

# Оценка углеводородного потенциала глубокопогруженных отложений Южно-Каспийского бассейна

**Ибрагим Гулиев**, НАН Азербайджана

**Вагиф Керимов**, МГРИ-РГГРУ им. С. Орджоникидзе,  
РГУ нефти и газа (НИУ) имени И.М. Губкина

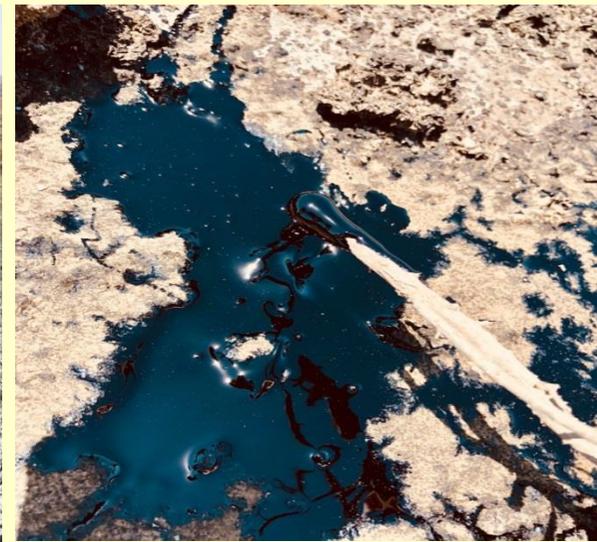
**Дадаш Гусейнов**, НАН Азербайджана

**Рустам Мустаев**, МГРИ-РГГРУ им. С. Орджоникидзе,  
РГУ нефти и газа (НИУ) имени И.М. Губкина

# Нефтегазоносность глубокопогруженных отложений Южно-Каспийского бассейна

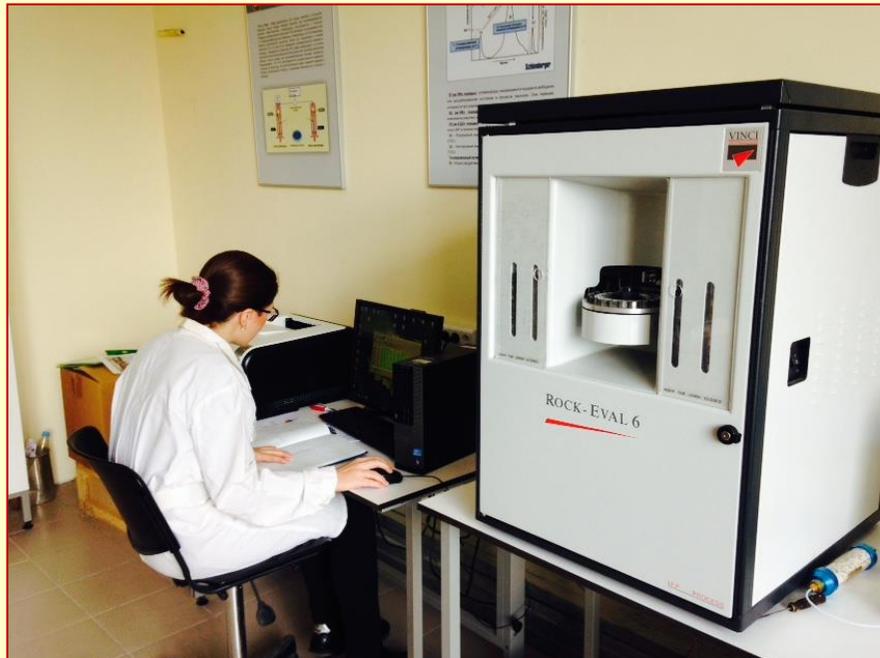
- Еще несколько десятилетий тому назад самые глубокие залежи нефти были выявлены в Азербайджане. Нефть на глубине 6170 м обнаружена на площади Булла-Дениз.
- На глубине порядка 7 км в азербайджанском секторе Каспийского моря, было открыто уникальное газоконденсатное месторождение Шах-Дениз с запасами газа около 1,2 трлн.м<sup>3</sup>
- Максимальные глубины нахождения углеводородных газов установлены в бассейне Анадарко (8,1 км., месторождение Миллс-Ранч. В Мексиканском заливе были пробурены сверхглубокие скважины и вскрыты залежи нефти на глубинах 8,1 км и 10,6 км.

# ЭКСПЕДИЦИЯ ПО ГРЯЗЕВЫМ ВУЛКАНАМ ЮКБ



# Метод Rock Eval 6

Обеспечивает оценку генерационного потенциала осадочных толщ и позволяет определить спектр параметров (более 20), отражающих качественные и количественные характеристики ОВ пород.

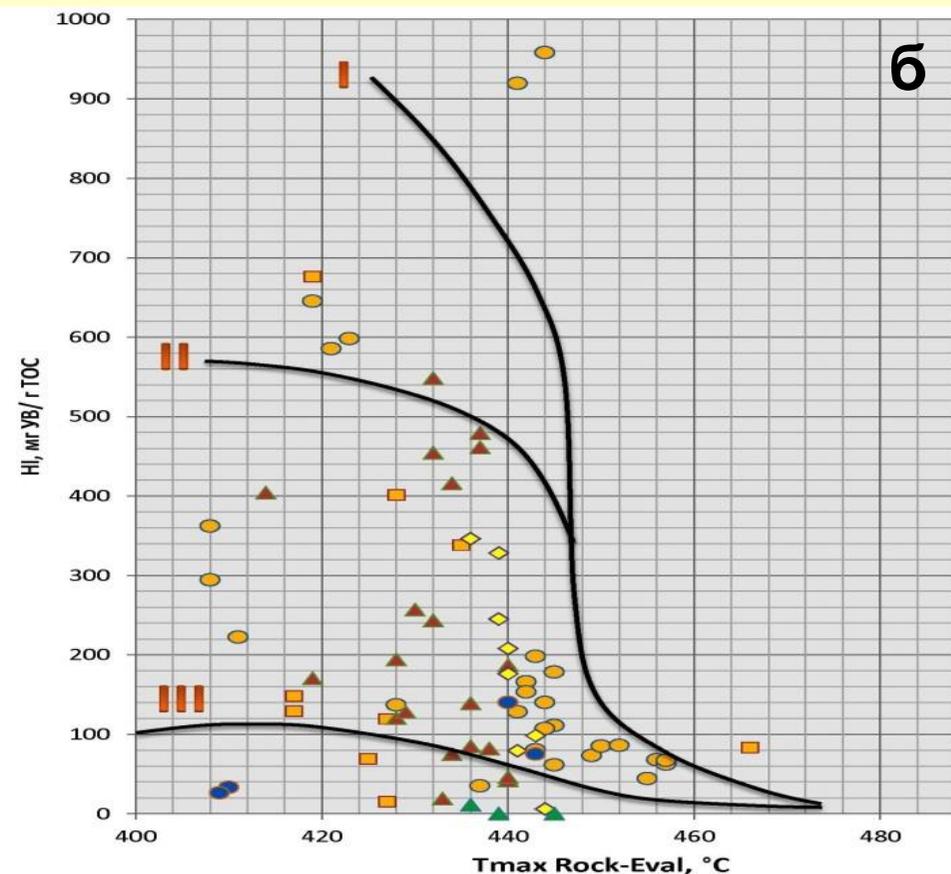
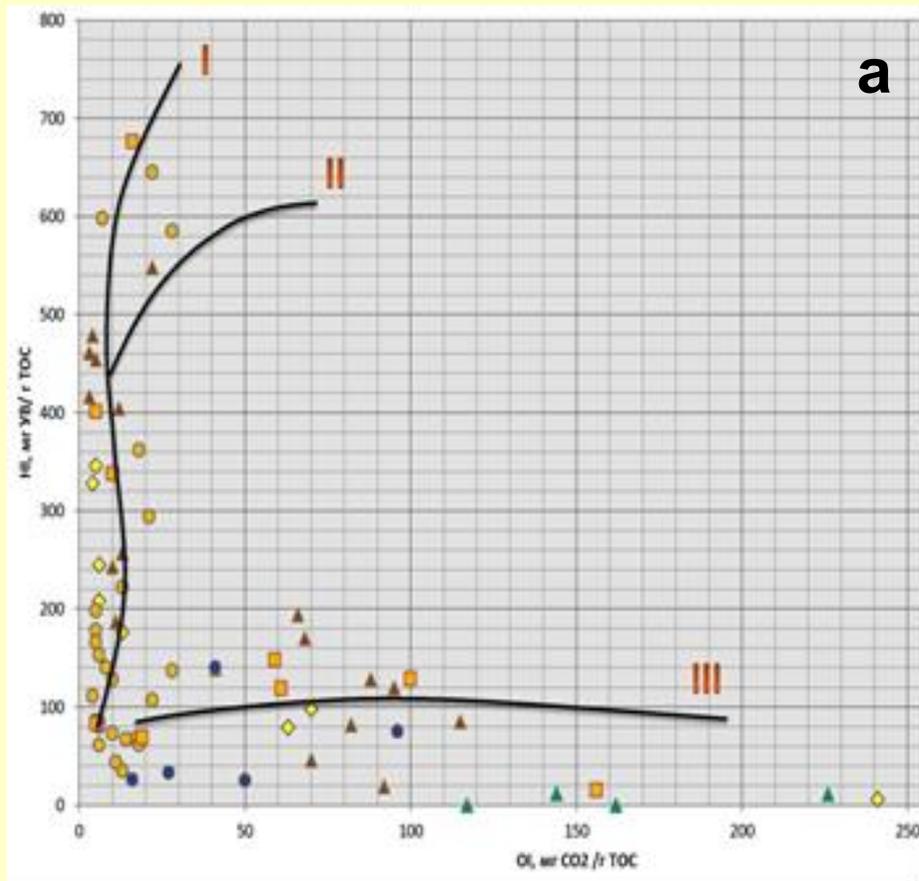


## РАБОЧАЯ СТАНЦИЯ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ВИТРИНИТА НА ОСНОВЕ МИКРОСКОПА Axio Scope A1



Для оптических исследований и количественных определений показателя отражения витринита и для определения типа органического вещества

# Модифицированные диаграммы Ван-Кревелена - зависимость водородного индекса HI от кислородного индекса OI (а) и зависимости водородного индекса HI от максимальной температуры пиролиза Tmax (б)



◆ Плиоцен    ● Миоцен    ■ Оligоцен    ▲ Эоцен    ▲ Мел    ● Юра

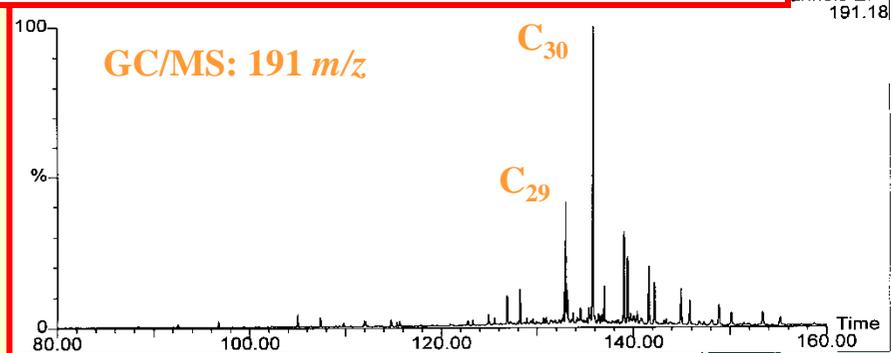
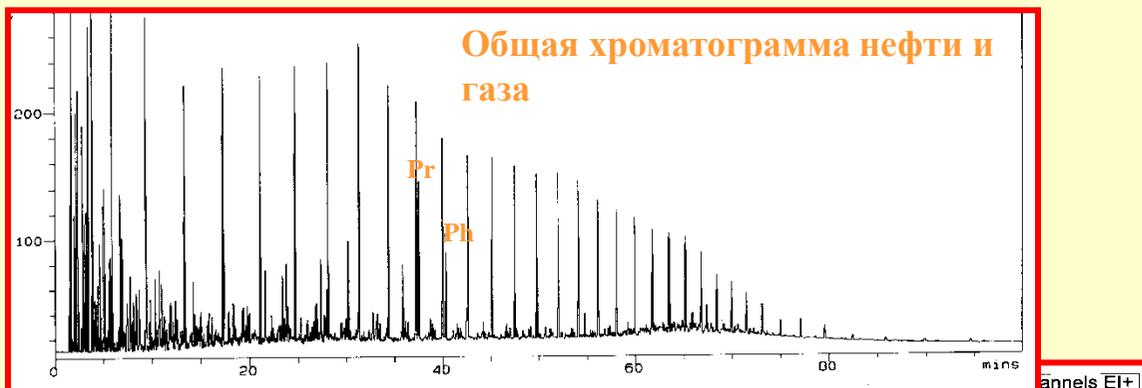
# Многокомпонентный состав УВ и источник: нефть



Нефти в залежах имеют сходные молекулярные характеристики\*

- низкое содержание серы (< 0.10%) и сильно варьируется удельный вес
- отношение пристана к фитану : 1.4 to 1.6
- низкое отношение гопан/стеран и диастеран/нормальный стеран
- $C_{29}$  гопан меньше чем  $C_{30}$  гопан
- сходное распределение  $C_{27}$ ,  $C_{29}$ , и  $C_{29}$   $\alpha\alpha$  стеранов

\*различия в гравитационных свойствах могут быть результатом вторичных изменений и проблем при отборе проб

