

МЕТОДЫ ГЕОЛОГИЧЕСКОГО ИЗУЧЕНИЯ НЕДР

ТЮМЕНЬ 2018

КОРРЕЛЯЦИЯ (УВЯЗКА) СКВАЖИН

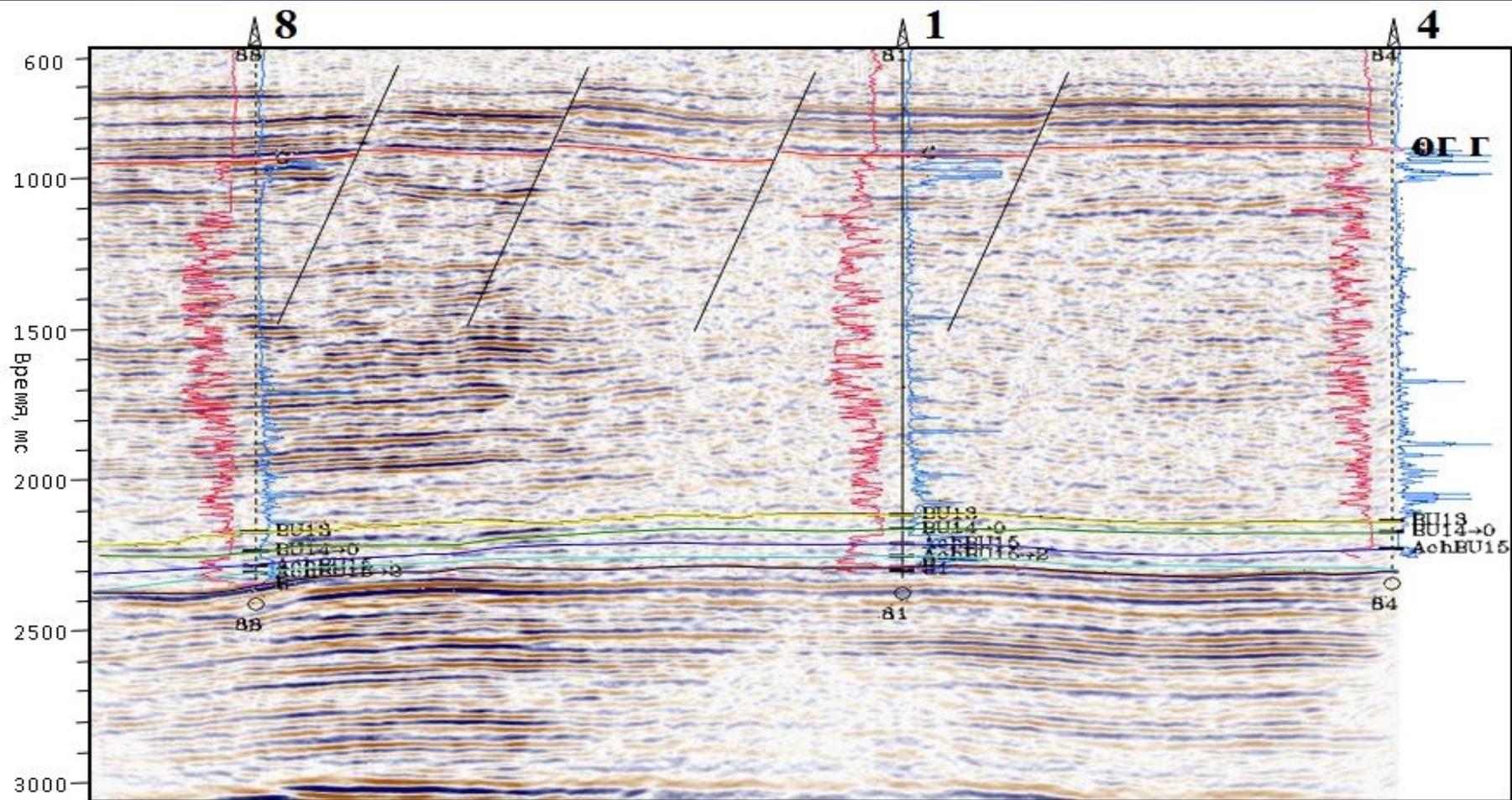
СОПОСТАВЛЕНИЕ ОДНОВОЗРАСТНЫХ ПОРОД ВСКРЫТЫХ СКВАЖИНАМИ

Корреляция производится на основе комплексного использования всего фактического материала (данные интерпретации сейсморазведки, геофизические исследования скважин ГИС, материалы керна и шлама)

Корреляция производится с помощью каротажных диаграмм, зарегистрированных в масштабе 1:500 и 1:200

Корреляция в зависимости от поставленных задач может быть: региональной, общей и детальной

Региональная корреляция - сопоставление между собой разрезов одновозрастных отложений, вскрытых скважинами на соседних площадях или месторождениях



3

УВЯЗКА ИНТЕРПРЕТАЦИИ СЕЙСМОРАЗВЕДОЧНЫХ РАБОТ С ДАННЫМИ БУРЕНИЯ СКВАЖИН, выделение опорных или маркирующих пластов, реперов

Отражающие сейсмические горизонты-реперы

Отражающий горизонт – это устойчивая по площадному распространению и выраженная по динамическим параметрам отражённая волна, формирующаяся на границе, имеющей контрастный коэффициент отражения.

Выделяют

трансрегиональные,

региональные,

субрегиональные,

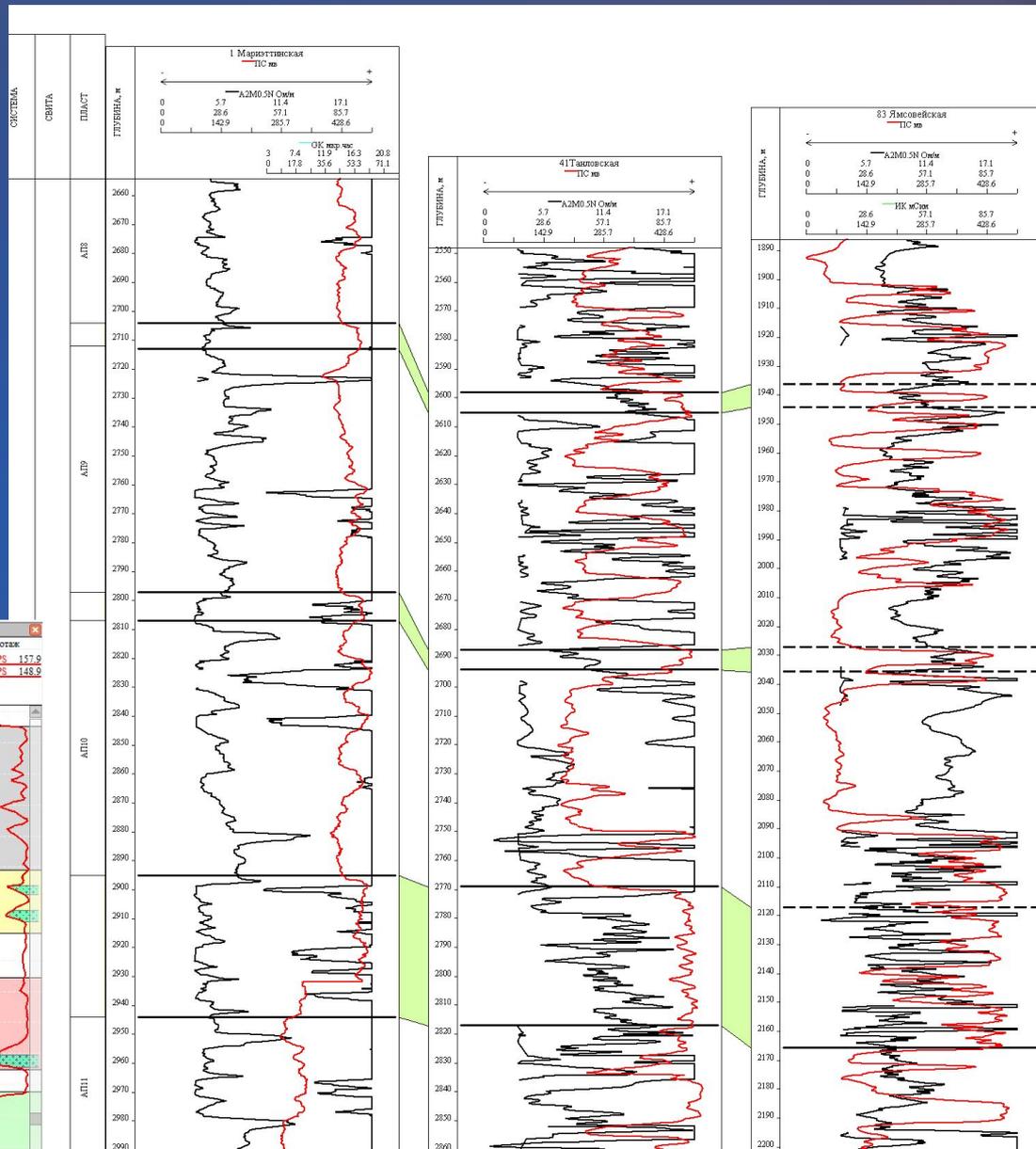
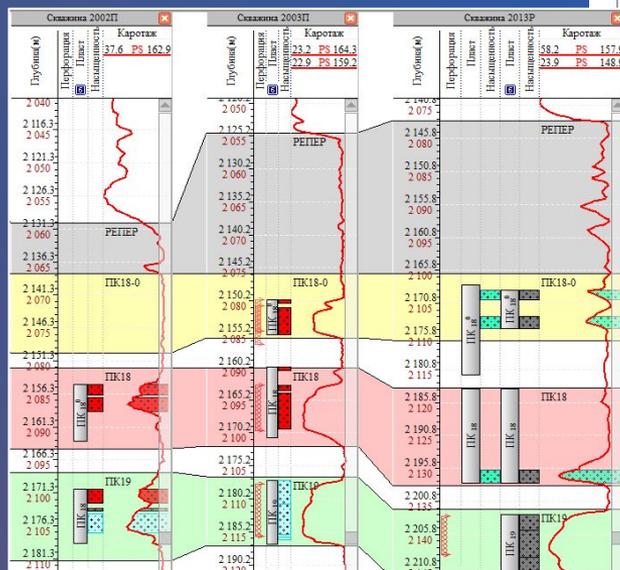
зональные отражающие горизонты (ОГ)

