

ГЕОЛОГИЯ НЕФТЯНЫХ И ГАЗОВЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ

СТРОЕНИЕ ЗЕМЛИ

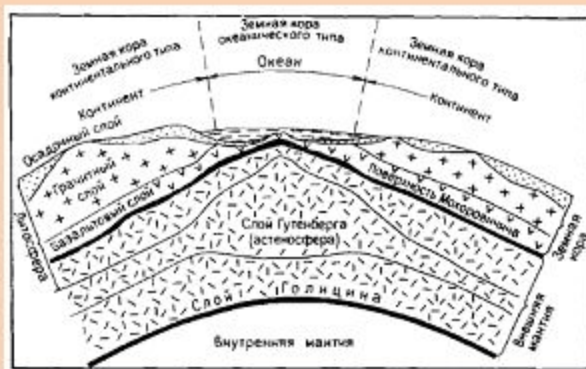
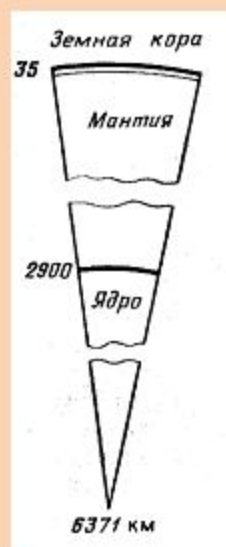
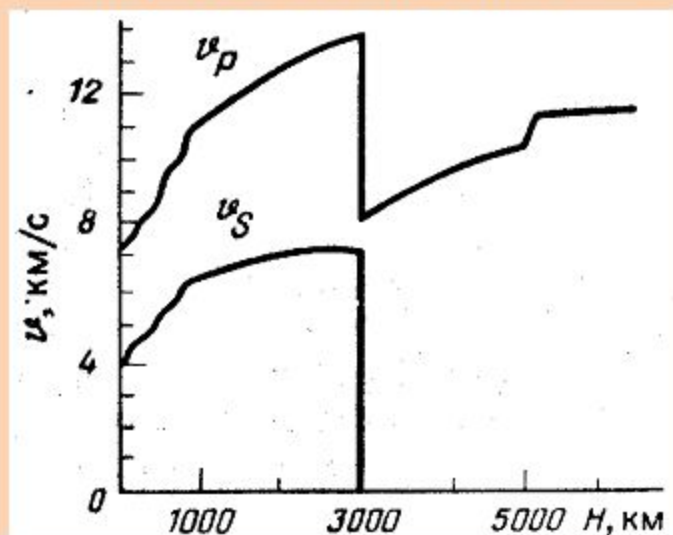
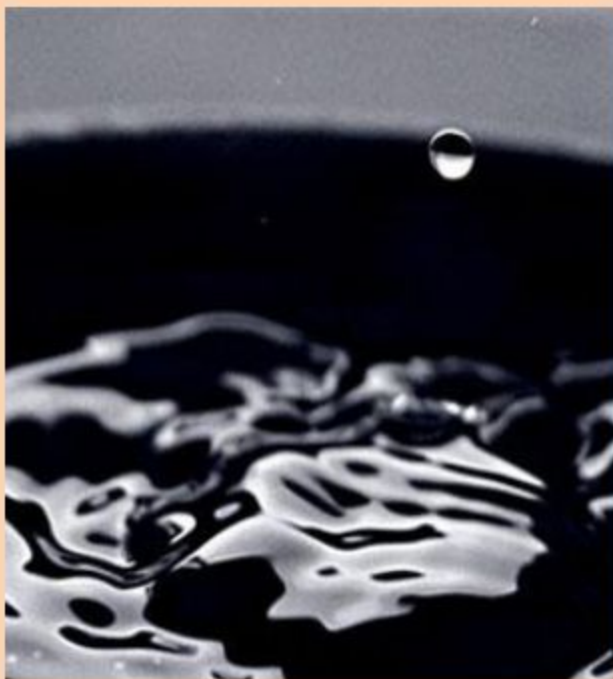


График изменения с глубиной скоростей сейсмических волн



Эра	Период	Время, млн. лет
<u>Кайнозойская</u> KZ	<u>Четвертичный</u> Q	1,8
	<u>Неогеновый</u> N	23
	<u>Палеогеновый</u> Pg	65
<u>Мезозойская</u> MZ	<u>Меловой</u> K	130
	<u>Юрский</u> J	204
	<u>Триасовый</u> T	245
<u>Палеозойская</u> PZ	<u>Пермский</u> P	290
	<u>Каменноугольный</u> C	350
	<u>Девонский</u> D	410
	<u>Силурийский</u> S	435
	<u>Ордовикский</u> O	480
	<u>Кембрийский</u> Є	580
Протерозойская		
Архейская		

Нефть - это жидкое полезное ископаемое, состоящее в основном из углеводородных соединений. По внешнему виду это маслянистая, чаще всего черного цвета жидкость.