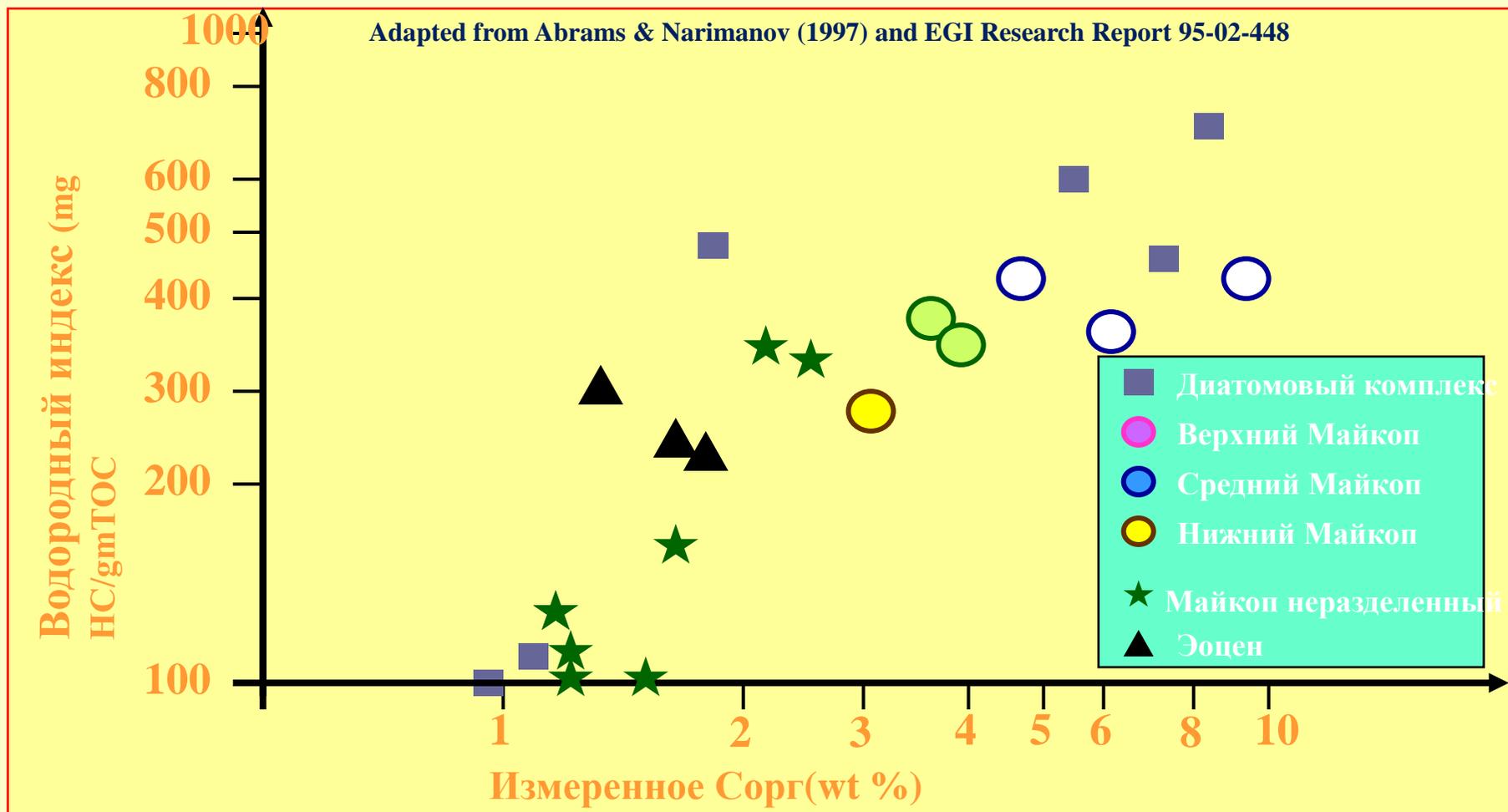


# Многокомпонентный состав УВ и источник : породы

→ Хорошие свойства нефтематеринских пород: Эоцен - Верхний Миоцен

-  $C_{\text{орг}}$  (ТОС) до 7.8 %

- Водородный индекс(НИ) до 708 mg HC/ gm  $C_{\text{орг}}$

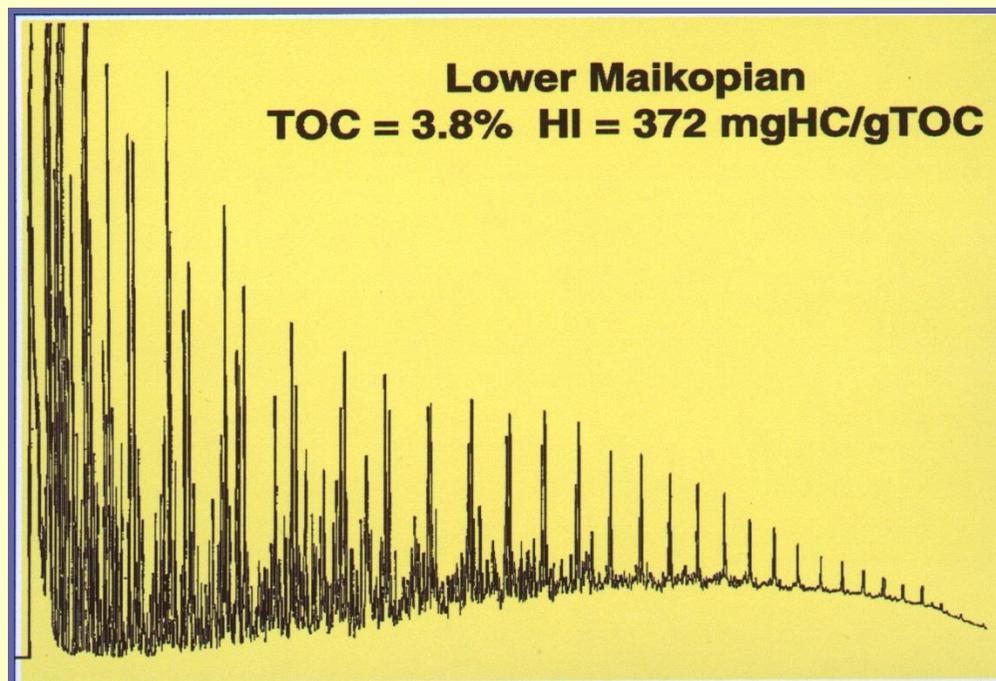


# Многокомпонентный состав УВ и источник: породы

→ Газовые источники: Майкоп и моложе

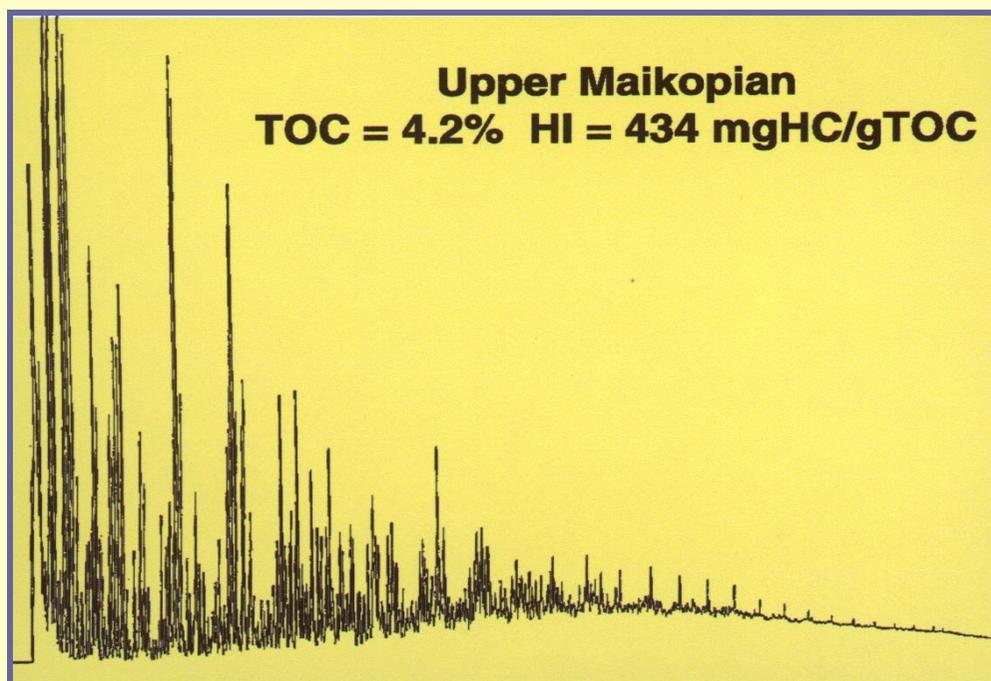
## Пиролиз - Газовая хроматограмма богатых органикой частей

Больше нефти чем газа



- высоко парафинистые соединения
- мало ароматических и полярных

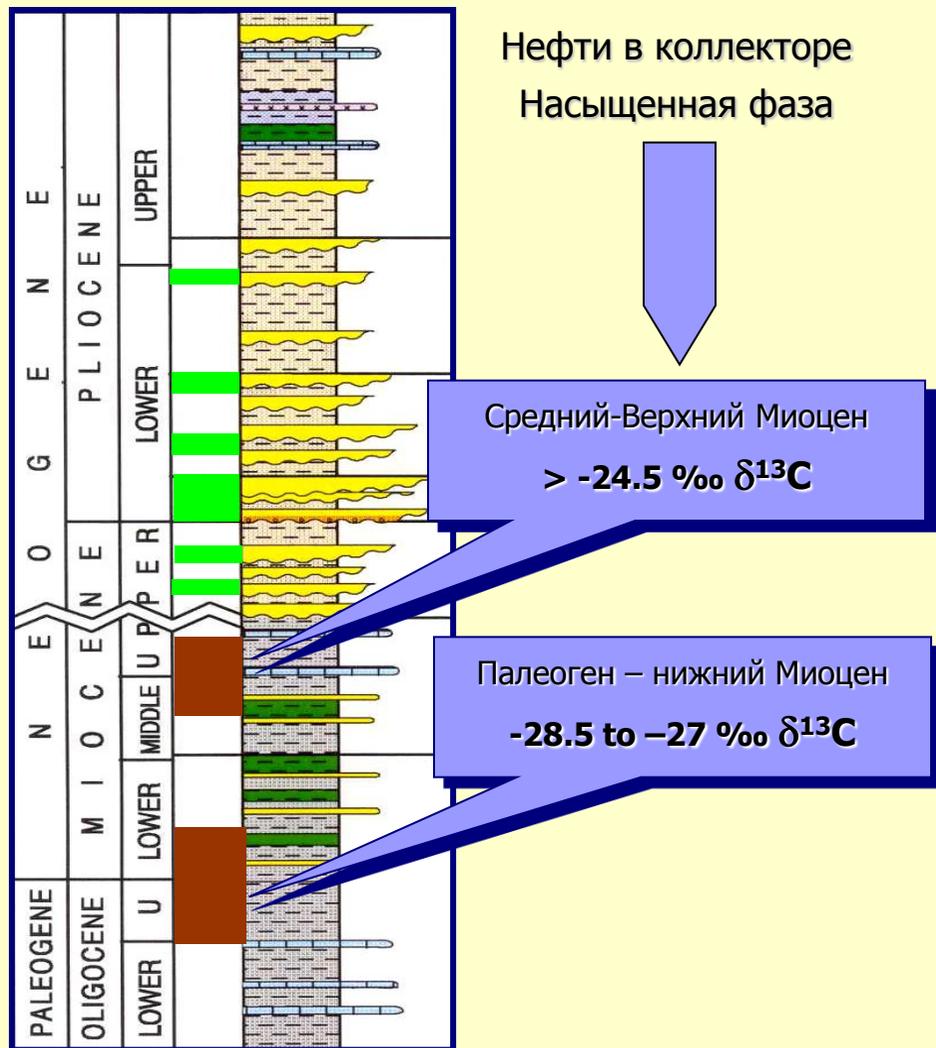
Больше газа чем нефти



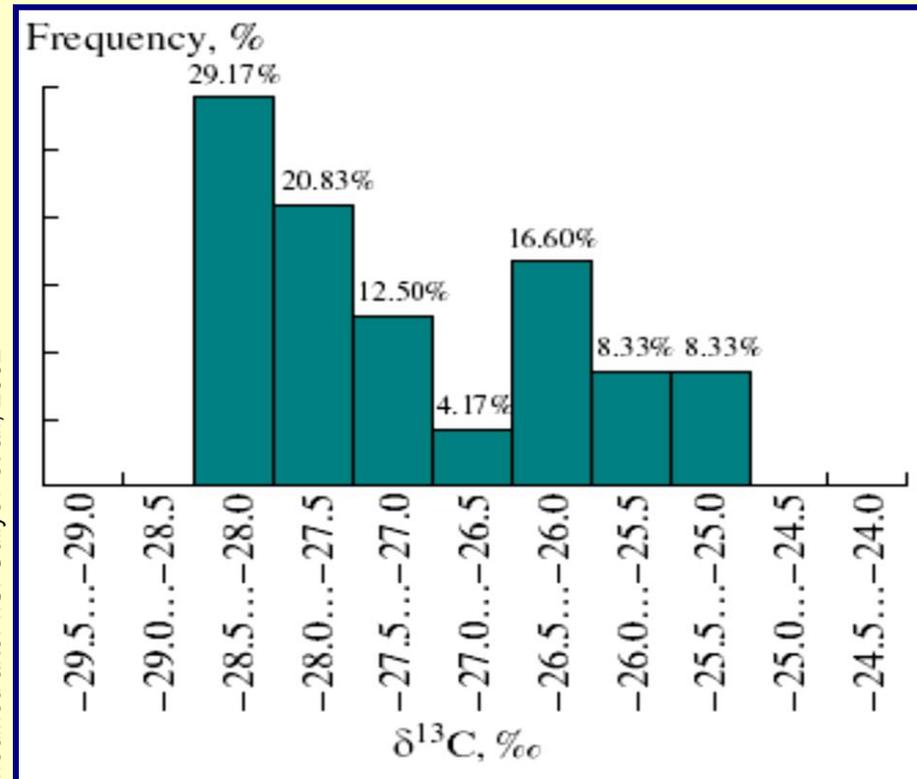
- низко парафинистые соединения
- много ароматических и полярных

# Геохимический состав: нефть

Нефть из грязевых вулканов имеет типичный изотопический знак углерода палеогена-нижнего миоцена, со смесью с диатомовыми.