С их помощью возможны расчленение и корреляция разрезов на соответствующей площади.

Однако при локальной корреляции чаще всего при прослеживании границ продуктивных и перспективных резервуаров вследствие недостаточно высокой разрешающей способности сейсморазведки возникает ситуация, когда фазовая корреляция отраженных волн невозможна

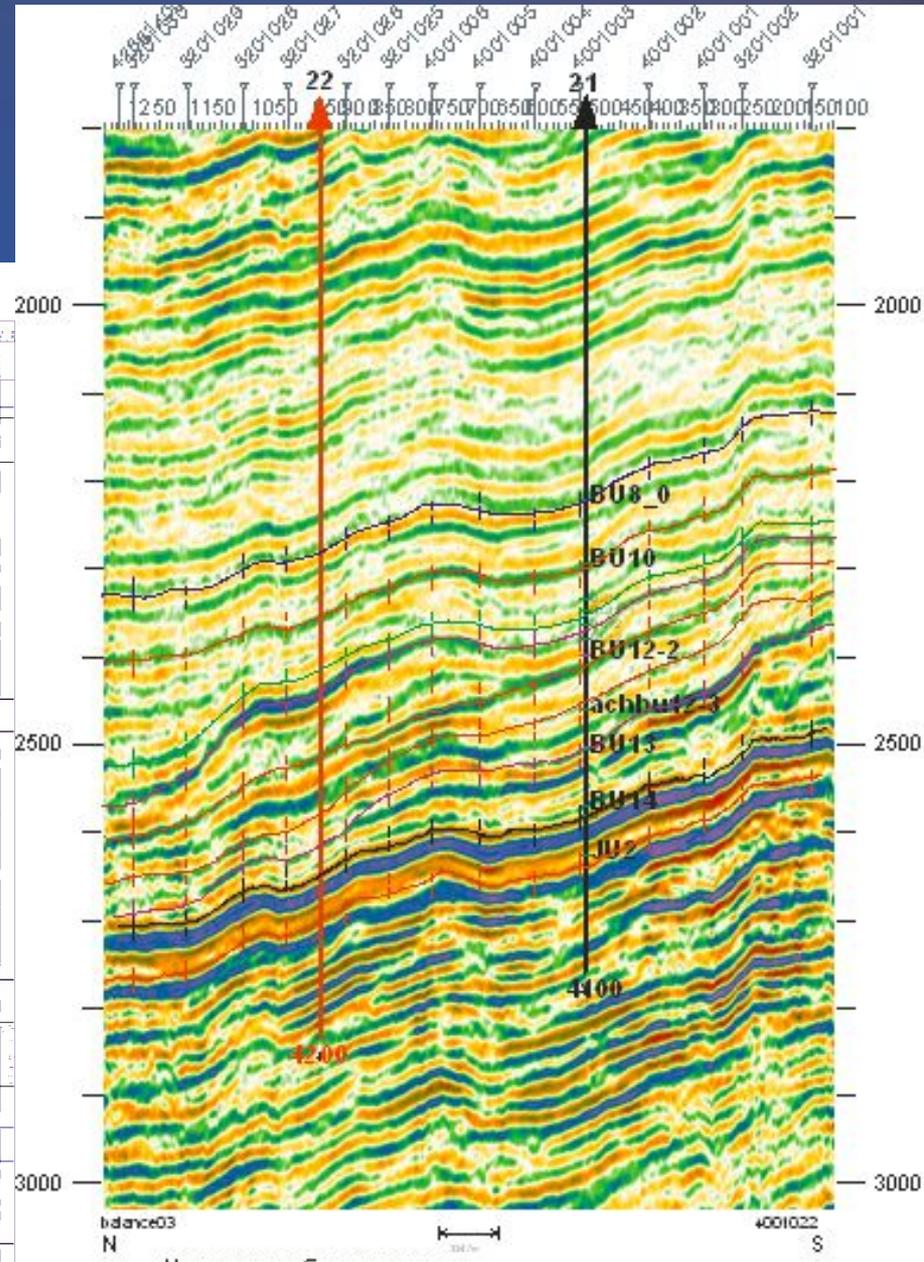
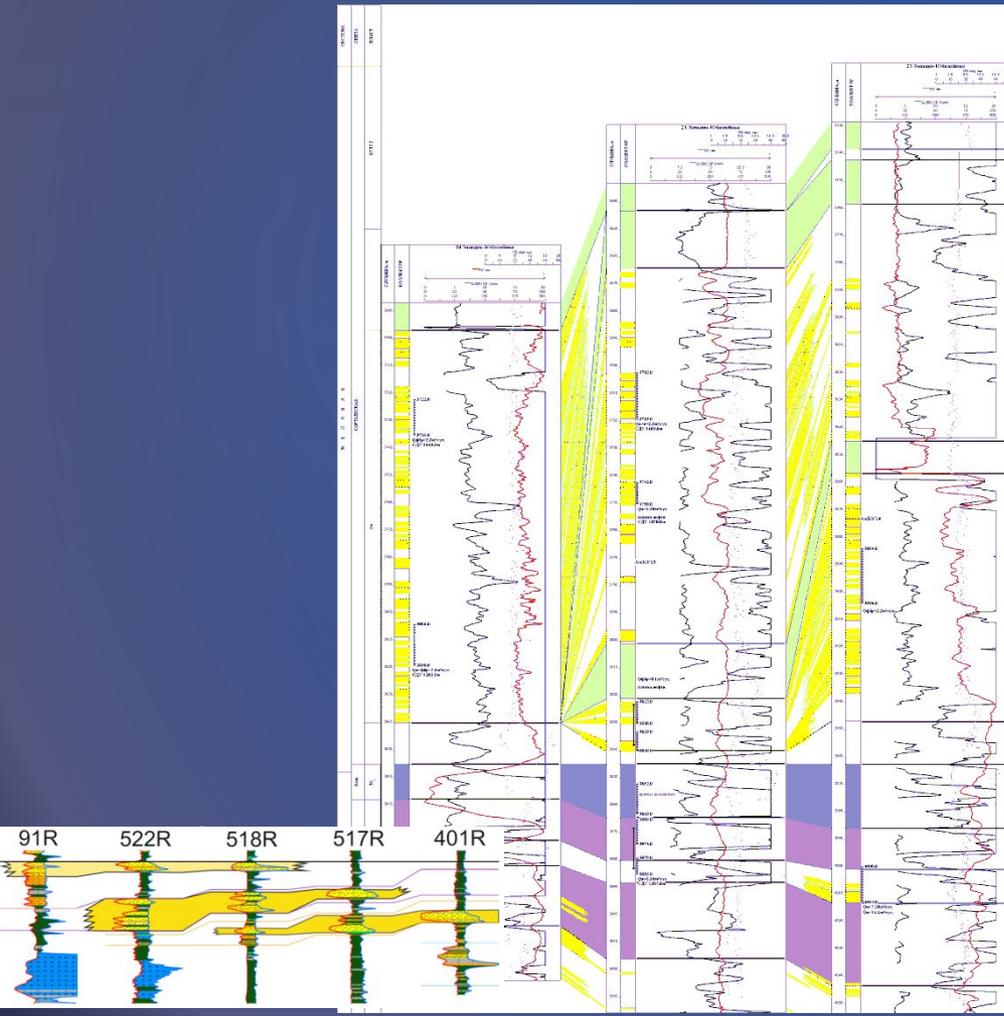
Плоскопараллельная геологическая модель

Параллельное залегание пород в плоском мелководном бассейне, основной стратиграфической-возрастной привязкой пород были палеонтологические находки



КЛИНОФОРМЕННАЯ МОДЕЛЬ

Основанная на представлениях о клиноформном строении неокома и признаками глубоководности нижней части разреза (А.Л. Наумов).