Сырой нефтью называют получаемую непосредственно из скважин. При выходе из нефтяного пласта нефть содержит частицы горных пород, воду, а также растворенные в ней соли и газы. Эти примеси вызывают коррозию оборудования и серьезные затруднения при транспортировке и переработке нефтяного сырья.

Природный газ (горючий) – естественная смесь газообразных углеводородов, в составе которой часто преобладает метан (80-97%). Обычно в его состав также входят более тяжелые углеводороды, гомологи метана: этан (C_2H_6), пропан (C_3H_8), бутан (C_4H_{10}) и некоторые неуглеводородные примеси.

Природный газ может существовать в виде газовых залежей, находящихся в пластах некоторых горных пород, в виде газовых шапок (над нефтью), а также в растворенном виде.

Газовые конденсаты — жидкие смеси высококипящих углеводородов различного строения, выделяемые из при их добыче на газоконденсатных месторождениях примеси.

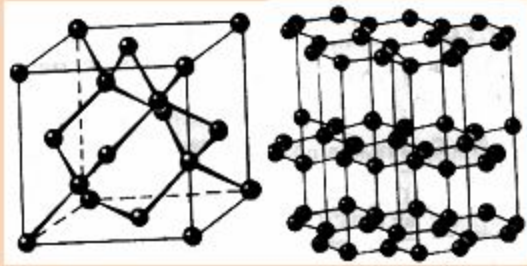
Газовый конденсат представляет собой смесь жидких углеводородов (содержащих больше 4 атомов углерода в молекуле).



В пластовых условиях при высоком давлении (от 10 до 60 МПа) и температуре в парообразном состоянии находятся некоторые бензиновые фракции. При разработке месторождений давление падает в несколько раз — до 4—8 МПа, и из газа выделяется сырой нестабильный конденсат, содержащий, в отличие от стабильного, не только углеводороды C5 и выше, но и растворённые газы.

МИНЕРАЛЫ И ГОРНЫЕ ПОРОДЫ

Минералами называются природные, однородные по строению химические соединения или отдельные химические элементы, возникшие в результате физико-химических процессов, происходящих в Земле.