modified after I.S. Guliyev et al., 2002



**Частота распределения  $\delta^{13}\text{C}$  (грязевые вулканы ЮК6)**

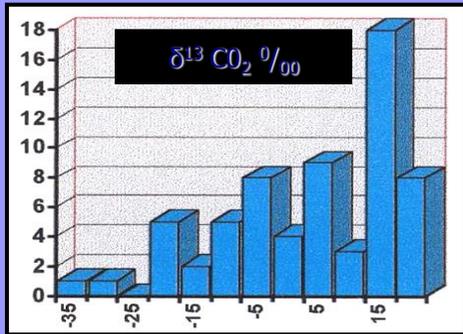
50%: нефти - Палеоген – нижний Миоцен

17%: нефти - Средний-Верхний Миоцен

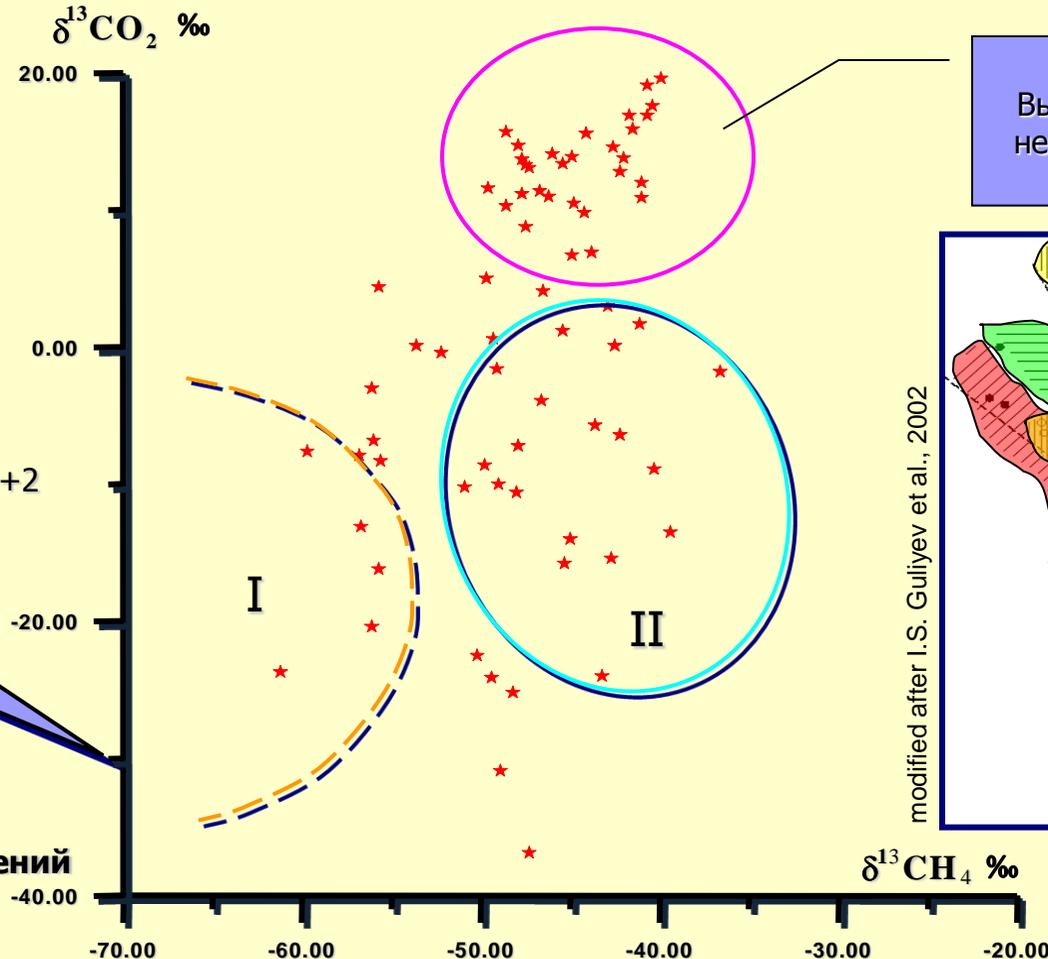
33%: Смеси вышеуказанных нефтей

# Геохимический состав: газ

Газы грязевых вулканов имеют углеводородный состав и состоят в основном из метана ( $\text{CH}_4$ ) (79-98%), а небольшая примесь этана ( $\text{C}_2\text{H}_6$ ), пропана ( $\text{C}_3\text{H}_8$ ), бутана ( $\text{C}_4\text{H}_{10}$ ), пентан ( $\text{C}_5\text{H}_{12}$ ) и другие не углеводородные газы, таких как  $\text{CO}_2$  (0,54-10,3%), N,  $\text{H}_2\text{S}$ , Ar и He.



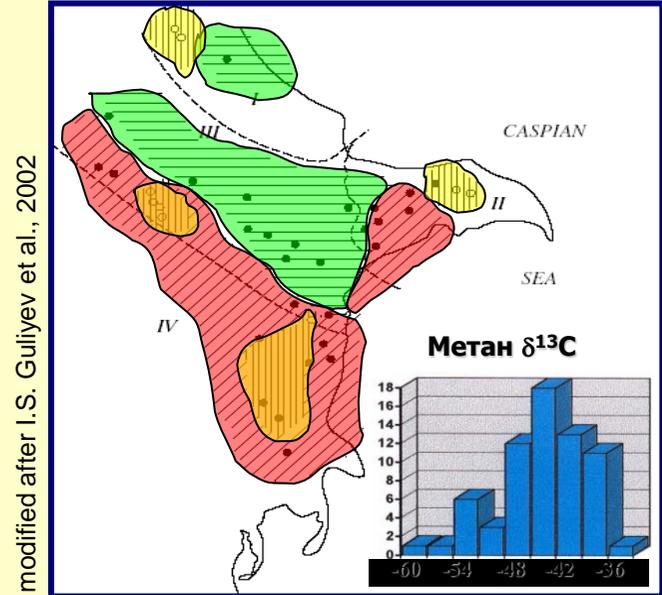
δ<sup>13</sup>CO<sub>2</sub> ‰  
 Метаморфизм: от +8 до -4  
 Термокаталитический: от -16 до +2  
 Биохимический: <-16  
 Гидротермальный: от -7 до 0



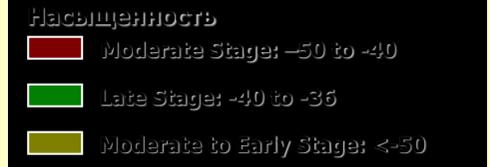
I - Почвенные и болотные газы

II - Газы нефтяных месторождений

**Ультра-тяжелые CO<sub>2</sub>**  
 Высокобиодеградированные нефти аккумулированные на небольшой глубине



modified after I.S. Guiyev et al., 2002

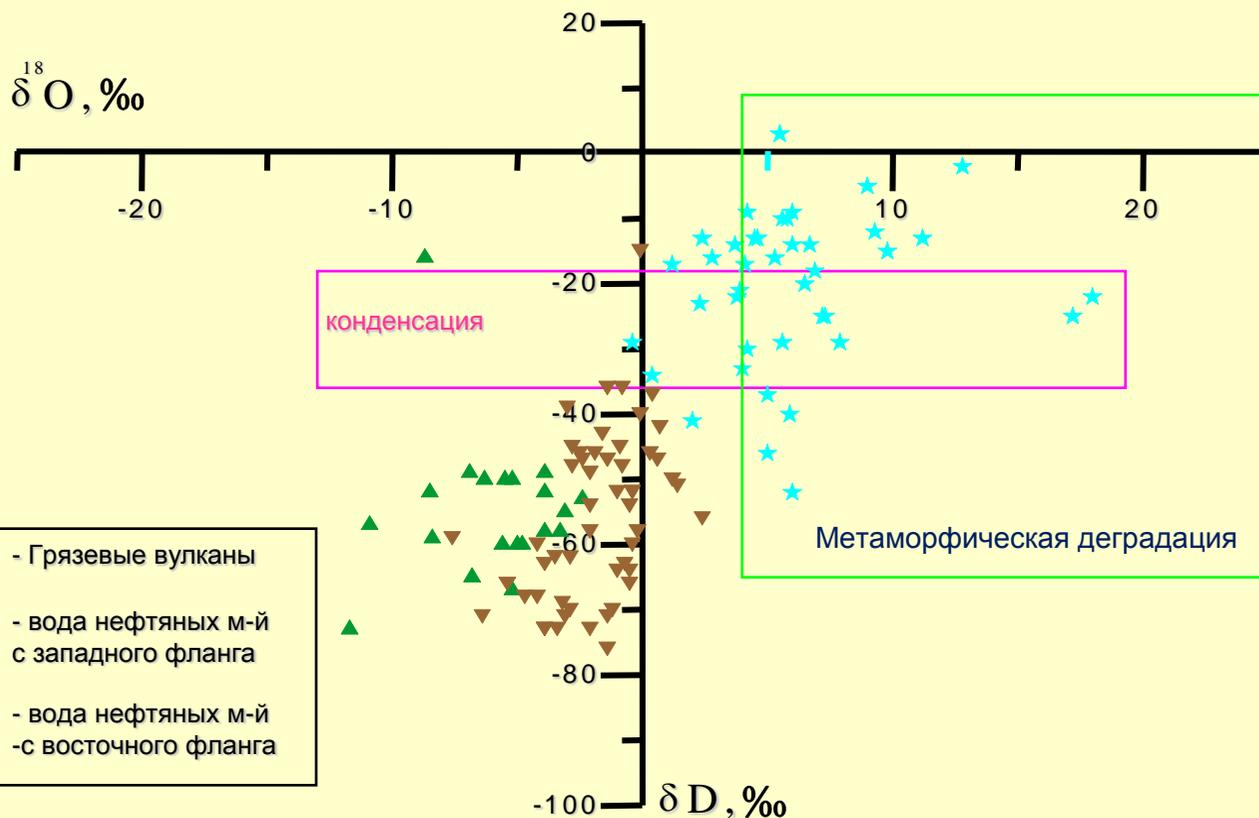




# Геохимический состав: вода

Воды грязевых вулканов генетически связаны с:

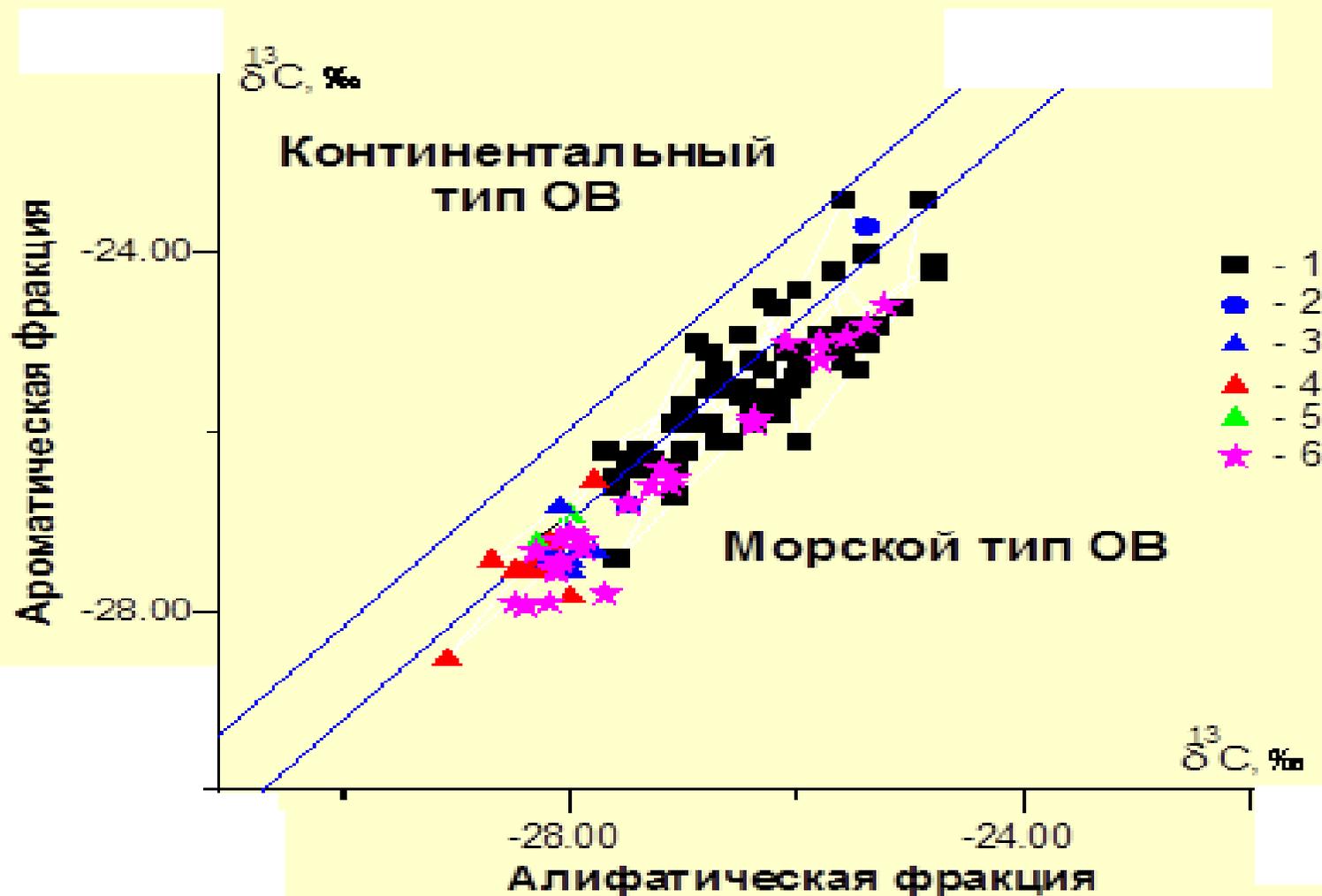
- Метаморфической дегидратацией
- Конденсации