ОБЩАЯ КОРРЕЛЯЦИЯ

Общая корреляция (локальная) – это сопоставление разрезов скважин в пределах какой-либо площади или месторождения.

Общая корреляция выполняется с целью выделения в разрезах скважин одноименных стратиграфических свит, литологических пачек, продуктивных и маркирующих горизонтов. При общей корреляции сопоставляются разрезы скважин по всей вскрытой толщине от устья до забоя.

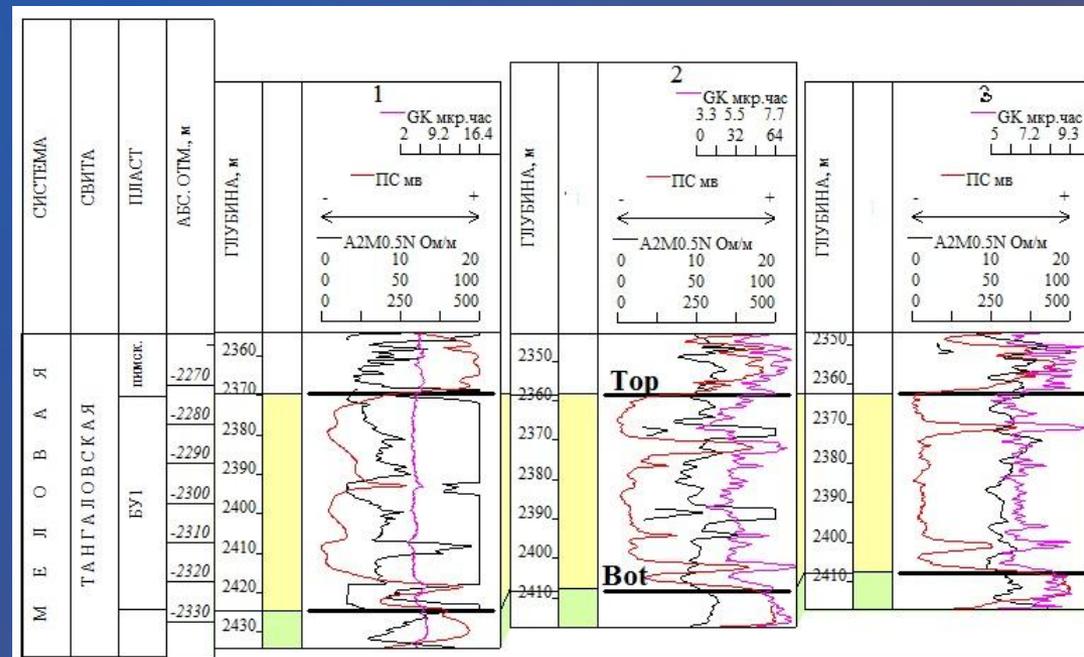
Сопоставление разрезов скважин производится по кровле или подошве выбранного опорного пласта

ДЕТАЛЬНАЯ КОРРЕЛЯЦИЯ

Детальная корреляция (зональная) — это сопоставление между собой частей разрезов скважин, в пределах продуктивных пластов.

Основная задача детальной корреляции — обеспечить построение модели, адекватной реальному продуктивному горизонту.

Должны быть решены задачи выделения границ продуктивного горизонта, определения расчленения горизонта на пласты и прослой, выявления соотношений в залегании проницаемых и непроницаемых пород, характера изменчивости по площади каждого отдельного пласта.



ПО ДЕТАЛЬНОЙ КОРРЕЛЯЦИИ ОПРЕДЕЛЯЮТСЯ

маркирующие горизонты, реперы
(выдержанные по толщине пласты);
геологические границы: кровля (Top) и
 подошва пластов (Bot), кровля и подошва
коллекторов пласта;
мощность пласта: общая, эффективная
толщины;
прослеживается распространение пласта
по площади,
его литологическая неоднородность
(изменчивость).

ФАЦИИ

Фация - геологическое тело, представленное определенным составом пород, которые сформировались при одинаковой физико-географической обстановке.

Изучению конфигураций кривых ГИС и установлению по ним фациальных принадлежностей посвящены работы:

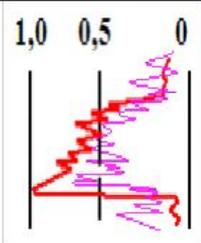
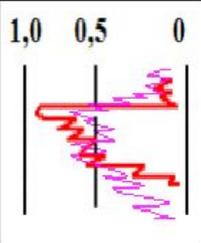
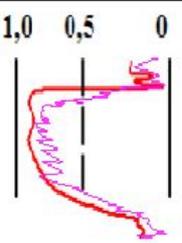
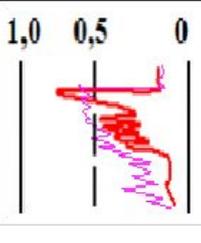
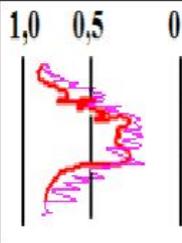
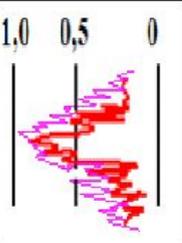
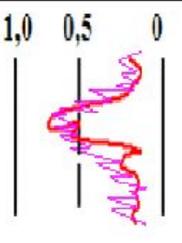
Ч.Э.Б. Конибира, Н.И. Марковского, В.С. Муромцева

В этих работах достаточно убедительно представлены примеры выделения различных фациальных тел.