Алмаз

Графит



Кальцит



Арагонит



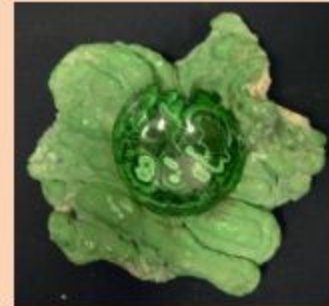
Кварц



Галенит



Цитрин



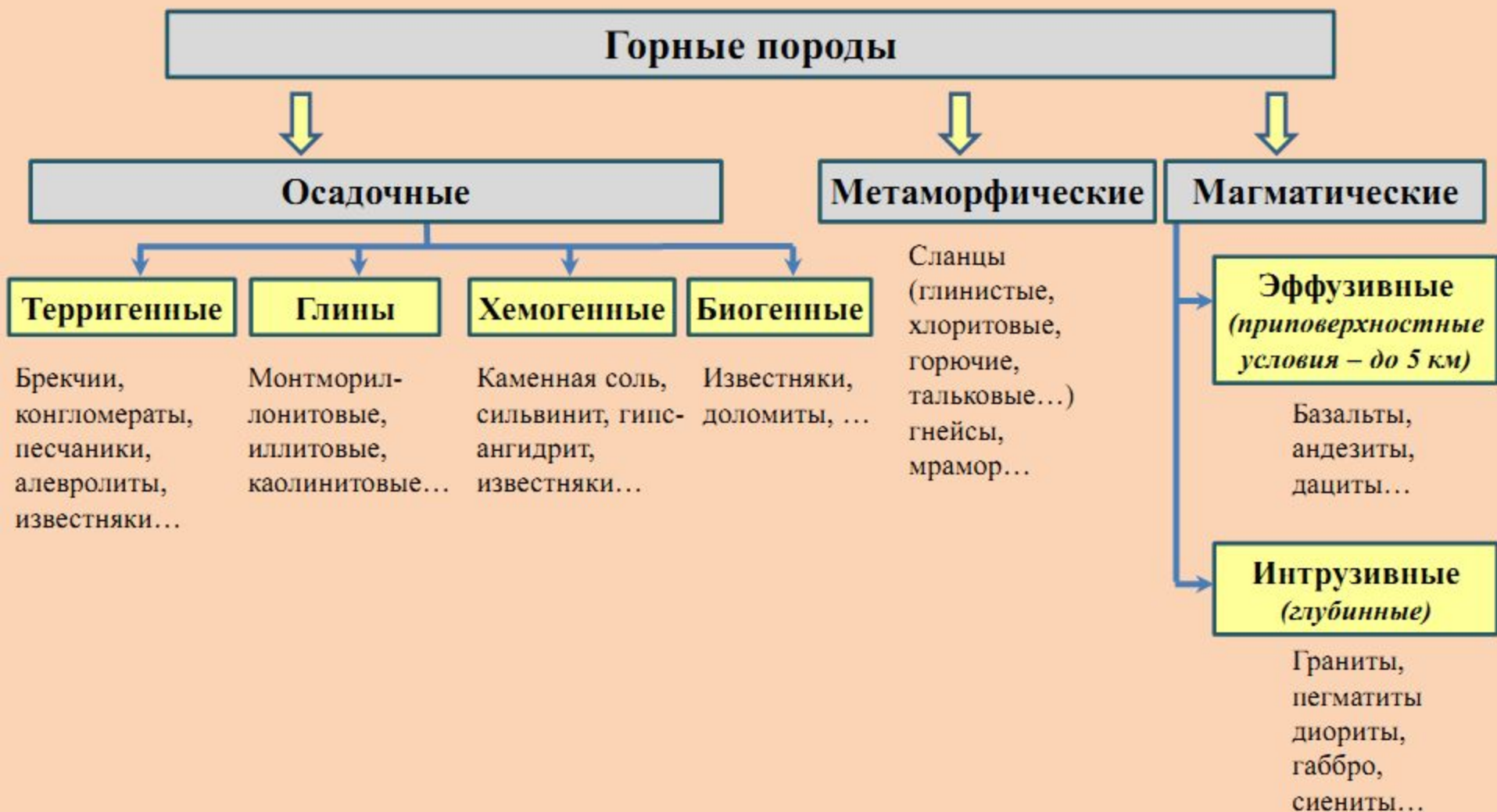
Малахит



Мусковит



Горные породы представляют естественные минеральные агрегаты, образующиеся в земной коре или на ее поверхности в ходе различных геологических процессов.



КОЛЛЕКТОРЫ НЕФТИ И ГАЗА

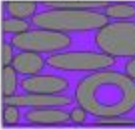
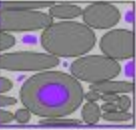
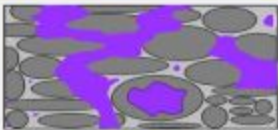
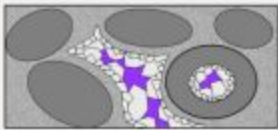
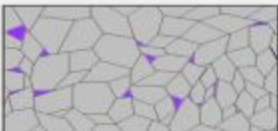
«НЕФТЬ ПРОПИТЫВАЕТ ГОРНЫЕ ПОРОДЫ ПОДОБНО ТОМУ, КАК ВОДА ПРОПИТЫВАЕТ ГУБКУ»

Д. И. Менделеев

Коллекторами называются горные породы, обладающие способностью вмещать нефть и газ и отдавать их при разработке.