Возможные глубинные разломы

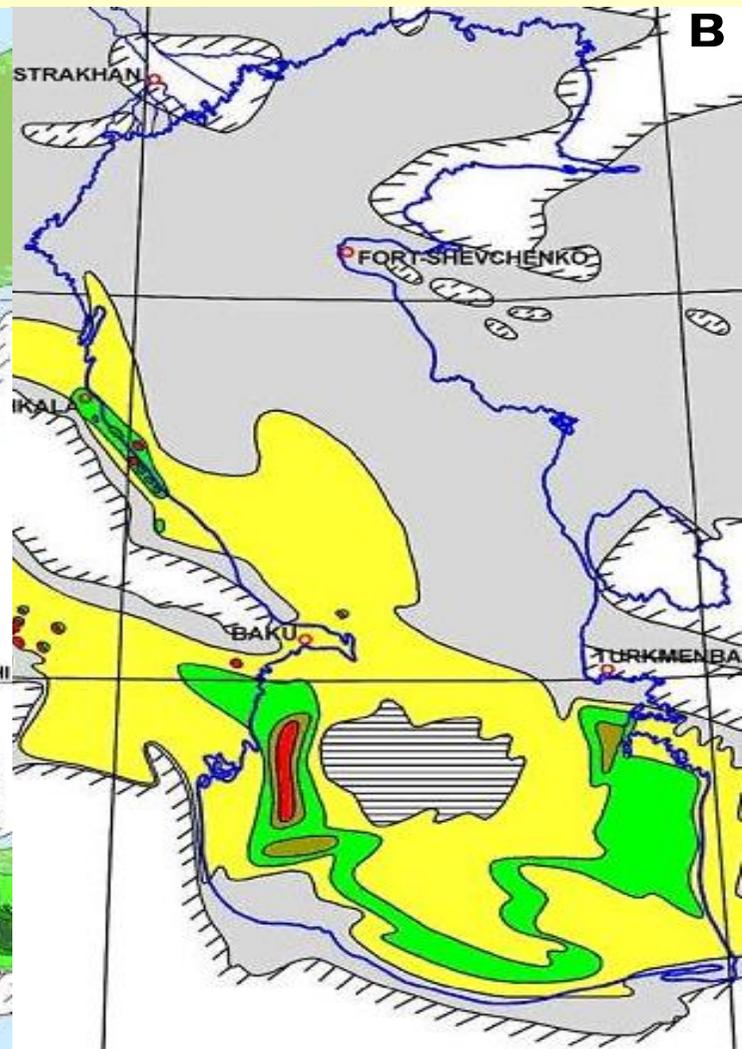
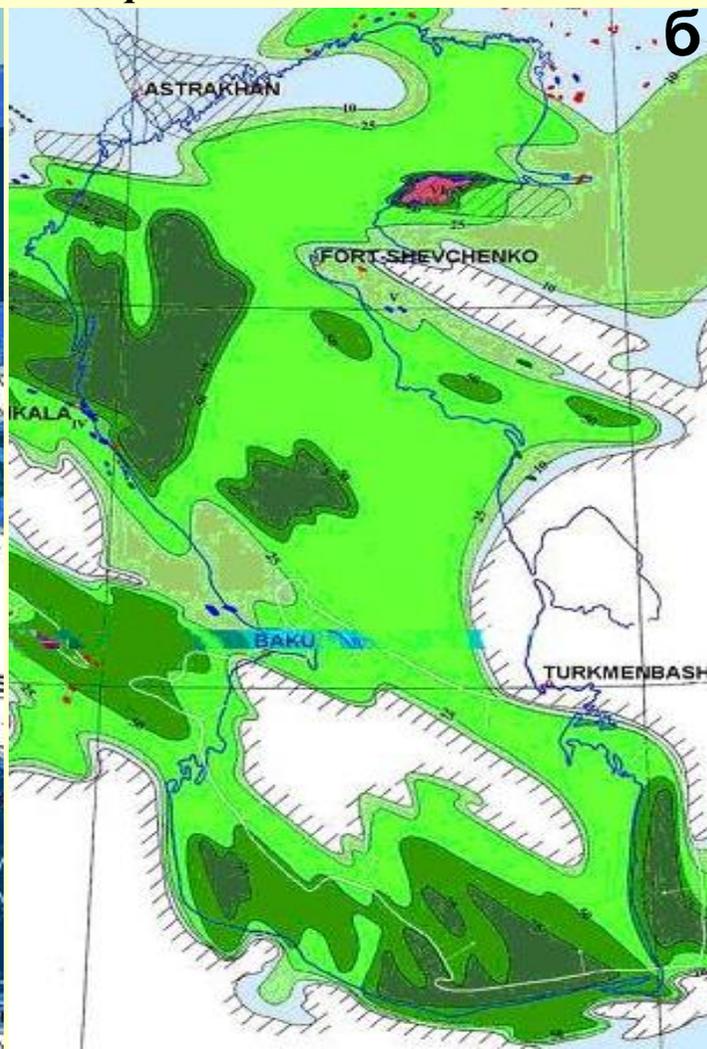
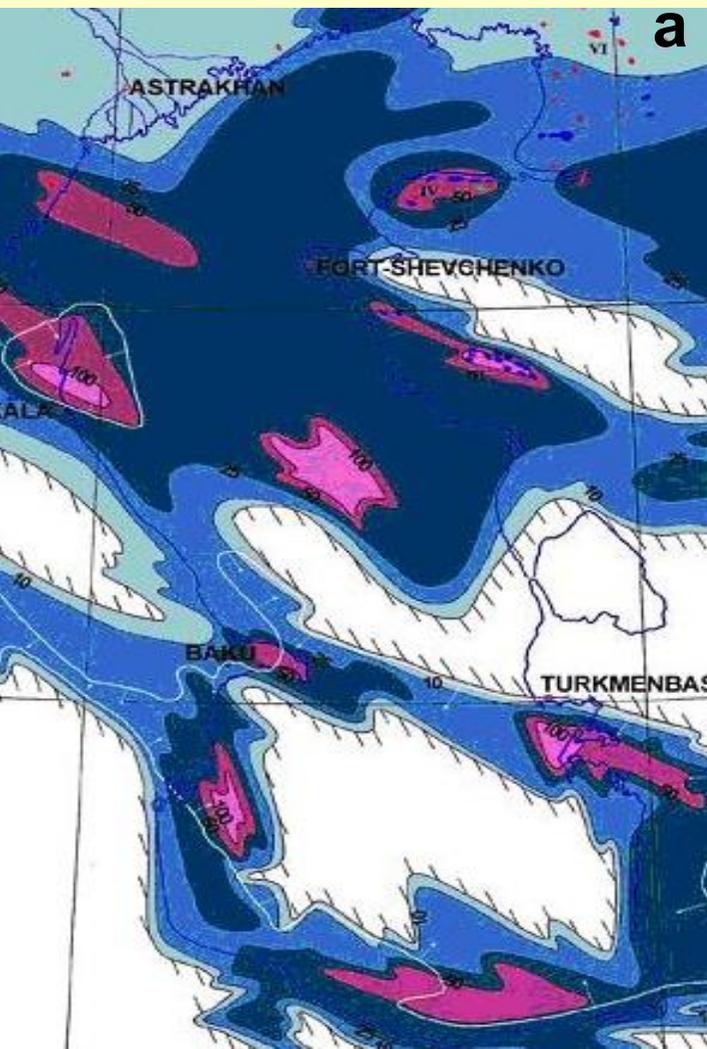
# Изотопно-геохимическая корреляция нефтей разновозрастных резервуаров и грязевых вулканов ЮКб.

Условные обозначения: 1-5 нефти из коллекторов (1-плиоценового, 2-диатомового, 3-майкопского, 4-эоценового, 5-верхнемелового комплексов), 6-нефти грязевых вулканов.



# Ареалы распространения глубоких углеводородных систем в акватории Каспийского моря с залеганием кровли углеводородной системы на глубине свыше 7 км:

*а- юрского возраста; б- мел-эоценового возраста; в- олигоцен-миоценового возраста с глубиной залегания кровли комплекса свыше 9 км*



# АКТИВНЫЕ УГЛЕВОДОРОДНЫЕ СИСТЕМЫ

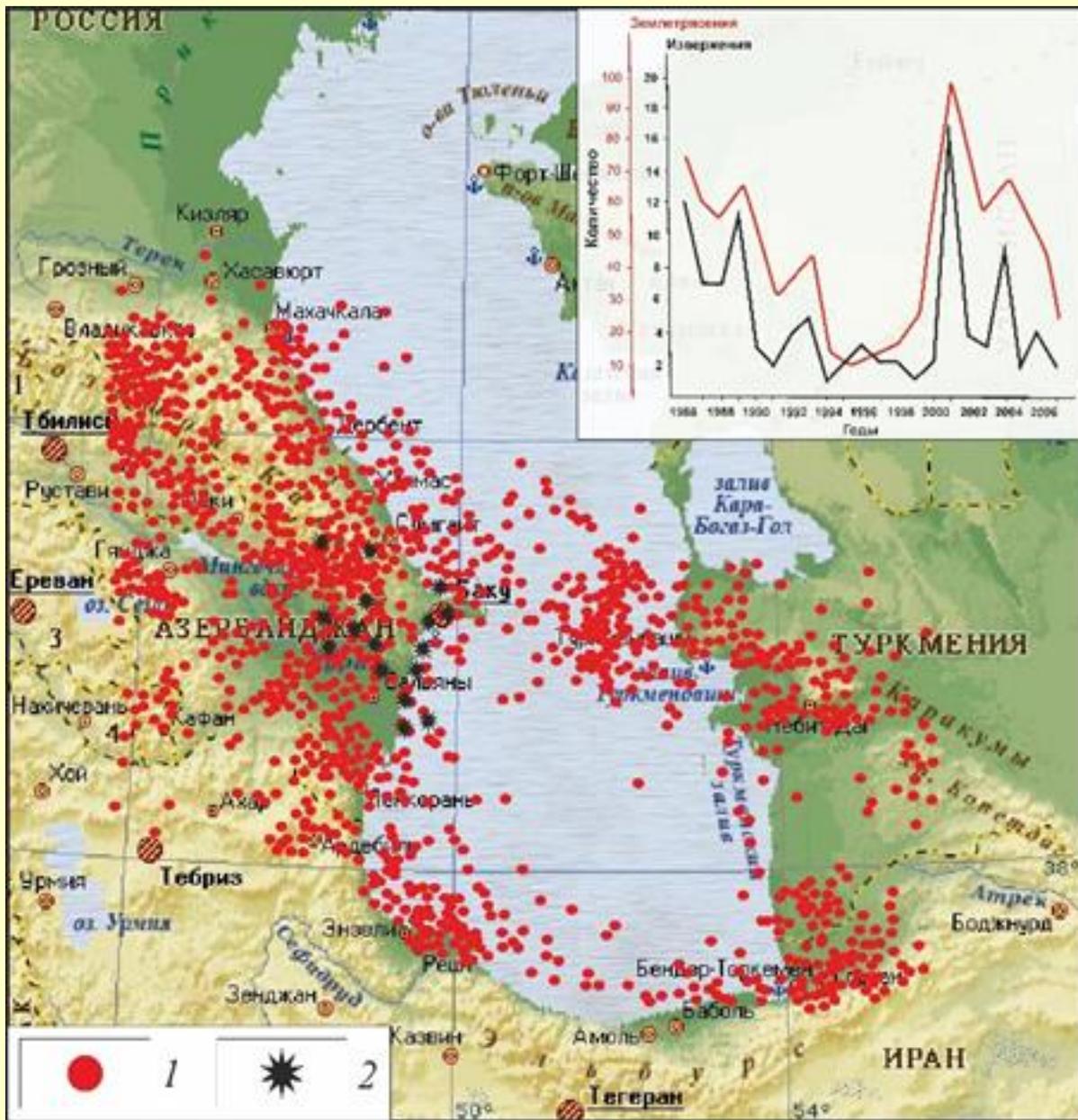
*Активные углеводородные системы наблюдаются:*

1. В молодых бассейнах, для которых характерны высокие скорости седиментации, контрастный режим современных вертикальных и горизонтальных движений, коровая и мелкофокусная (осадочная) сейсмичность, интенсивный диапиризм и грязевой вулканизм.

*2. Основным признаком активных УВ-систем являются:*

современная генерация, миграция и накопление УВ которая проявляется, например, в периодическом выделении УВ на грязевых вулканах, наличие на поверхности и дне морей и океанов многочисленных выходов нефти и газа и др. факторы.

В активных УВ системах широко развит процесс разуплотнения осадочных пород, фиксируемый в многочисленных субвертикальных и субгоризонтальных геологических тел.

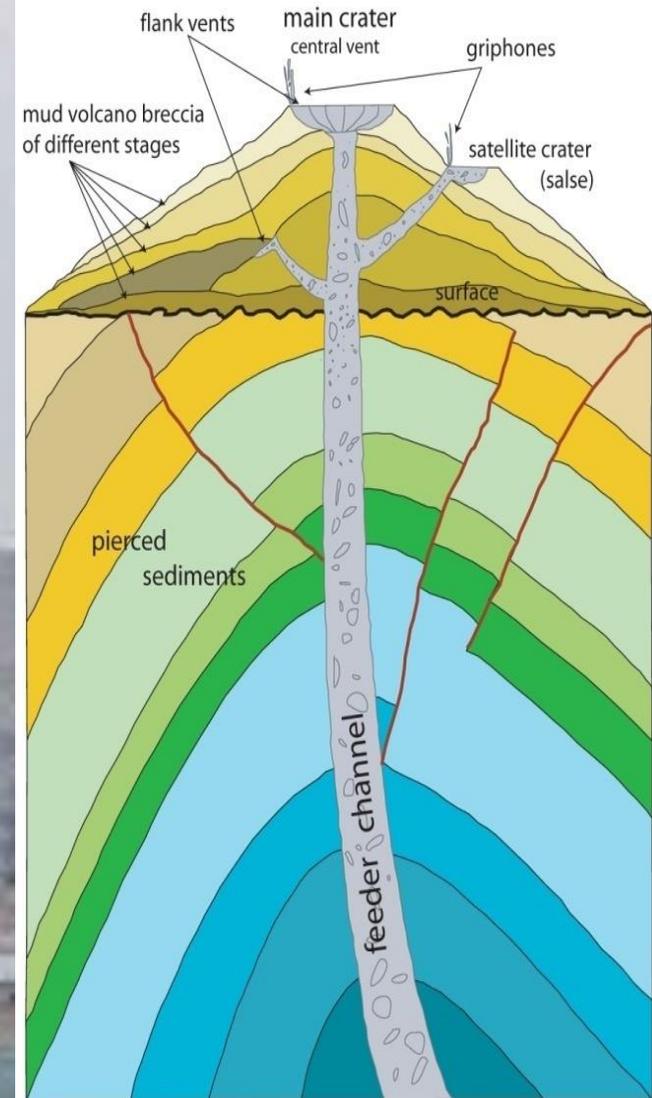


## Грязевой вулканизм и сейсмичность.

Карта расположения грязевых вулканов и эпицентров землетрясений в Каспийском море и зависимость извержений грязевых вулканов от землетрясений.

