопротивление
 - Прочее: пластовое давление, сейсмика в процессе бурения
- Краткое обобщение и вывод

Геонавигация с сейсмикой в процессе бурения



Геонавигация с пластовым давлением

1. Геонавигация с учетом изолированности пластов или их сообщаемости по давлению и идентификации флюида
2. Учет градиента давления при кривлении глубоких скважин



Краткое обобщение и вывод

- Реактивная геонавигация: границы
 - ✓ Обработка информации
- Упреждающая геонавигация: предвидеть границы
 - ✓ Дальнейшее азимутальное вытеснение с сопротивлением
- Геонавигация: режимы добычи, максимальная эффективность с запасом
- Геонавигация: охват процессом вытеснения и итоговое извлечение нефти в течение срока эксплуатации месторождения