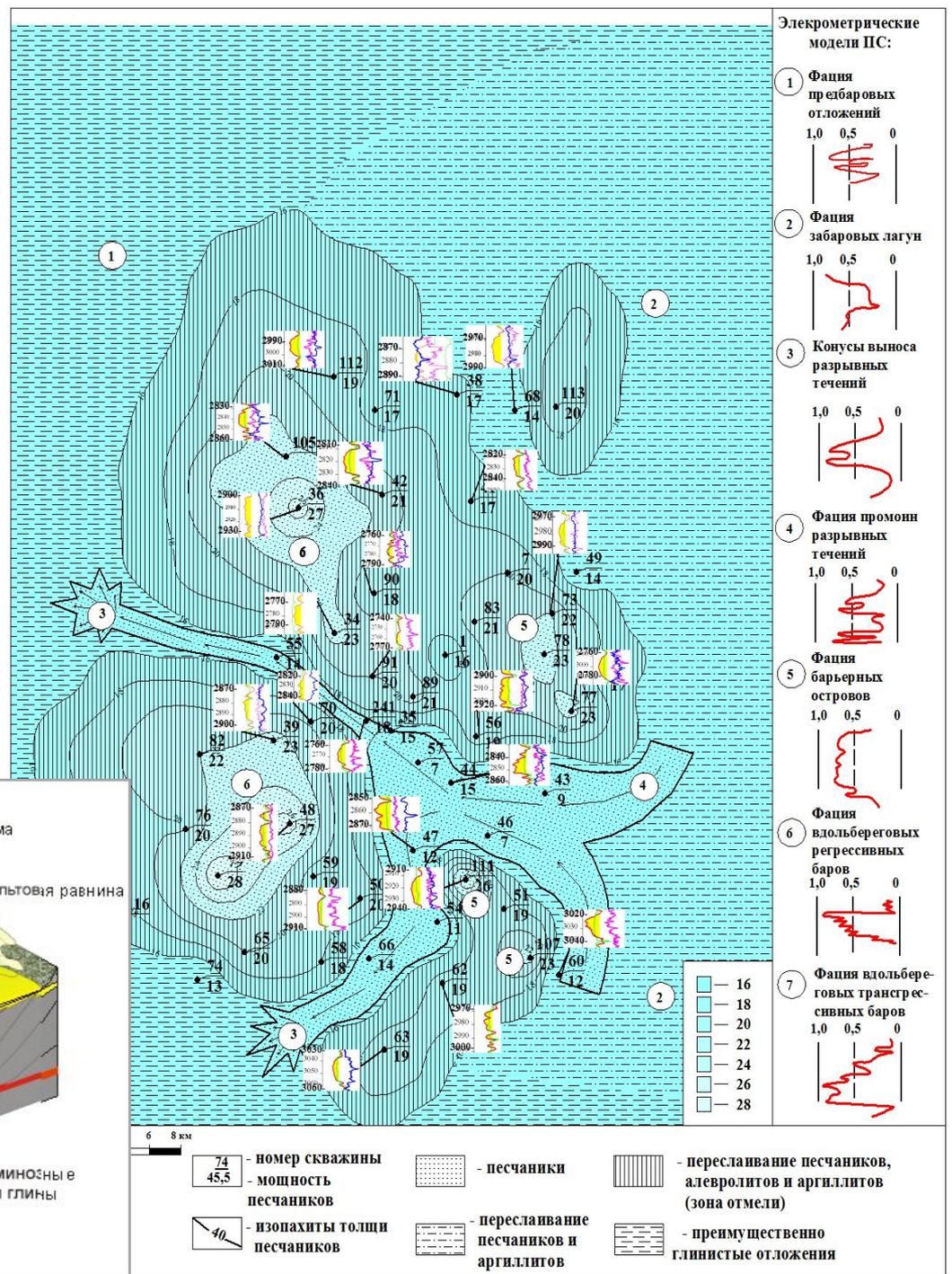
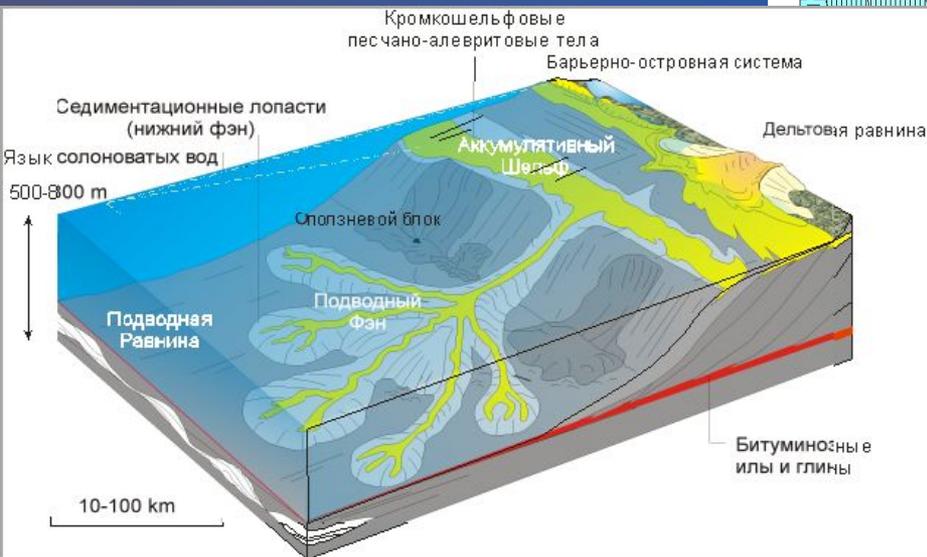
Но конфигурация кривых ГИС не может быть использована как единственный и основной критерий выделения фаций.

Для выделения фаций необходим комплексный подход, прежде всего достаточный объём анализа керна по всему разрезу исследуемого пласта

Пример выделения фаций

Группа фаций	Группа фаций вдольбереговых баров и забаровых лагун					Группа фаций морских разрывных течений	
Фации	вдольбереговые трансгрессивные бары	вдольбереговые регрессивные бары	барьерный остров	предбаровых отложений	забаровые лагуны	конусы выноса разрывных течений	промоины разрывных течений
Диаграммы ПС-красный Диаграммы ГК-розовый							
Керна Пласта Скважина Образец	 <p style="text-align: center;"><u>BT₆</u> <u>СКВ 109</u> Обр. 3540</p>	 <p style="text-align: center;"><u>BT₇</u> <u>СКВ 1</u> Обр. 106</p>	 <p style="text-align: center;"><u>BT₈</u> <u>СКВ 109</u> Обр. 3598</p>	 <p style="text-align: center;"><u>BT₆</u> <u>СКВ 1</u> Обр. 100</p>	 <p style="text-align: center;"><u>BT₆</u> <u>СКВ 7</u> Обр. 59</p>	 <p style="text-align: center;"><u>BT₆</u> <u>СКВ 7</u> Обр. 59</p>	 <p style="text-align: center;"><u>BT₈</u> <u>СКВ 109</u> Обр. 3607</p>

Литолого-фациальная карта



При построении корреляционных схем должны быть учтены искривление скважин и наклонов слоёв. Причинами искривления скважин могут быть технологические, технические и геологические. Технологическая причина – это применения направленного бурения.

К техническим причинам относятся высокое давление на забое, приводящее к продольному изгибу бурильных труб, также резкое несоответствие между диаметром бурильных труб и долот.

К геологическим причинам искривления скважин может быть чередование пластов различной крепости и их наклон. Искривление скважины измеряется инклинометром.

ГЕОЛОГИЧЕСКИЕ РАЗРЕЗЫ

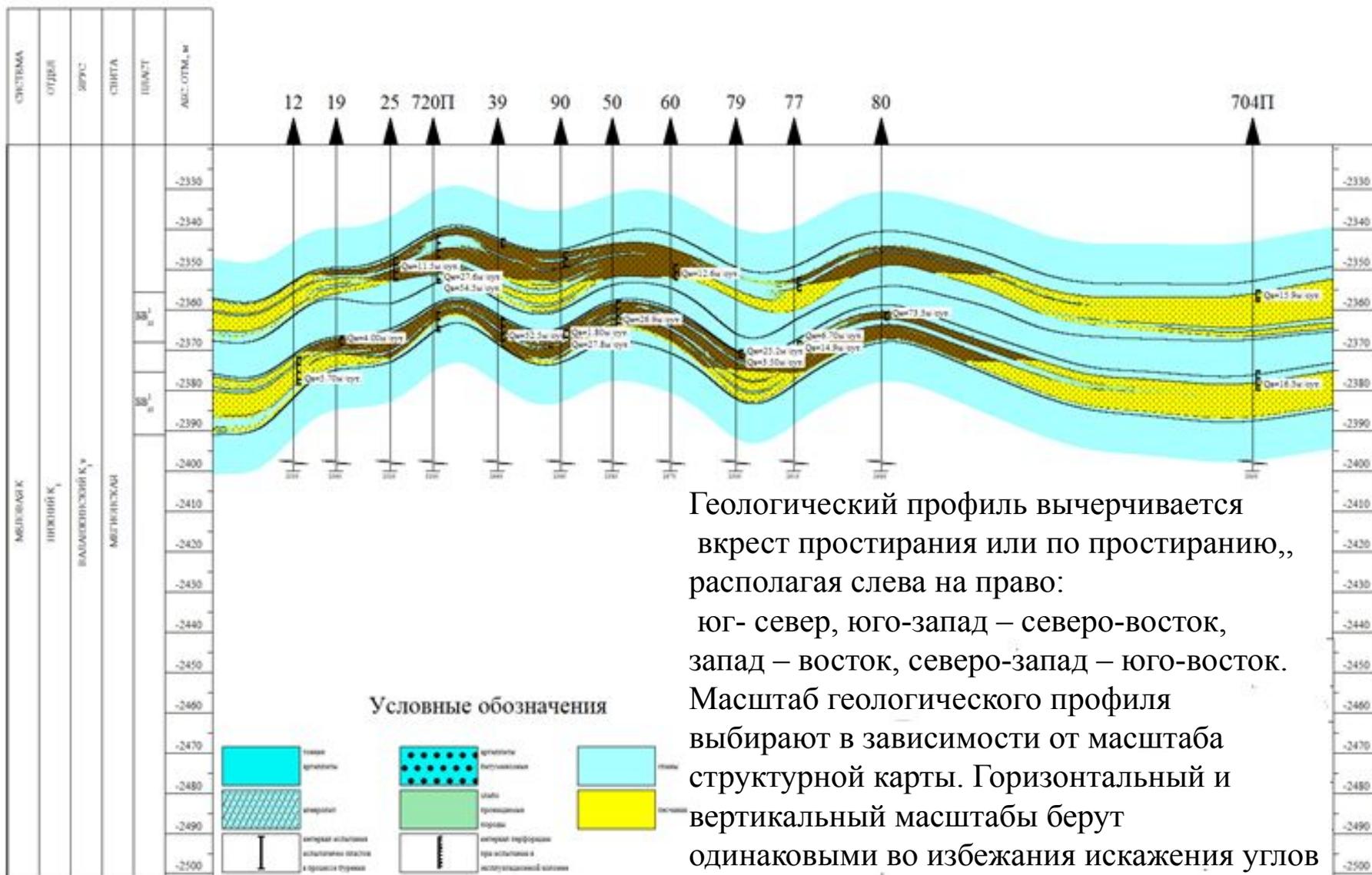
В результате корреляции скважин строят геологические разрезы (профили) для отдельных продуктивных пластов.