*Условные обозначения:*  
 1 – эпицентры землетрясений,  
 2 – грязевые вулканы.

# Грязевой вулкан - Локбатан



# Эволюция осадочных бассейнов - скорость осадконакопления и погружения бассейна.

- Накопление осадочного чехла характеризуется различными скоростями и связано с темпом прогибания и объемом осадочного заполнения бассейна- имеют важное значение в характере и кинетике генерации ОВ и расположения катагенетической зональности. Для преобразования органического вещества в нефть, важна его общая масса и концентрация в материнской породе, а также кинетика химических реакций при генерации УВ.

# Модели седиментации ЮКБ

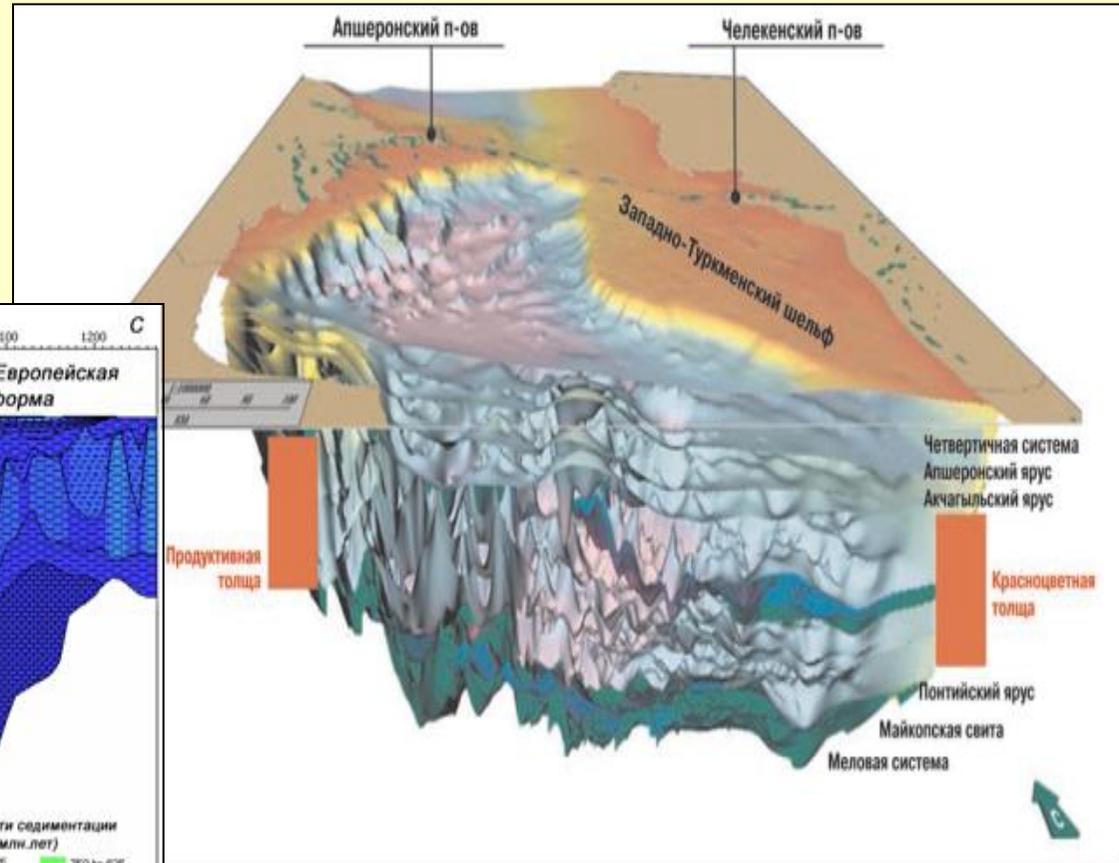
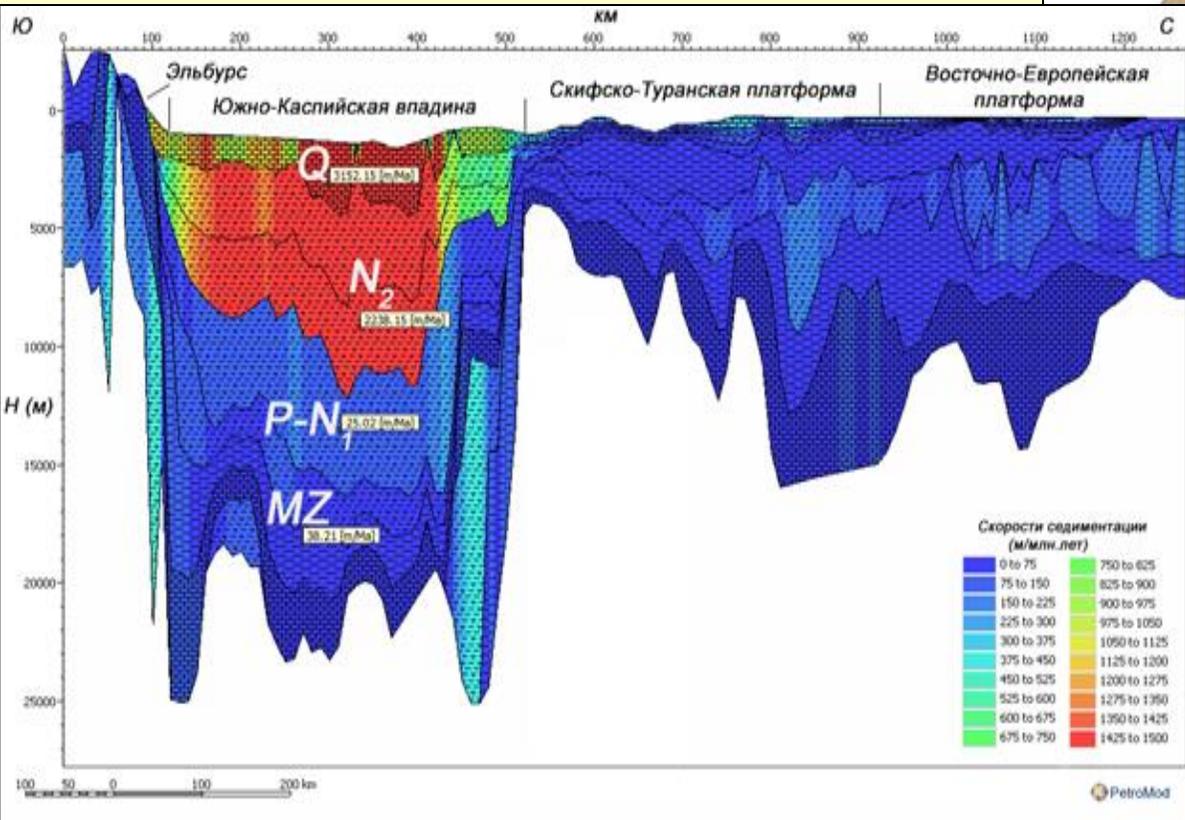
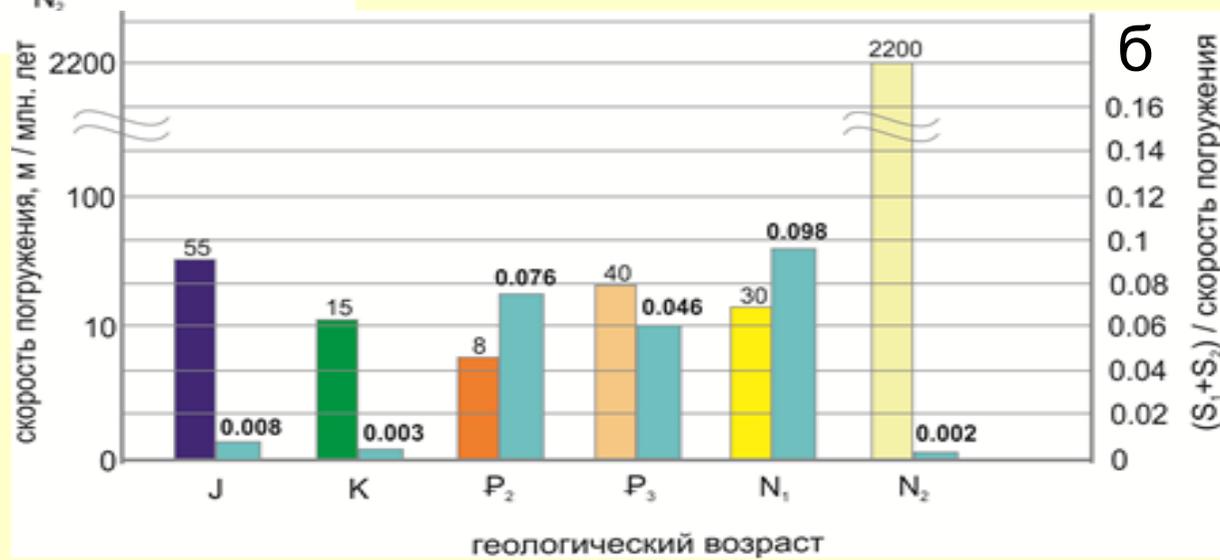
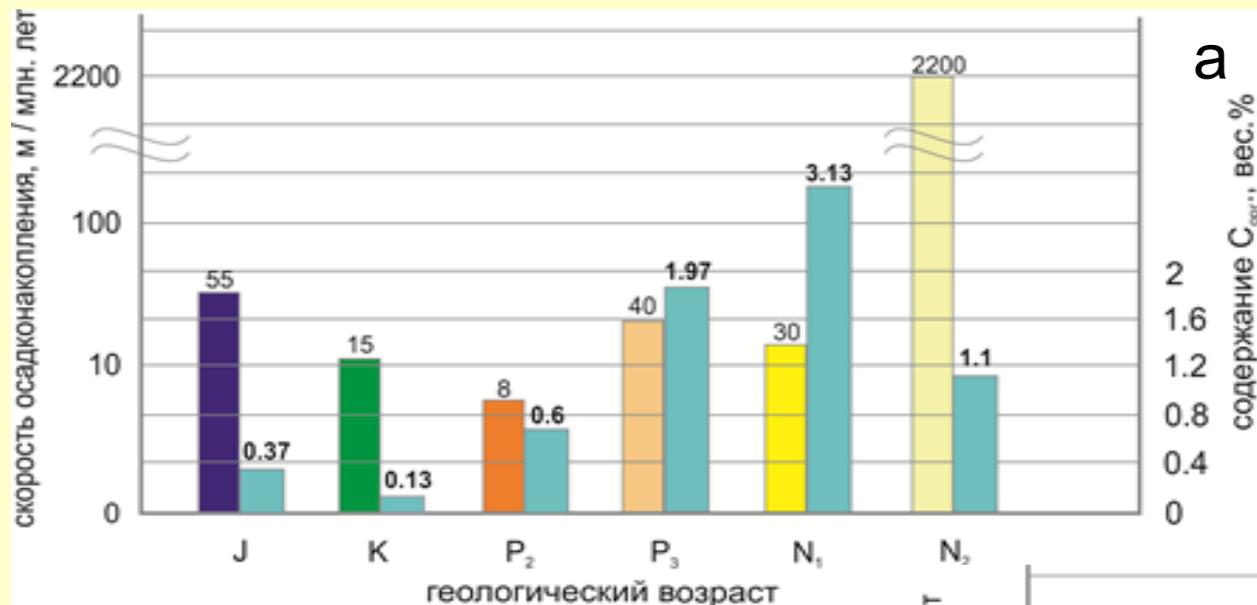
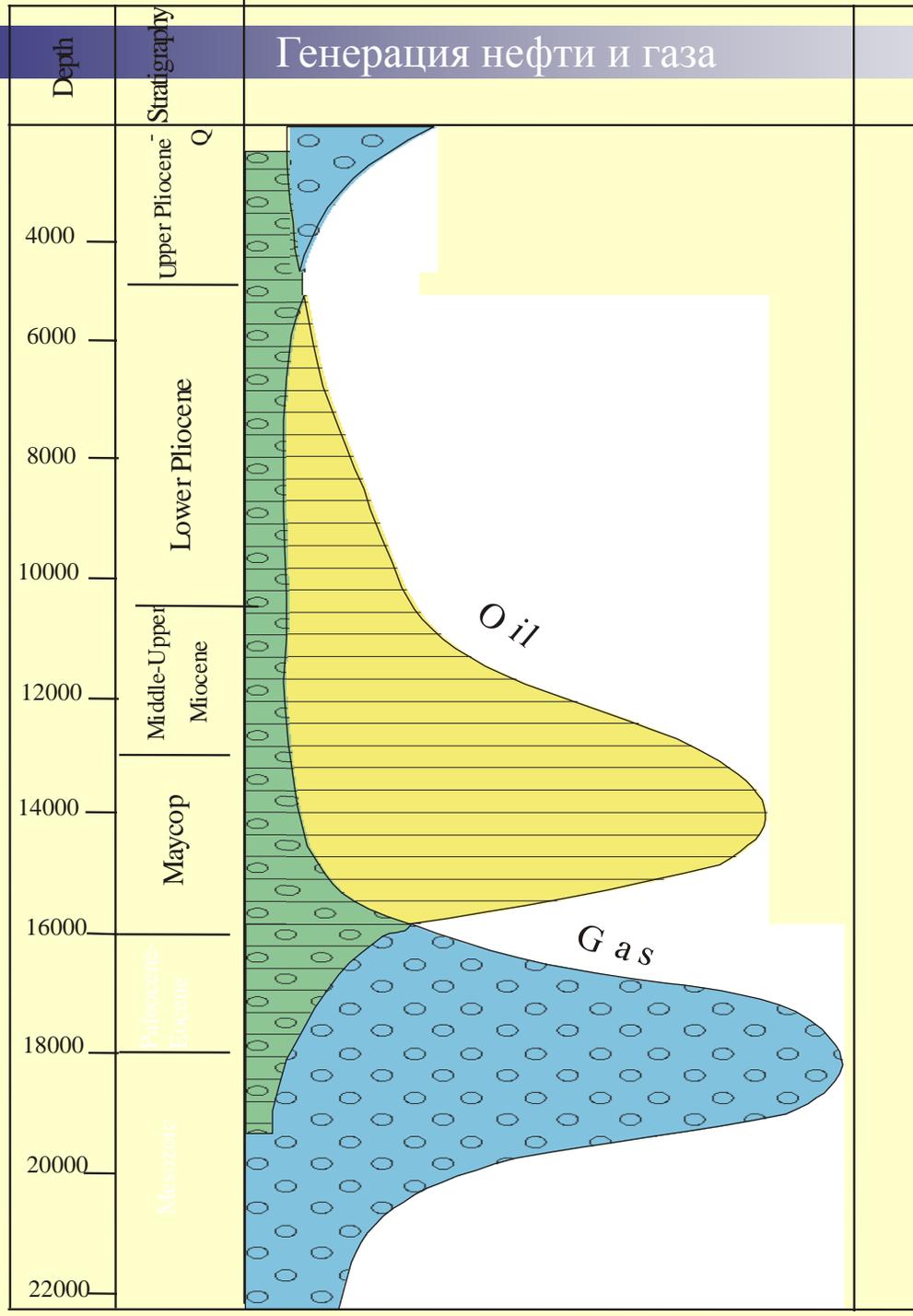