ТИПЫ КОЛЛЕКТОРОВ

Поровый

		Первичные: А – аккумуляционный; Б – хемогенно-аккумуляционный
		Унаследованного выщелачивания
		Остаточные после вторичного минералообразования
		Перекристаллизации и доломитизации
		Выщелачивания А - перекристаллизованных и доломитизированных участков Б – выщелачивания вблизи трещин

Каверновый



Каверны отличаются от пор только размером, величина которого позволяет жидкости вытекать из породы под действием собственного веса

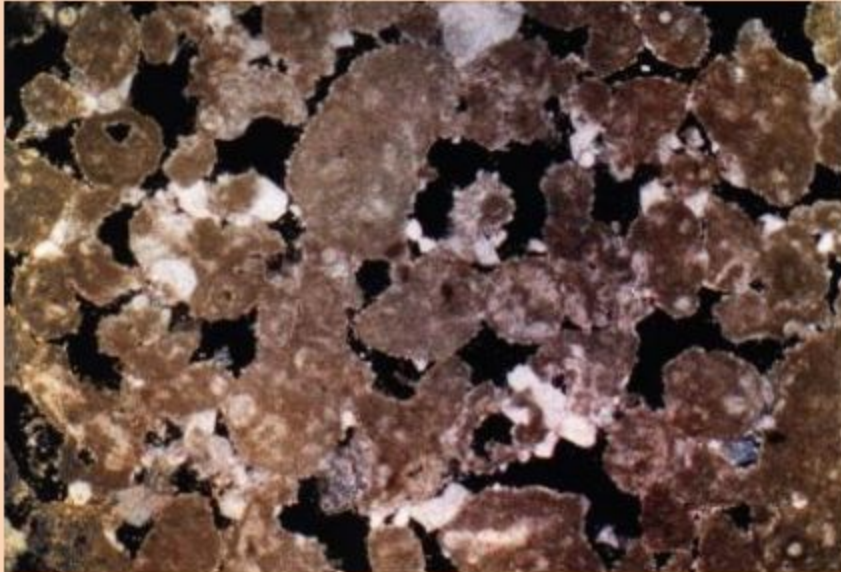
Трещинный

Комбинированный



Типичные коллекторы:
Песчаники, алевролиты,
известняки

КОЛЛЕКТОРЫ НЕФТИ И ГАЗА



Пример коллектора порового типа.

Ардалинское нефтяное месторождение.
Верхнедевонско-турнейский
нефтегазоносный комплекс
(фото шлифа, николи $\perp$)

Пример коллектора
порово-кавернового типа.



Пример коллектора
порово-трещинного типа.

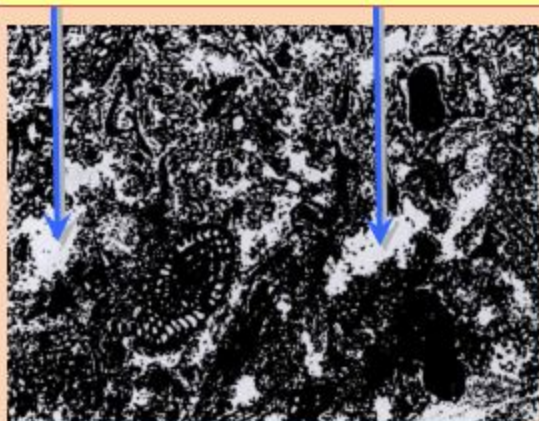


Нефтяное месторождение Северное Хоседаю. Верхнедевонский отдел.
(фотографии кубиков керна, пропитанных люминофором, при ультрафиолетовом освещении)

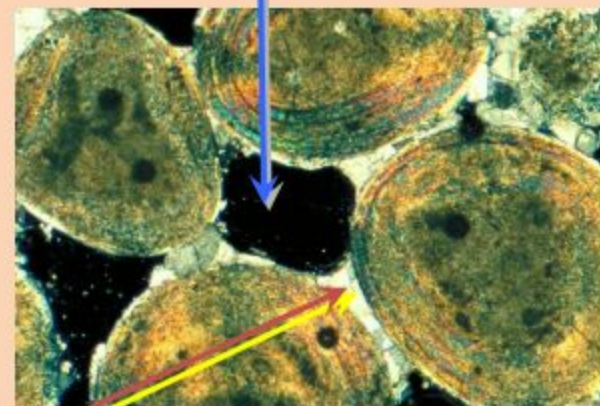
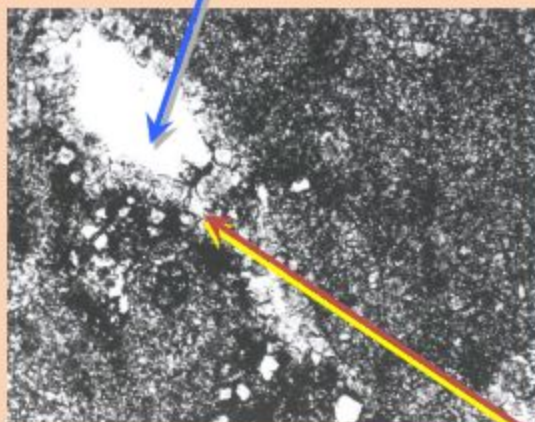
КОЛЛЕКТОРЫ НЕФТИ И ГАЗА