Геологический профиль месторождения представляет собой сечение месторождения вертикальной плоскостью.

Геологический профиль (разрез) месторождения составляют по разрезам скважин.

Геологический профиль дает наглядное представление о строении месторождения (пласта), облегчает проектирование разведочных и эксплуатационных скважин, показывает изменение литолого-фациального состава пород, позволяет уточнить положение залежей нефти и газа в разрезе.

ПРИМЕР ГЕОЛОГИЧЕСКОГО РАЗРЕЗА



Геологический профиль вычерчивается вкрест простирания или по простиранию,, располагая слева на право: юг- север, юго-запад – северо-восток, запад – восток, северо-запад – юго-восток. Масштаб геологического профиля выбирают в зависимости от масштаба структурной карты. Горизонтальный и вертикальный масштабы берут одинаковыми во избежания искажения углов падения пластов.

ПОСТРОЕНИЕ СТРУКТУРНЫХ КАРТ

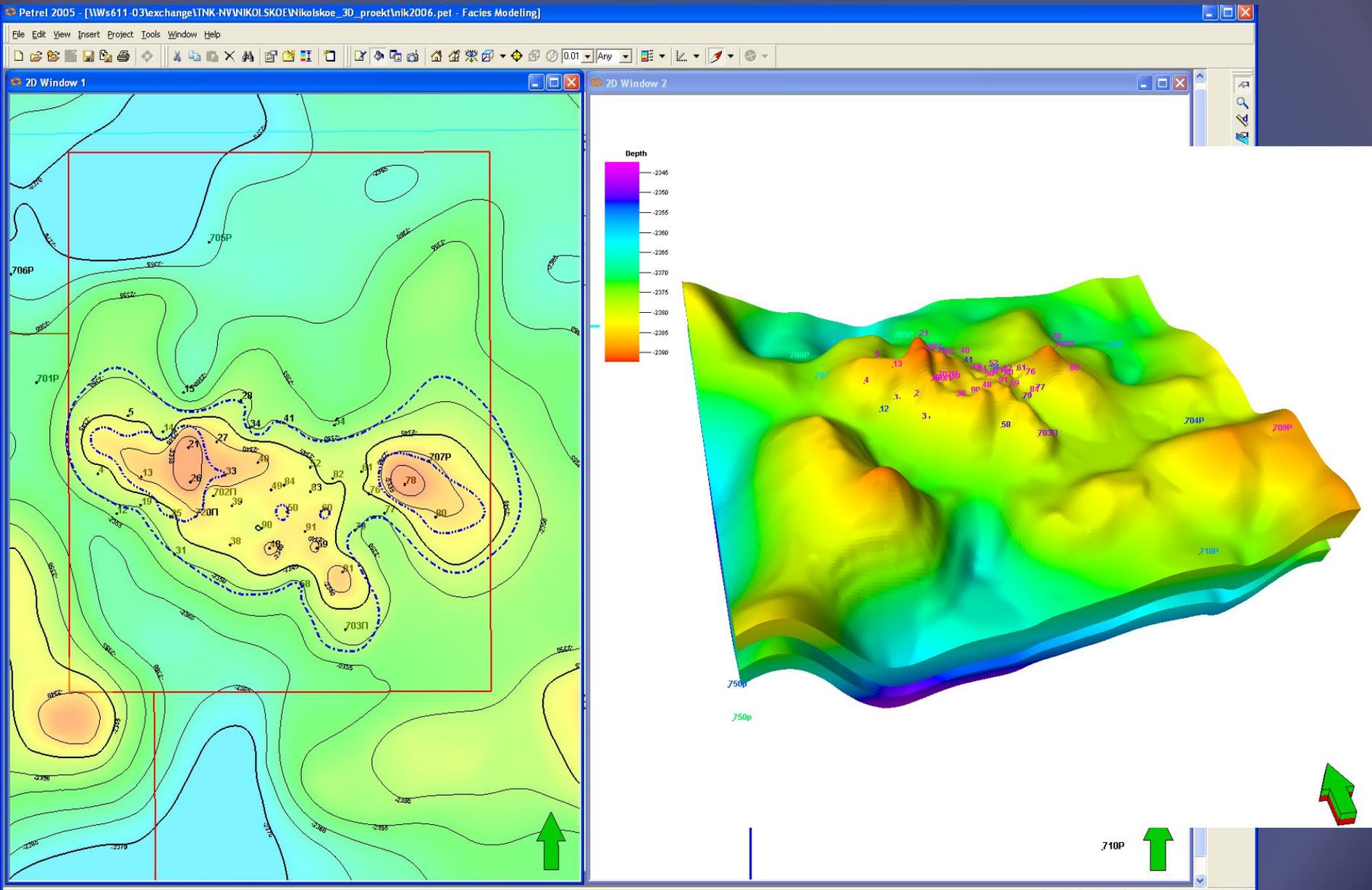
С помощью структурных карт выясняют изменение рельефа поверхности пластов, вскрытых скважинами в разрезе отложений.

Структурная карта (*в отличие от топографической, показывающей в горизонталях рельеф поверхности*) отображает в горизонталях подземный рельеф кровли или подошвы пласта, дает четкое представление о строении недр

При построении структурных карт учитываются абсолютные отметки кровли (или подошвы) пластов, а за базисную плоскость принимают уровень моря, от которого отсчитывают горизонтالي (изогипсы) подземного рельефа.

Отметки изогипс ниже уровня моря берутся со знаком минус, а выше со знаком плюс. Равные по высоте промежутки между изогипсами называются сечением изогипс. Изогипса показывает простирание пласта.

Структурная карта кровли пласта



ПОСТРОЕНИЕ КАРТ

Картопостроения в двадцать первом веке проводятся с помощью программных продуктов двухмерных или трёхмерных в зависимости от поставленных задач.

У истоков российского программирования стояли такие учёные как А.М. Волков, В.А. Бодьянов, В.М. Яковлев, В.Н. Пьянков, А. Н.Сидоров и мн. др.

Для определения абсолютной отметки кровли (подошвы) необходимо знать альтитуду устья (земли) A или альтитуду ротора скважины.

Глубина L кровли (подошвы) пласта определяется по данным ГИС и удлинение ствола скважины за счёт искривления ΔL . Абсолютная отметка кровли (подошвы) пласта H определяется по формуле:

$$H = (A + \Delta L) - L$$

Параметры макронеоднородности

Детальная корреляция по линии скважин 1-2-3 пласта БУ1

Общая толщина пласта

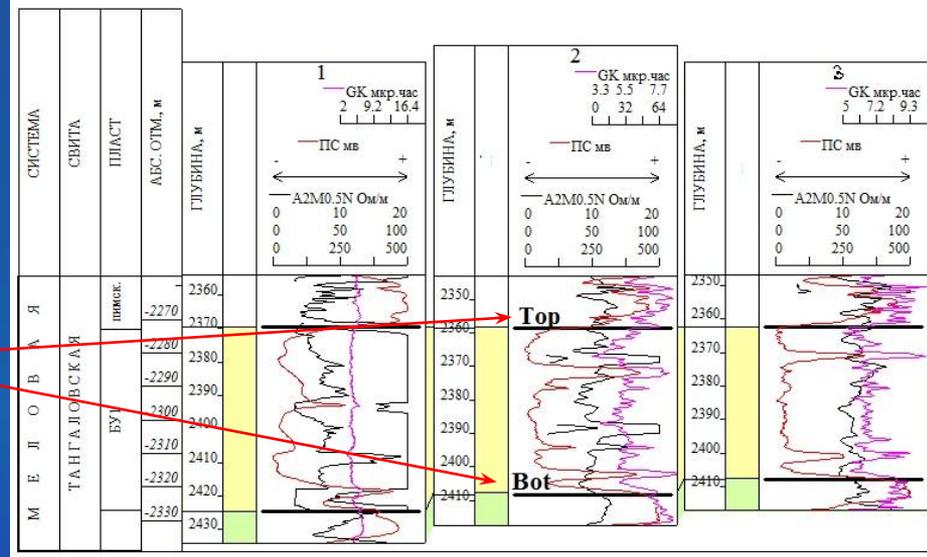
определяется по данным детальной корреляции пласта по скважинам,