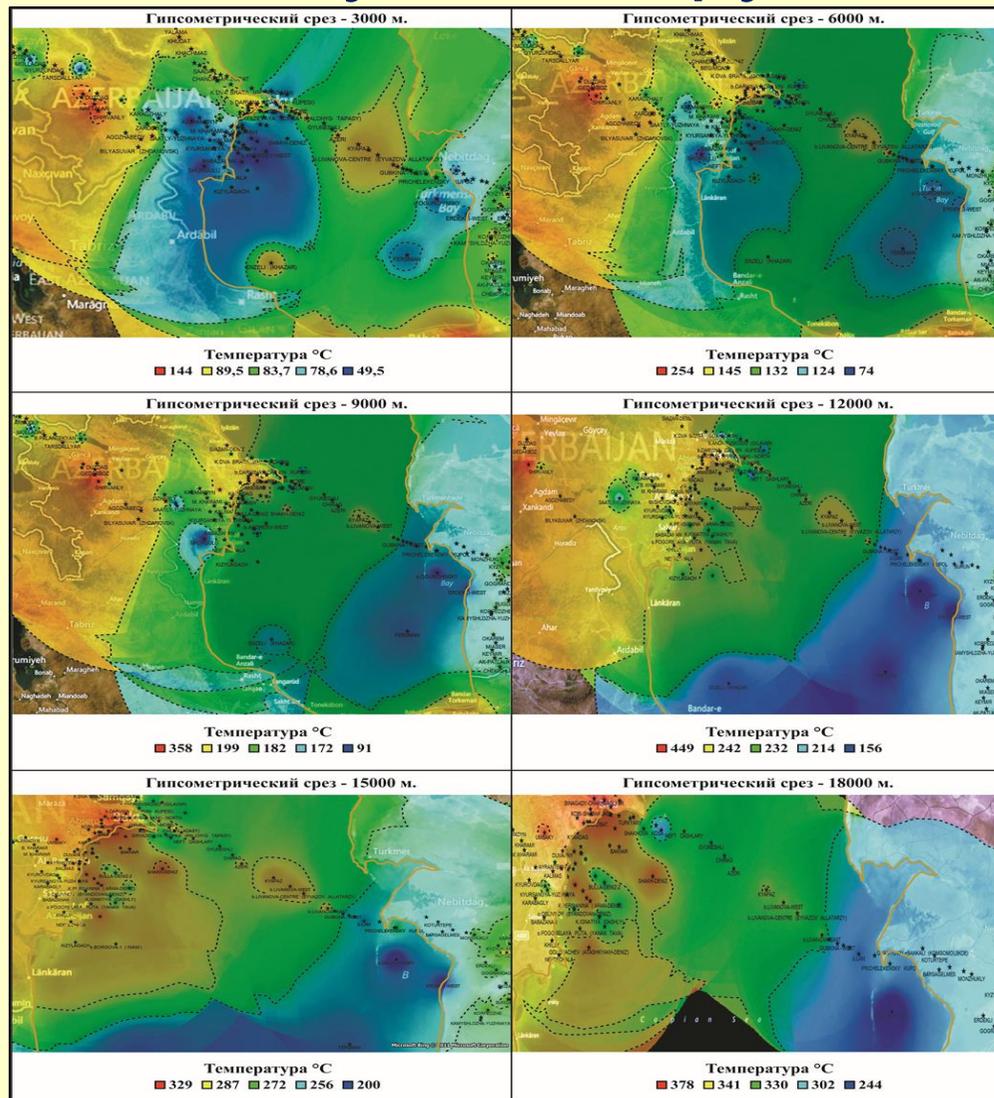
График зависимости содержания Сорг. от скорости осадконакопления (а) и генерационного потенциала отложений от скорости погружения (б) для ЮКб.





**Шкала  
катагенетической  
зональности в ЮКБ**

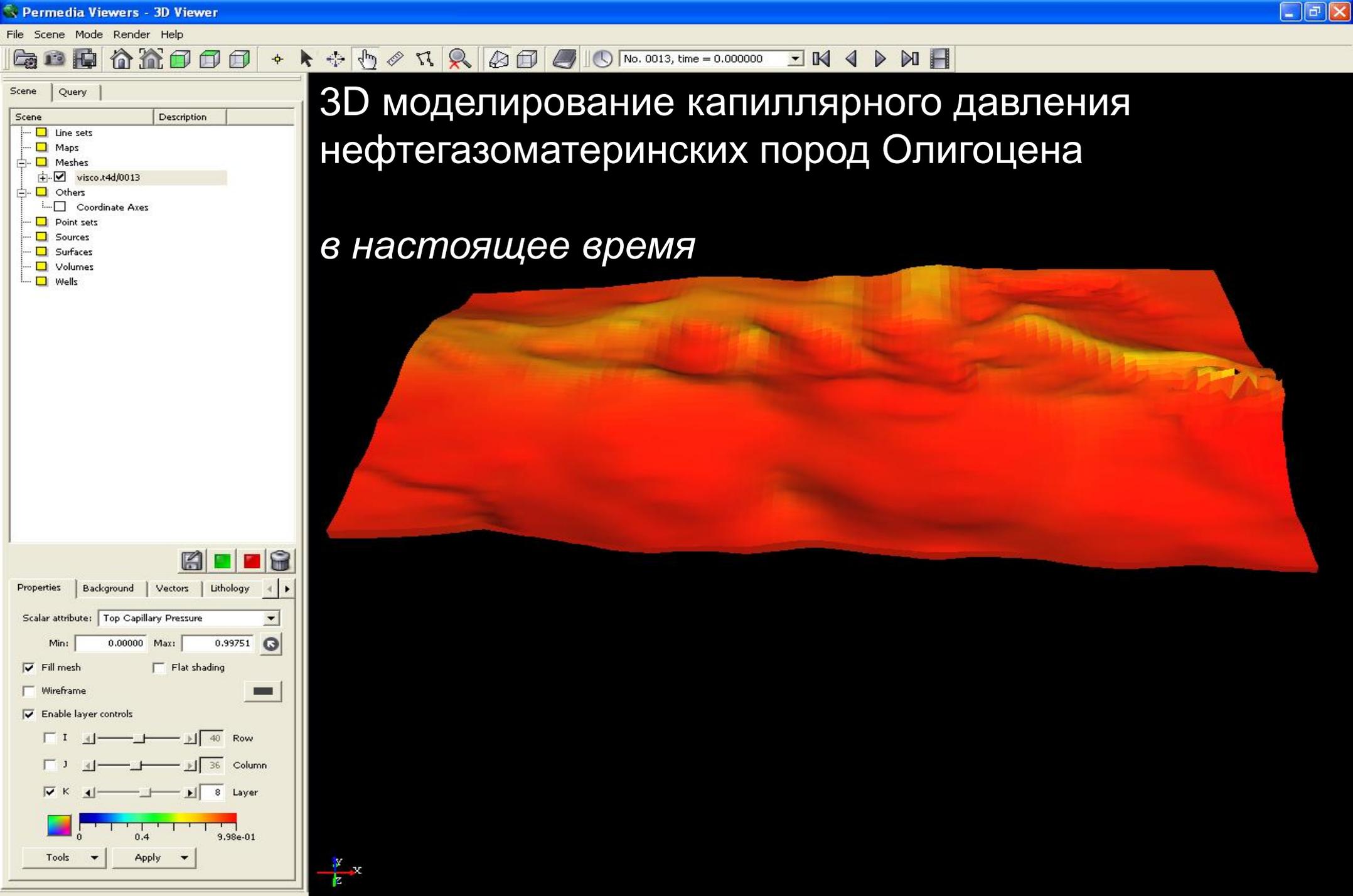
# Геотемпературное и геобарическое поле глубокопогруженных отложений



Различные мощности катагенетических зон связаны с кинетикой генерации УВ, которая зависит от типа керогена, градиента изменения температуры, давлений, литологического состава и гидрогеологических условий вмещающих толщ и др. Анализируя карты распределения температур различных гипсометрических срезов (3000, 6000, 9000, 12000, 15000, 18000 м) по фактическим и расчетным данным скважин и модельным построениям видно, что температура на глубине 18 км не превышает 400 °С.

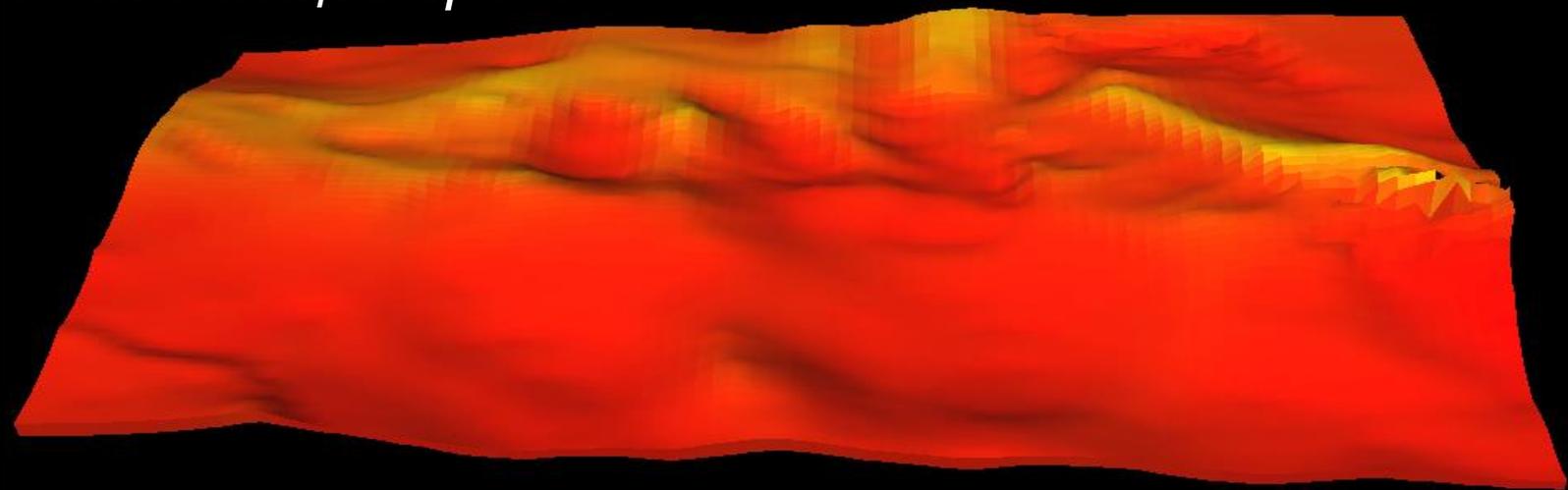
- Результаты экспериментальных исследований показали, что синтетическая модельная нефтяная система сохраняет свой качественный и количественный состав при температурах 320-450 °С и давлениях 0.7-1.4 ГПа, т.е. в термобарических условиях, соответствующих СГУС. В ходе экспериментов образец смеси углеводородов не превратился в природный газ.

■ На больших глубинах ЮКБ существует сложная система взаимовлияния термобарических факторов и распределения нефтегазоносности. **На начало генерации и фазовое распределение УВ по разрезу влияют в большей степени развитие АВПД.** Геофлюидодинамический режим больших глубин характеризуется **более жесткими термобарическими условиями**, затрудненным газоводообменом - практически застойным режимом, интенсивной генерацией флюидов и специфической складчатостью и разрывной тектоникой, в нижней зоне осадочного выполнения все эти процессы замедлены и имеют специфический характер. Принципиальное отличие процессов нефтегазообразования на больших глубинах ЮКБ связано с затрудненным массообменом и физико-химическими свойствами пород и флюидов, которые в соответствующих термодинамических условиях представляют собой единый горный раствор.