УНАСЛЕДОВАННОЕ ВЫЩЕЛАЧИВАНИЕ

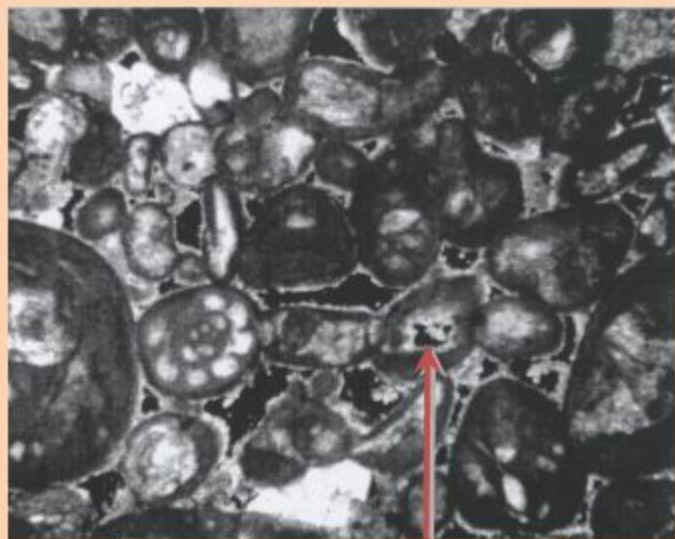
Унаследованного межформенного
выщелачивания