$N_{об} = V_{от} - T_{оп}$, где

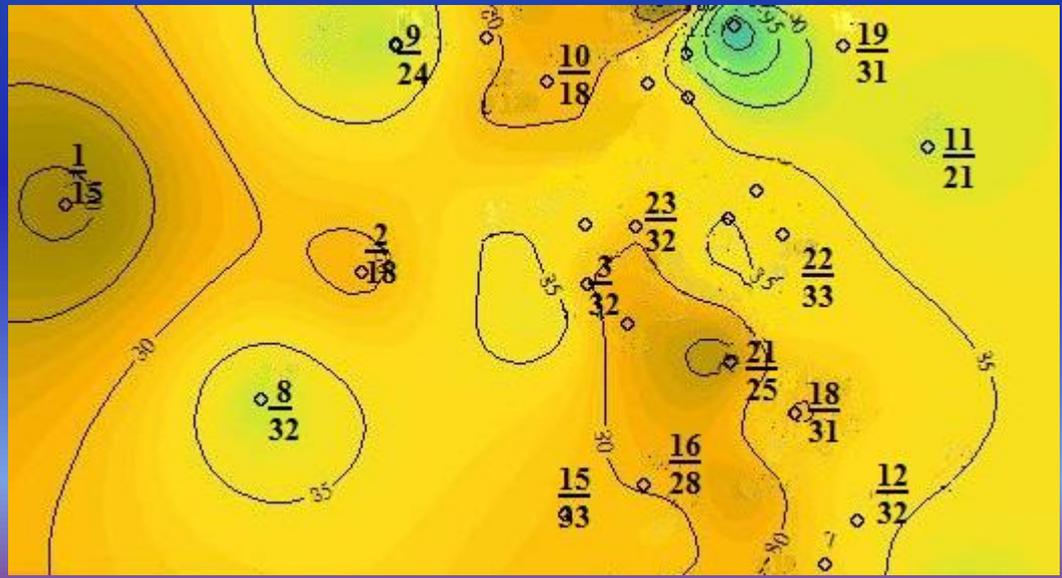
$V_{от}$ - подошва пласта, м;

$T_{оп}$ - кровля пласта, м.

По значениям общих толщин пласта для каждой скважины строится карта общих толщин, где линии равных толщин – называются **ИЗОПАХИТЫ**.



Карта общих толщин пласта БУ1



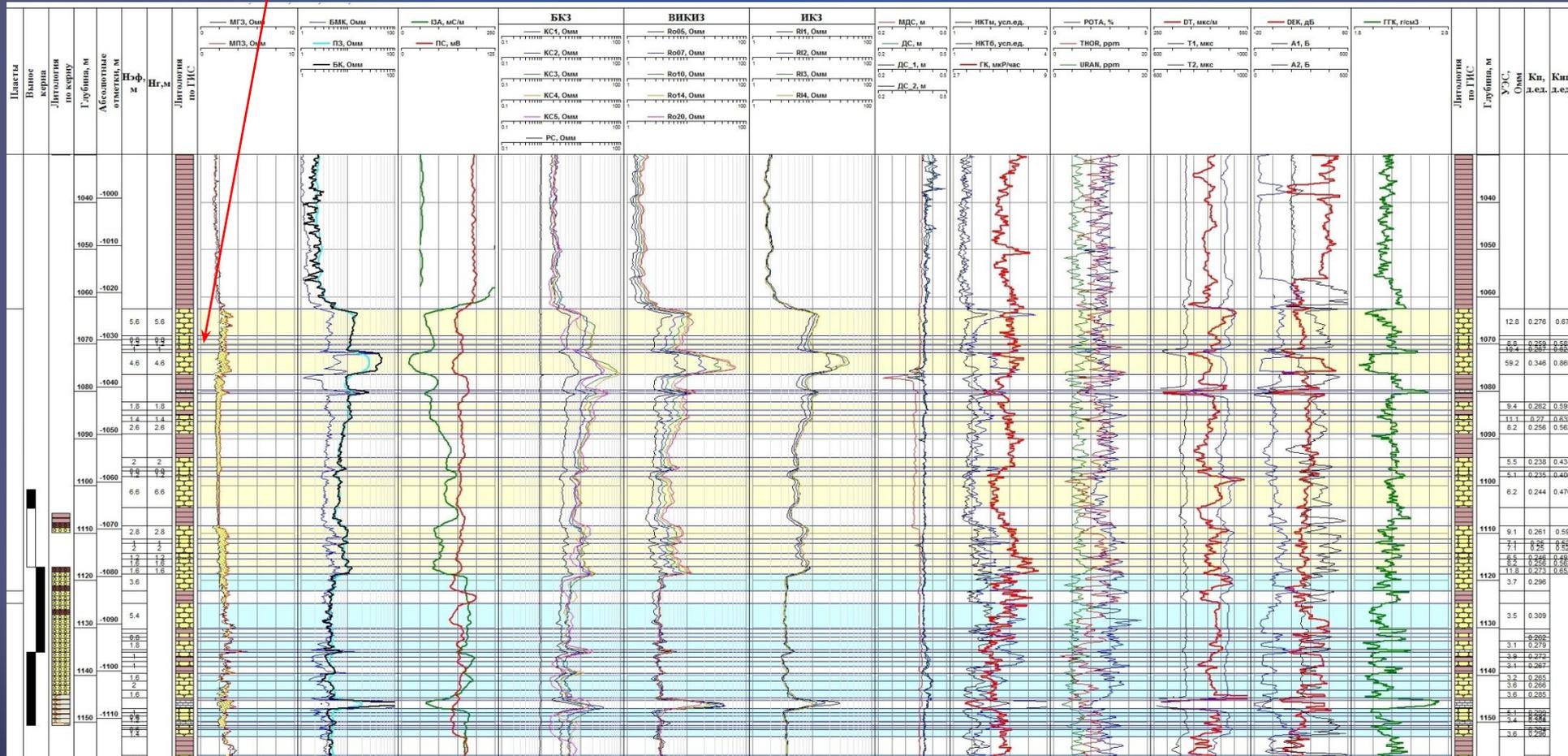
Условные обозначения:

- $\circ \frac{1}{15}$ - номер скважины
- $\frac{8}{32}$ - общая толщина пласта БУ1, м
- 30 - изопачита пласта БУ1, м

Макронеоднородность

Эффективная толщина пласта (hэфф),

определяется по комплексу геофизических исследований скважин с привязкой керна, как сумма коллекторов в пределах пласта



По значениям эффективных толщин строятся карты эффективных толщин пласта

Макронеоднородность

Коэффициентом песчанистости – отношение эффективной толщины к общей в долях ед.

$K_{\text{пес}} = h_{\text{эфф}} / h_{\text{об}}$, по картам песчанистости выделяют зоны максимальных и минимальных значений параметров.

Расчленённость пласта – количество пропластков коллекторов, рост расчленённости указывает на значительную неоднородность пласта.

Микронеоднородность

К параметрам микронеоднородности относятся фильтрационно-емкостные параметры: пористость и проницаемость пласта, газо- нефтенасыщенность, которые определяются по данным керна и геофизических исследований скважин



Микронеоднородность

Пористость – ёмкостная характеристика породы, которая определяет долю объёма породы, занятую флюидосодержащими пустотами.

$$m = (V_{п}/V_{о}) * 100\%$$

Коэффициент пористости выражен в долях единиц.

Пористость определяется по материалам исследования керна и данных интерпретации геофизических исследований скважин

Виды пустот по форме: поры (межзерновые пустоты), каверны, трещины. Пористость межзерновая (гранулярная), трещинная, кавернозная.

По происхождению пустоты подразделяются на первичные и вторичные.

Глины.....пористость 6,0%;

Пески..... пористость 35,0%;

Песчаники..... пористость 16,0-30,0%;

Известняки пористость 2,0-33,0%;

Микронеоднородность

По размеру поры подразделяются:
на обыкновенные (сверхкапиллярные) диаметр пор более 0,5 мм;
капиллярные – диаметр пор от 0,5 до 0,0002 мм;
субкапиллярные – диаметр пор менее 0,002 мм.