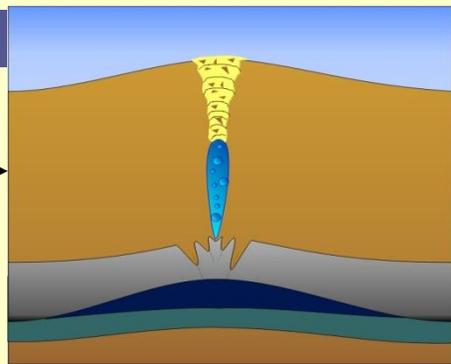


# 3D моделирование капиллярного давления нефтегазоматеринских пород Олигоцена

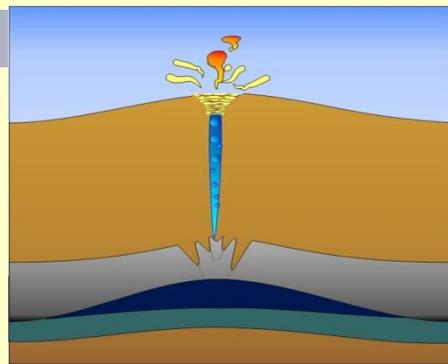
*в настоящее время*



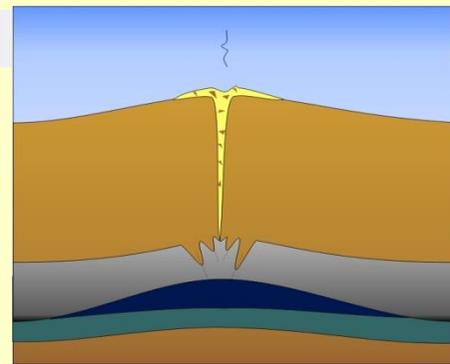
# Инициация фазовых переходов



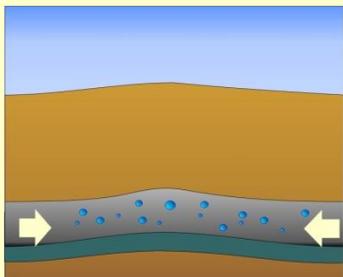
*Аномальное давление УВ деформирует перекрывающие отложения*



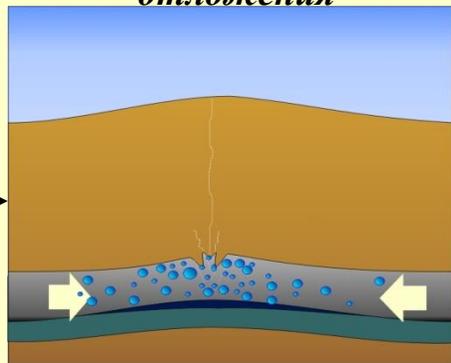
*Иницируется активная миграция УВ*



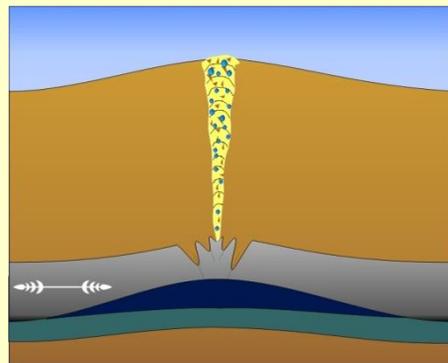
*Флюидонасыщенная масса мигрирует к поверхности*



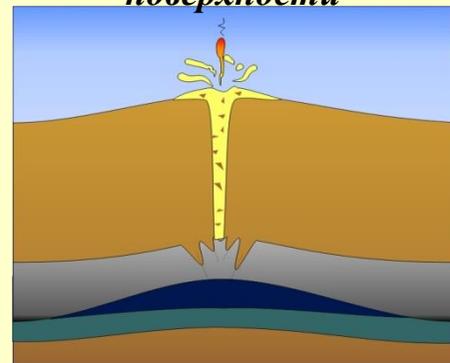
*Высокое давление УВ*



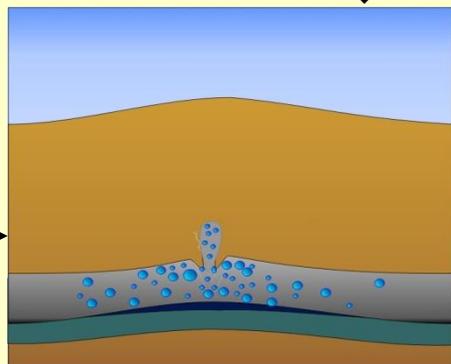
*Гидроразрыв*



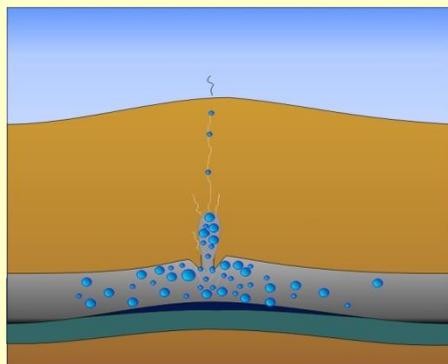
*Псевдоожигжение и миграция к поверхности*