Унаследованного межформенного выщелачивания
после вторичного минералообразования

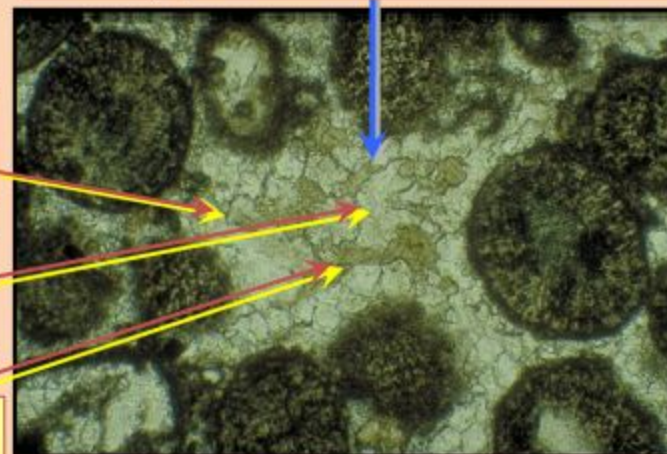


Вторичный кальцит



Внутриформенного
выщелачивания

Палеопора унаследованного
межформенного выщелачивания

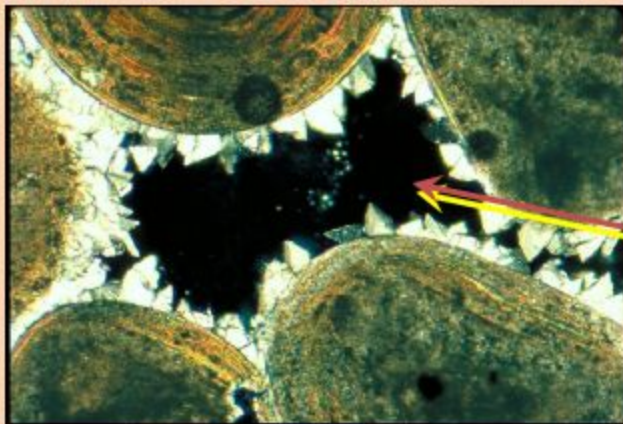


Вторичный
кальцит первой
генерации

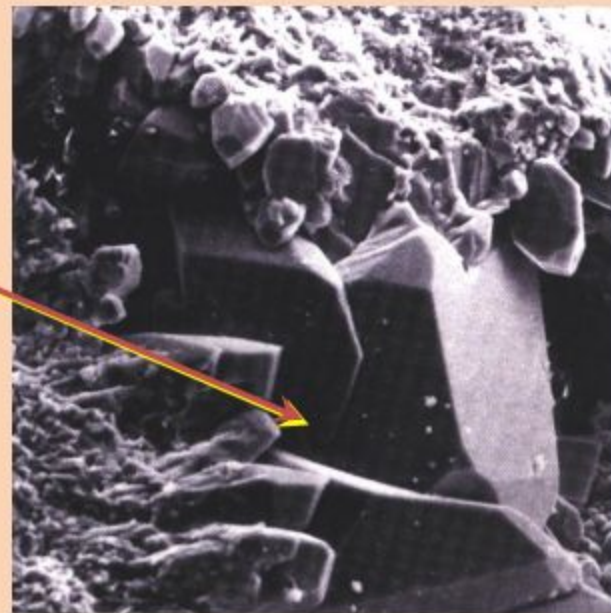
Вторичный
кальцит третьей
генерации

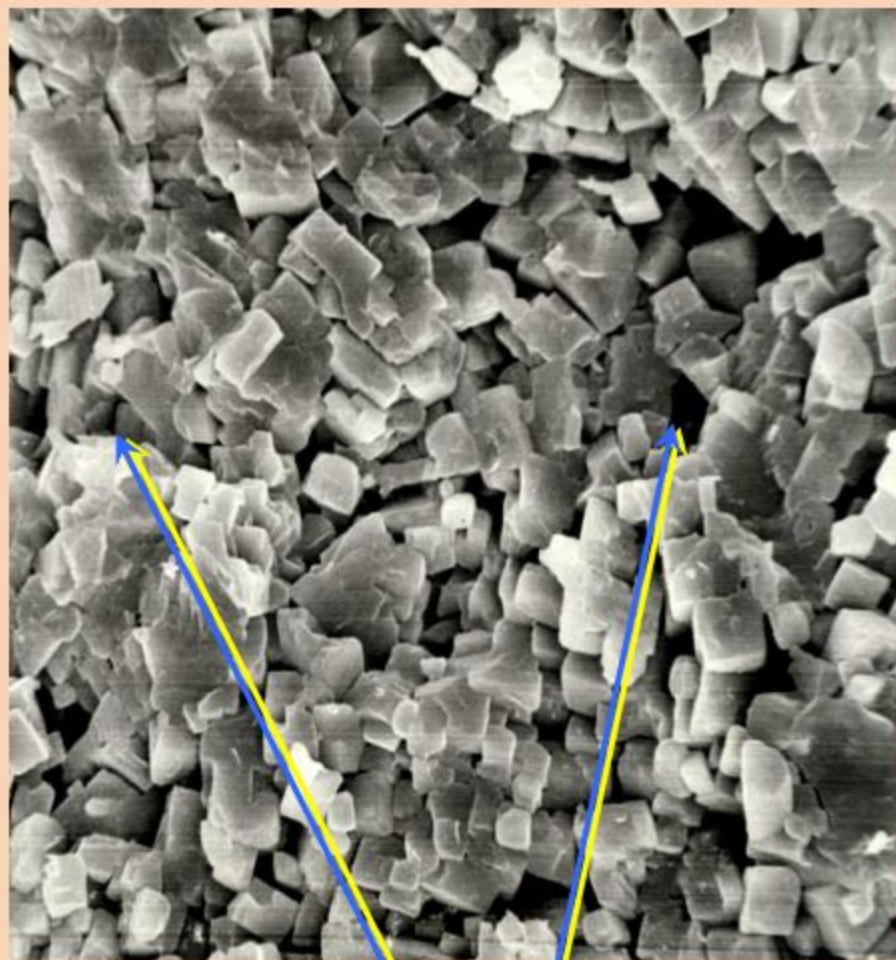
Вторичный
кальцит второй
генерации

ОСТАТОЧНЫЕ ПОСЛЕ ВТОРИЧНОГО МИНЕРАЛООБРАЗОВАНИЯ (*Кальцитизации*)