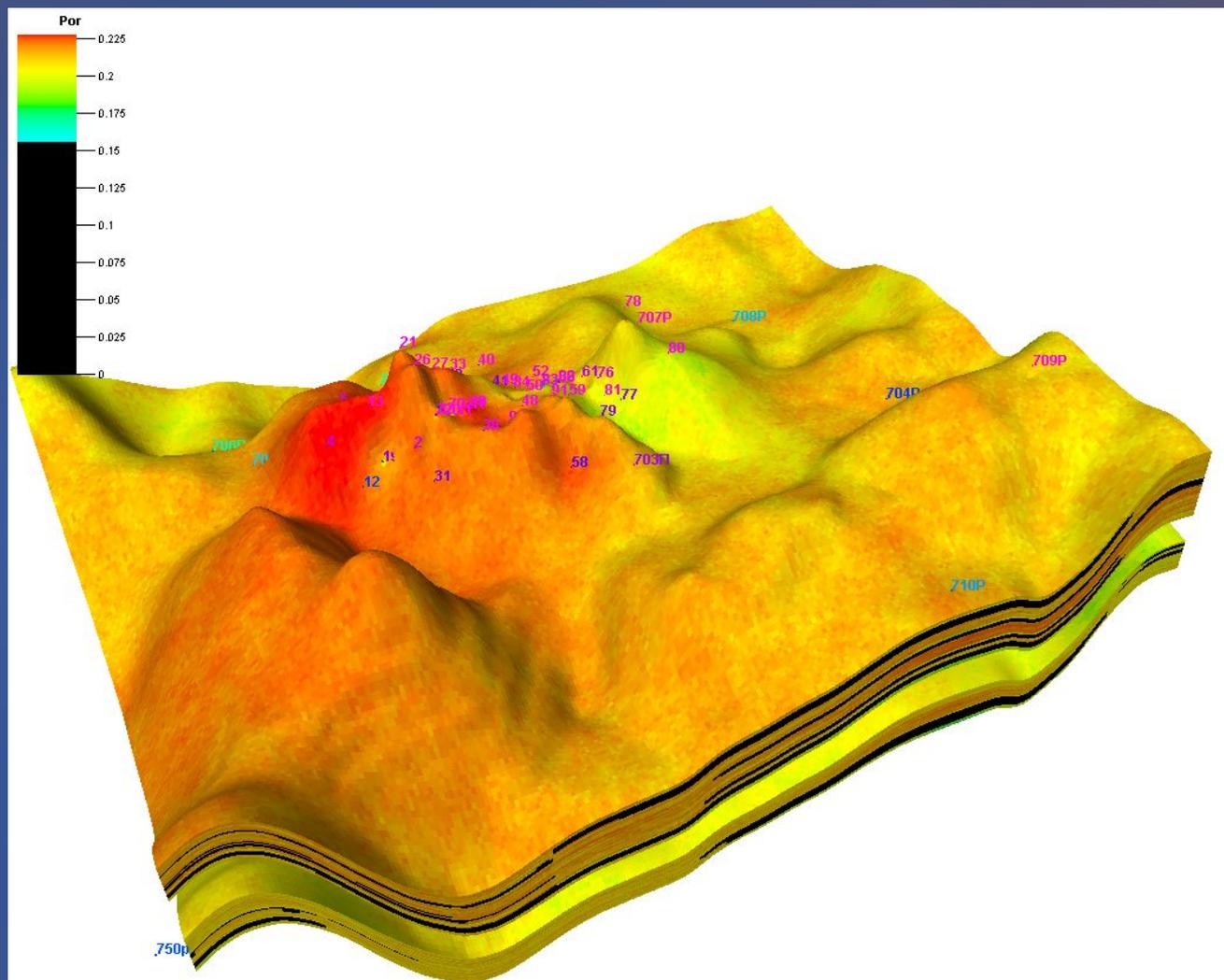
Виды пористости – общая (абсолютная);
открытая; эффективная.

Общая пористость – доля объёма всех пустот в породе

Открытая пористость – доля объёма сообщающихся
пустот в породе

Эффективная пористость – доля объёма пор, занятых
нефтью.

Фрагмент куба коэффициента пористости



Микронеоднородность

Проницаемость пород- свойство пропускать флюиды при наличии перепада давления. Проницаемость зависит от размеров и формы открытых пор породы и от свойств фильтруемой жидкости или газа.

При оценки проницаемости используется закон Дарси

$K_{пр} = Q * \mu * l / (S(p_1 - p_2))$, Q -расход жидкости, прошедший образец, м³/с; S – площадь поперечного сечения образца, м²; μ - абсолютная вязкость жидкости Па*с; l – длина образца, м; $p_1 - p_2$ – разность давлений, Па; $K_{пр}$ - коэффициент проницаемости, м².

Виды проницаемости пород:

абсолютная, эффективная и относительная.

Абсолютная (физическая) проницаемость для сухого, инертного по отношению к породе газа.

Эффективная (фазовая проницаемость – проницаемость для данной жидкости при наличии в породе другой жидкости или газа.

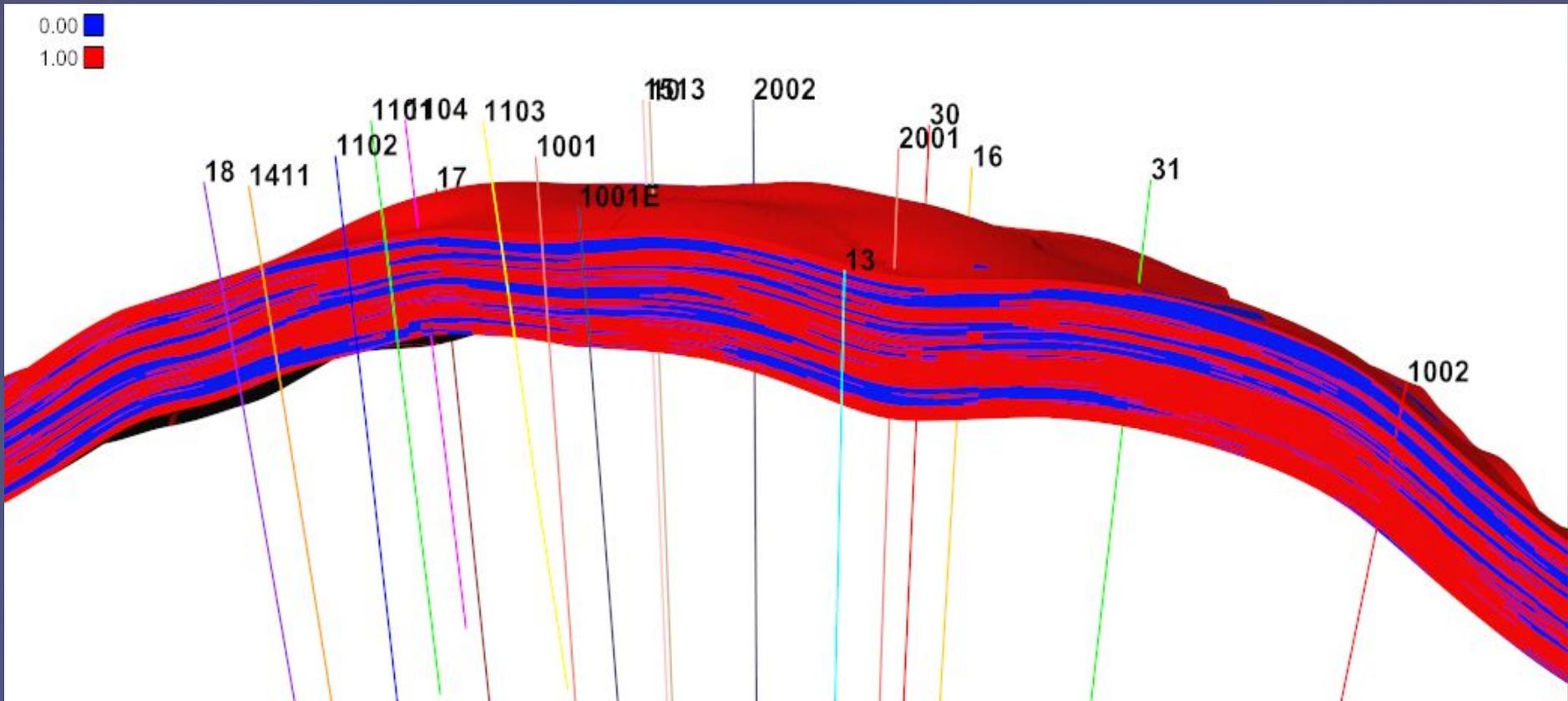
Относительная проницаемость²⁶ равна отношению эффективной проницаемости к абсолютной.