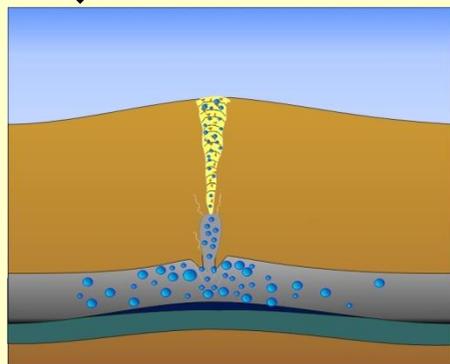
*Выделение на поверхность*



*Всплывание за счет инверсии плотности*

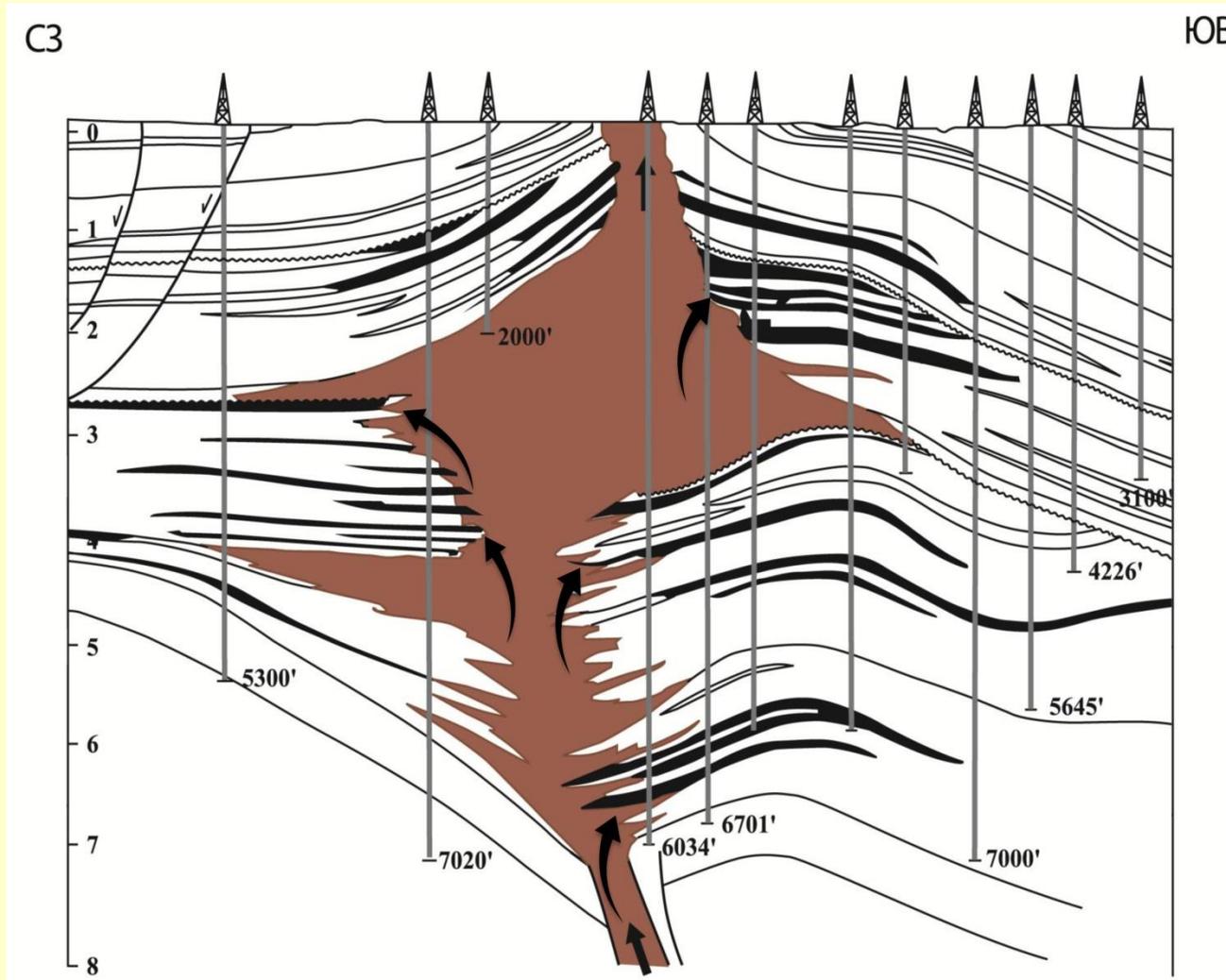


*Деформация и разрыв*



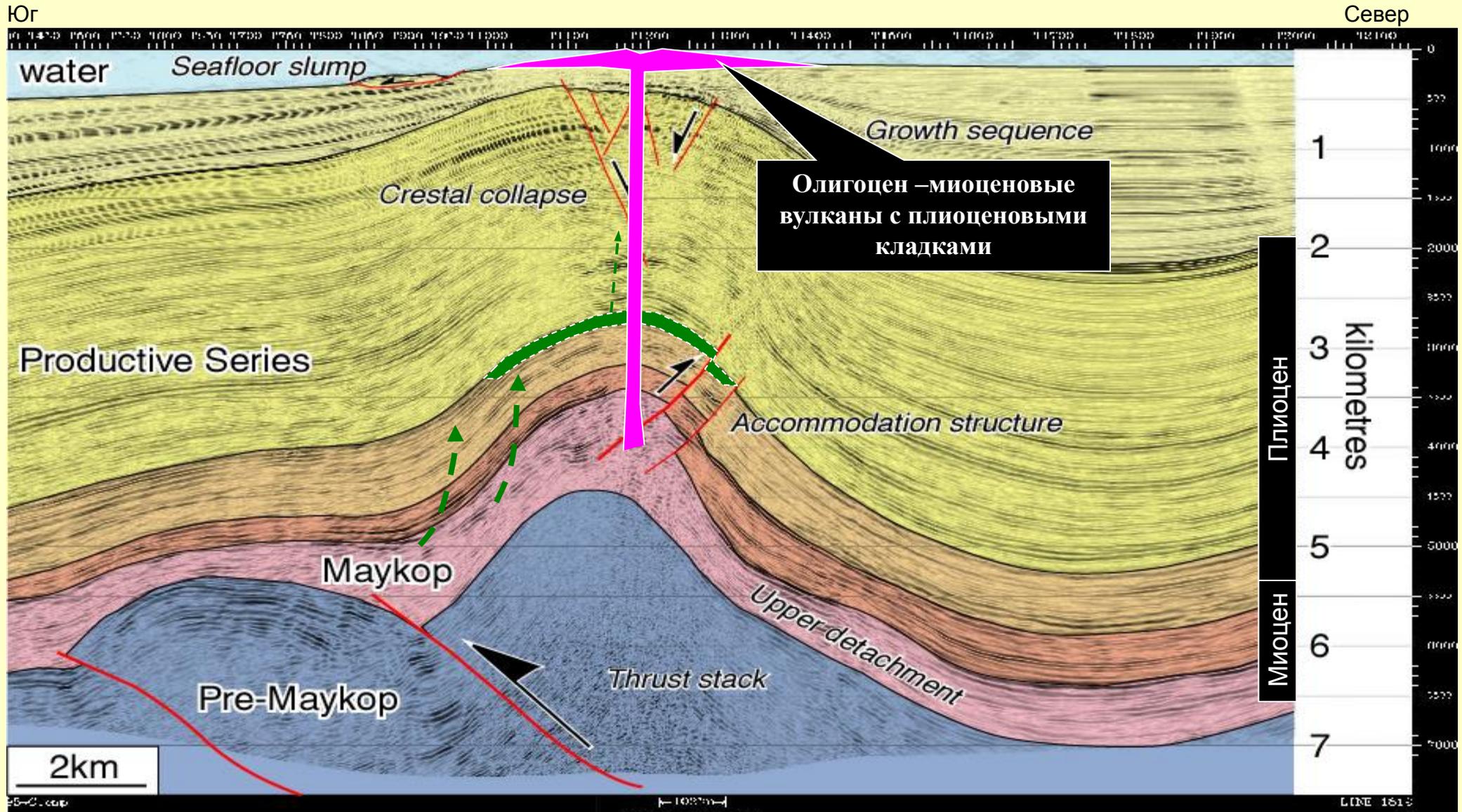
*Выделение флюидов*

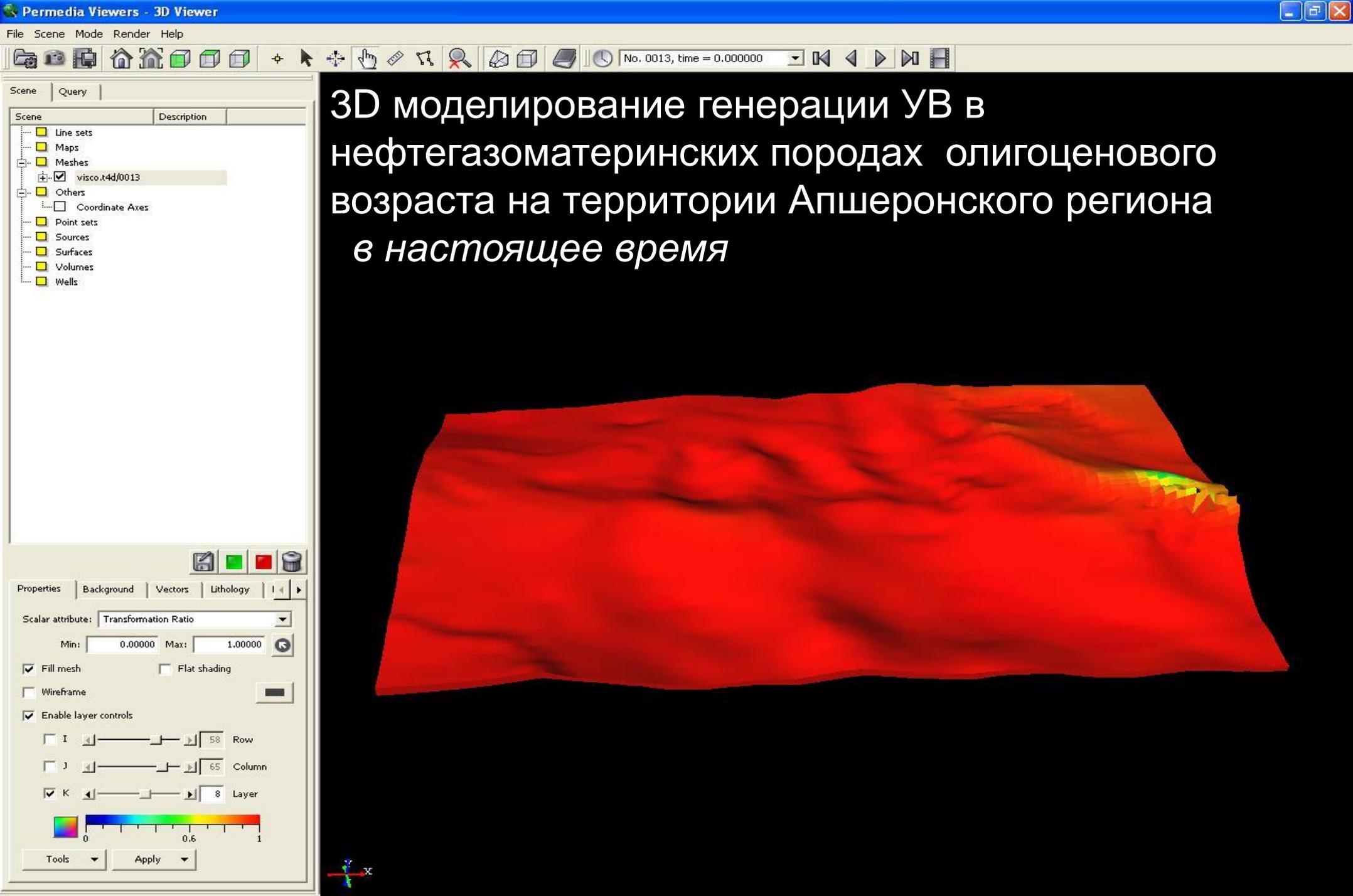
# Каналы миграции с зонами накопления углеводородов, выработанные в осадочном чехле флюидами



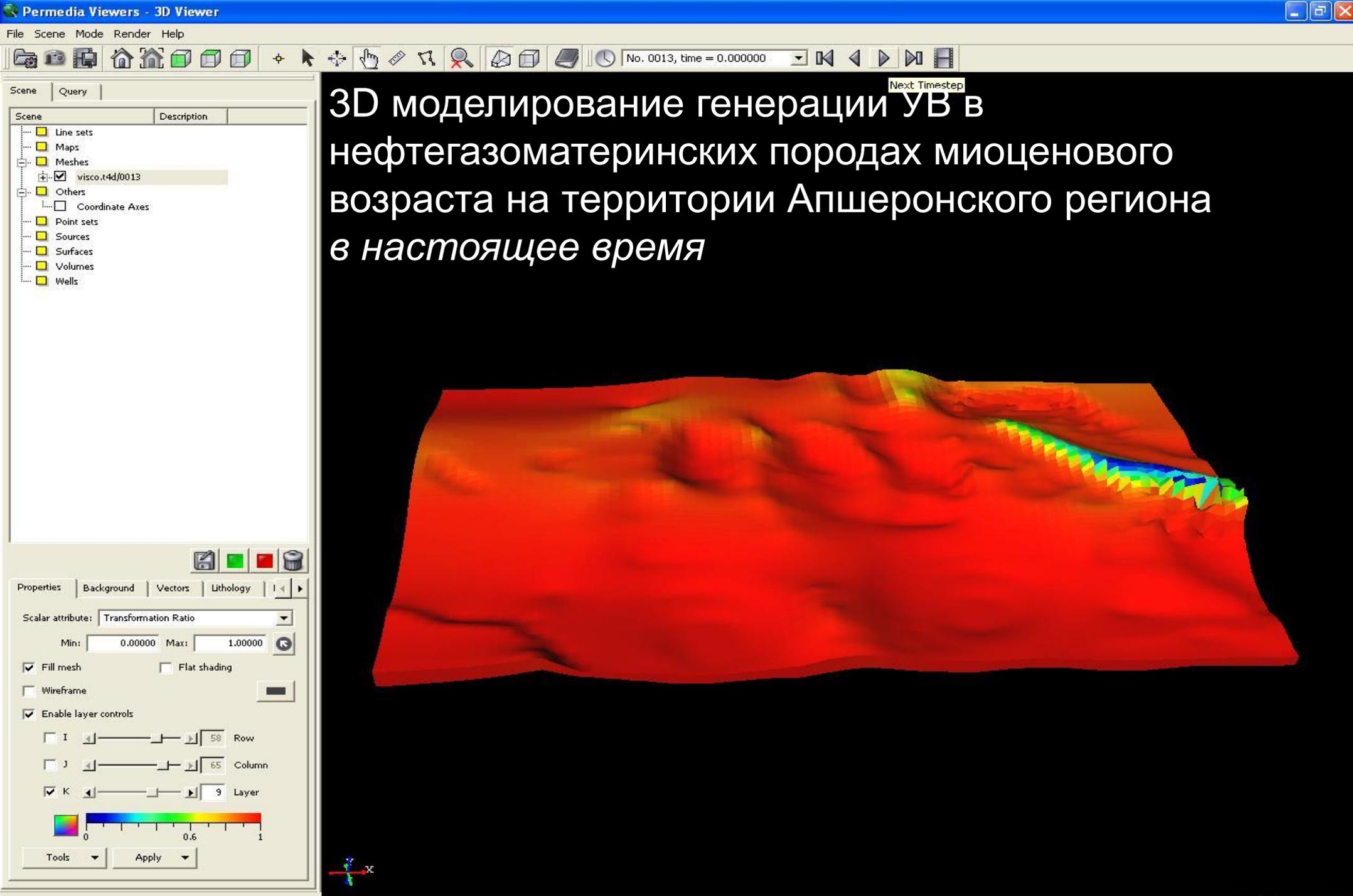


# Модель активной УВ системы Южно-Каспийского бассейна



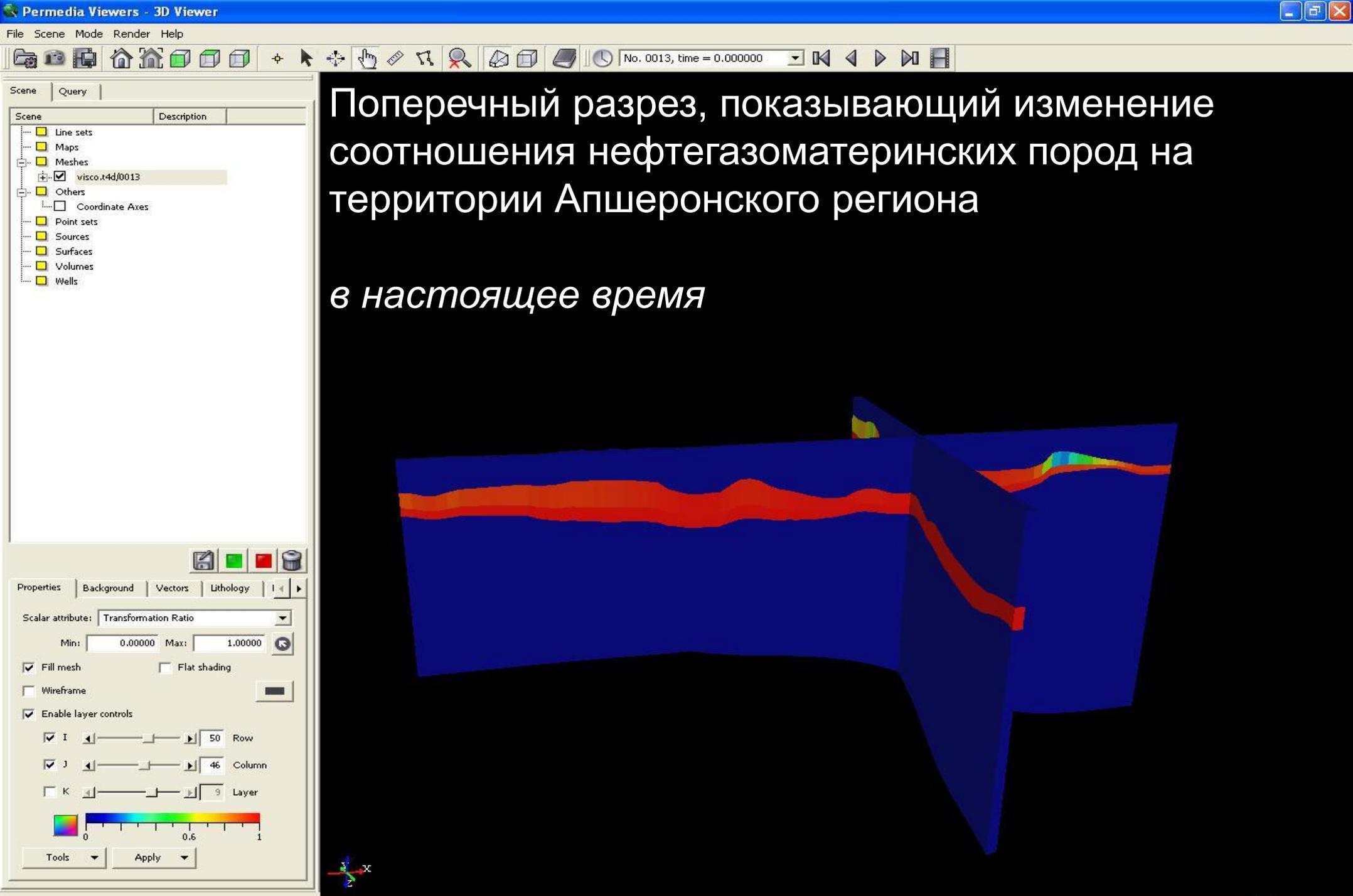


3D моделирование генерации УВ в нефтегазоматеринских породах олигоценового возраста на территории Апшеронского региона в настоящее время



3D моделирование генерации УВ в нефтегазоматеринских породах миоценового возраста на территории Апшеронского региона в настоящее время





Поперечный разрез, показывающий изменение соотношения нефтегазоматеринских пород на территории Апшеронского региона

*в настоящее время*

## Заключение

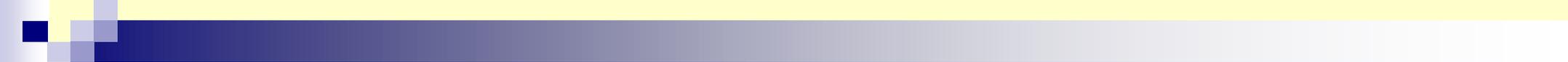
1. Исследование выбросов грязевых вулканов по всему стратиграфическому разрезу и моделирование углеводородных систем свидетельствует о том, что **Южно-Каспийский бассейн является полиочаговым бассейном в пределах которого выделяются несколько стратиграфически обособленных автономных очагов генерации:** аален-байосский (средняя юра), валанжинский (нижний мел), палеоген-нижнемиоценовый (главным образом олигоцен-нижнемиоценовый или майкопский), диатомовый (средний-верхний миоцен) и калинский (низы нижнего плиоцена или продуктивной толщи, ПТ).

2. **На больших глубинах в областях высоких давлений и температур сохраняются все условия для процессов нефтегазообразования.** Образование углеводорода является кинетически контролируемым процессом, который зависит не только от времени и температуры, так и от влияния сверхвысоких давлений. Исследование скоростей преобразования ОВ в УВ позволяет получить количественные показатели генерации нефти и газа на больших глубинах. Различные мощности катагенетических зон связаны с кинетикой генерации УВ, которая зависит от типа керогена, градиента изменения температуры, давлений, литологического состава и гидрогеологических условий вмещающих толщ и др. При изучении особенностей генерации углеводородов в ЮК впадине установлена связь между генерационным потенциалом и скоростями осадконакопления и погружения бассейна.

## **Заключение**

3. На больших глубинах существует **сложная система взаимовлияния термобарических факторов и распределения нефтегазоносности**: на начало генерации и фазовое распределение УВ по разрезу влияют в большей степени развитие **АВПД, а также палеотемпературы**, которые значительно отличаются от современных в зависимости от возраста отложений. В регионах с мощным осадочным чехлом, в особенности со значительными скоростями осадконакопления и погружения дна бассейна осадконакопления нижняя граница ГЗН значительно опущена – до 7-9 и более км. В отличие от верхней части осадочного выполнения, геофлюидодинамический режим больших глубин характеризуется более жесткими термобарическими условиями, затрудненным газовообменом - практически застойным режимом, интенсивной генерацией флюидов и специфической складчатостью и разрывной тектоникой, **Принципиальное отличие процессов нефтегазообразования на больших глубинах связано с затрудненным массообменом и физико-химическими свойствами пород и флюидов на больших глубинах, которые в соответствующих термодинамических условиях представляют собой единый горный раствор.**

4. На фоне практического отсутствия инфильтрационного водообмена и существенно ограниченного элизионного - на больших глубинах доминируют функционирование пульсационно-инъекционных гидрогеодинамических систем, а доминирующей формой движения природных флюидов в геологическом пространстве является **межформационная (межэтажная) пульсационно-инъекционная субвертикальная миграция по плоскостям проводящих дизъюнктивов, зонам повышенной трещиноватости и разуплотнения, контактов диапировых внедрений, эруптивам грязевых вулканов, лито-фациальным несогласиям и другим нарушениям сплошности пород, осуществляющаяся синхронно с активизацией палео- и нео-тектонических процессов.**



**СПАСИБО ЗА ВНИМАНИЕ!**