Кондиционные значения параметров

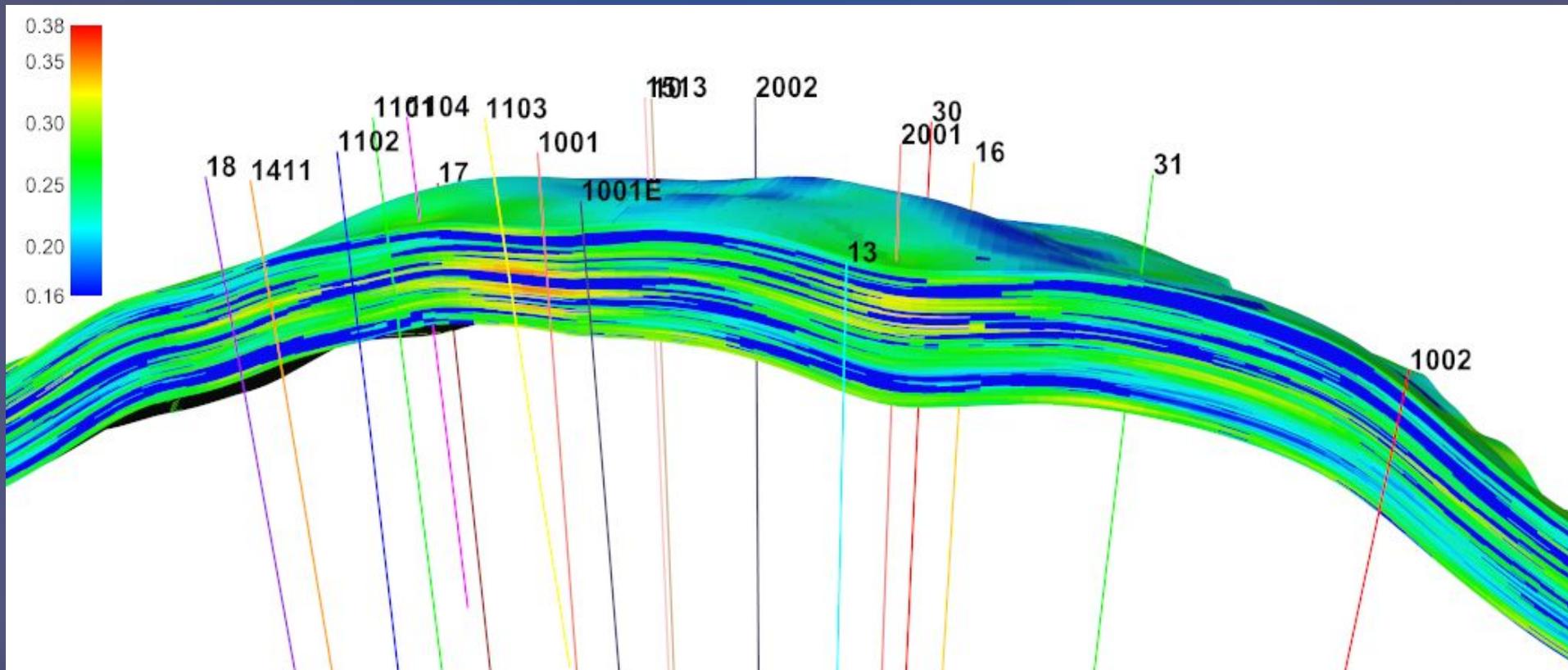
Основные этапы определения промышленных кондиций следующие:

- 1) установление связи между удельным коэффициентом продуктивности и проницаемостью;**
- 2) определение проницаемости пласта, соответствующей его минимальной рентабельной продуктивности;**
- 3) расчет кондиционного значения открытой пористости пласта по найденной зависимости между открытой пористостью и проницаемостью.**

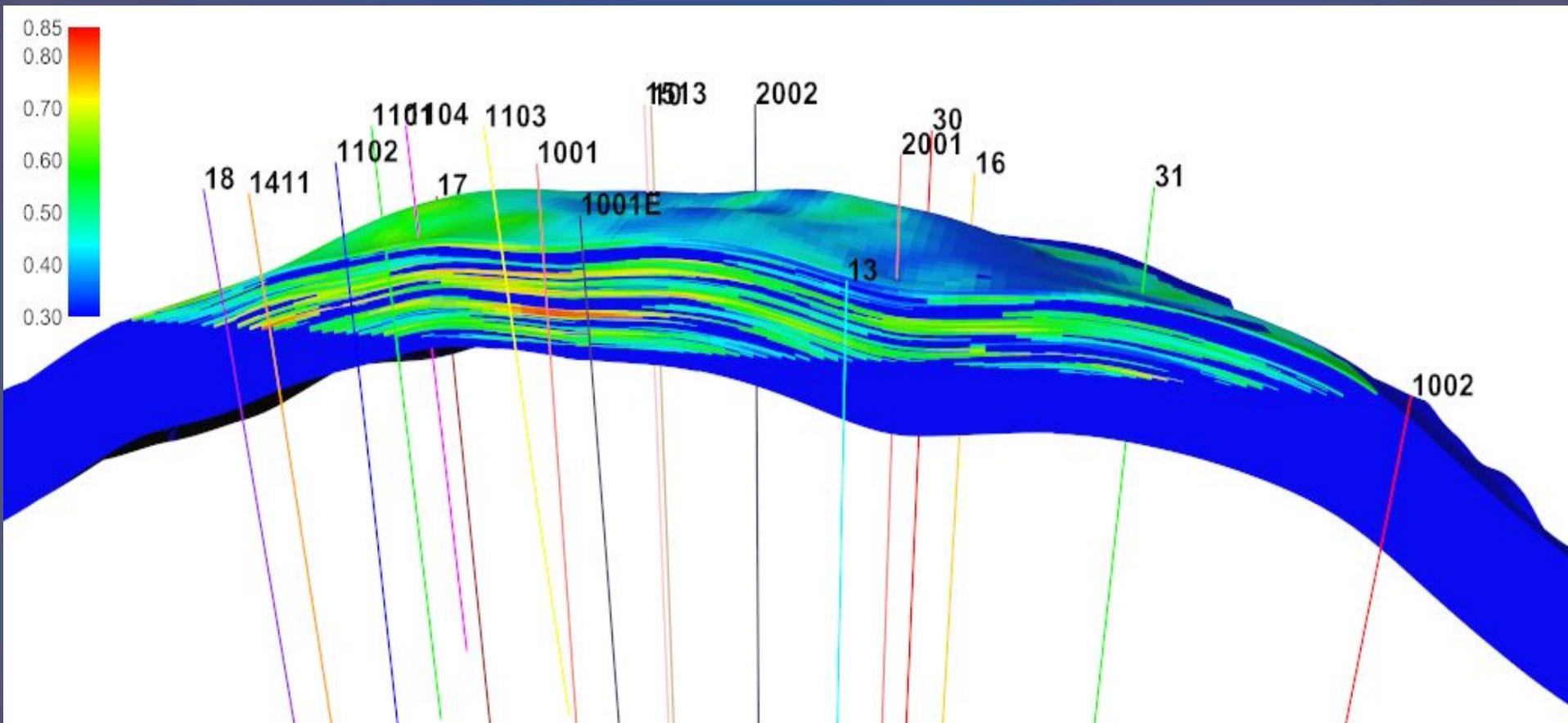
Трёхмерные модели параметров неоднородности



Фрагмент куба коэффициента пористости



Фрагмент куба коэффициента нефтегазонасыщенности



Классификация обломочных терригенных пород по размерам слагающих их частиц

Гранулометрический состав- относительное содержание частиц различного размера в породе.
Чем крупнее зёрна в породе тем больше пористость и проницаемость.

Размеры обломков, мм	Наименование обломков	Группы пород		Рыхлые породы, сложенные обломками		Сцементированные породы, сложенные	
				окатанными	угловатыми	окатанными	угловатыми
1000	Глыбы	Крупнообломочная (псе-фиты)		Глыбы		Глыбовые брекчии	
1000—500, 500—250, 250—100	Валуны, <u>опломы</u>			<u>Валунник</u> — крупный, средний, мелкий	<u>Отломник</u> — крупный, средний, мелкий	Валунные конгломераты — крупно-, средне-, <u>мелковалунны</u>	Брекчии - крупно-, средне-, <u>мелкоотломные</u>
100—50, 50—25, 25—10	Галька, щебень			Галечник — крупный, средний,	Щебень — крупный, средний,	Конгломераты - крупно-, средне-,	Брекчии — крупно-,
10-5, 5—2,5, 2,5—1	Гравий, дресва			Гравий - крупный, средний, мелкий	Дресва - крупная, средняя, мелкая	<u>Гравелиты</u> - крупно-, средне-, <u>мелкогравийн</u>	<u>Дресвяники</u> - крупно-, средне-, <u>мелкодрес</u>
1—0,5, 0,5—0,25	Песок	Мелкообломочная	Пески (псаммиты)	Песок — крупный, средний, мелкий		Песчаники - крупно-, средне-, мелкозернистые	
0,1—0,05, 0,05—0,01	Алеврит		Алевриты	Алевриты - крупные, мелкие		Алевриты - крупно-, мелкоалевритовые	
0,01—0,001, <0,001	<u>Пелит</u>	Глинистые породы		Глины - крупнопелитовые (крупнодисперсные), тонкопелитовые (<u>тонко</u>		Уплотненные глины, аргиллиты	