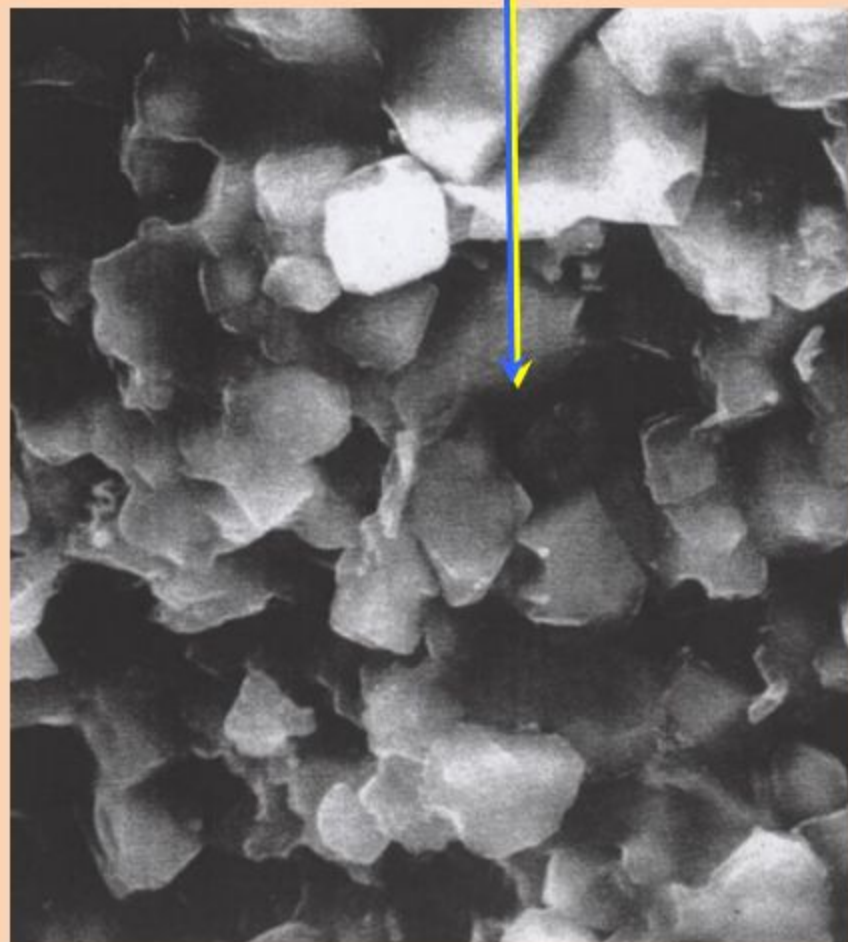
Остаточные после
кальцитизации





Поры перекристаллизации

Поры выщелачивания
перекристаллизованных участков



КОЛЛЕКТОРСКИЕ СВОЙСТВА

Пористость

Динамическая

$$\frac{\text{Объем сообщающихся пустот, не заполненных остаточной водой и остаточной нефтью}}{\text{Объем породы}}$$

Эффективная

$$\frac{\text{Объем сообщающихся пустот, не заполненных остаточной водой}}{\text{Объем породы}}$$

Открытая

$$\frac{\text{Объем сообщающихся пустот}}{\text{Объем породы}}$$

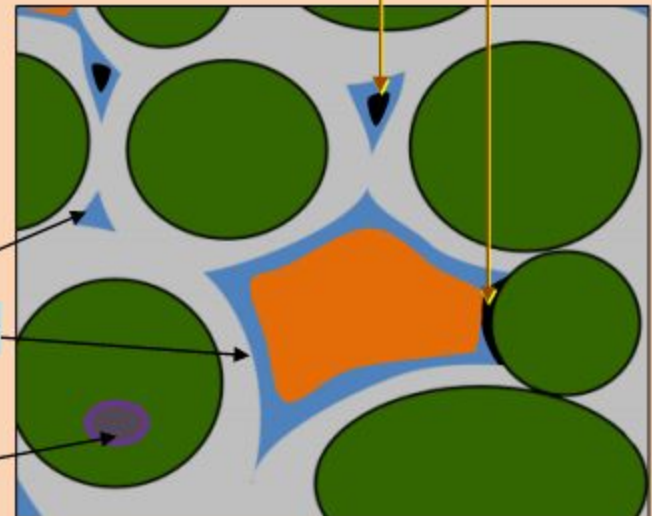
Общая

$$\frac{\text{Объем всех пустот}}{\text{Объем породы}}$$

Связанная и защемленная нефть

Связанная и защемленная вода

Изолированная пора



Остаточная водонасыщенность – суммарное содержание в породе капиллярно-удержанной и физически связанной воды

$$\frac{\text{Объем остаточной водонасыщенности}}{\text{Объем породы}}$$

КОЛЛЕКТОРСКИЕ СВОЙСТВА

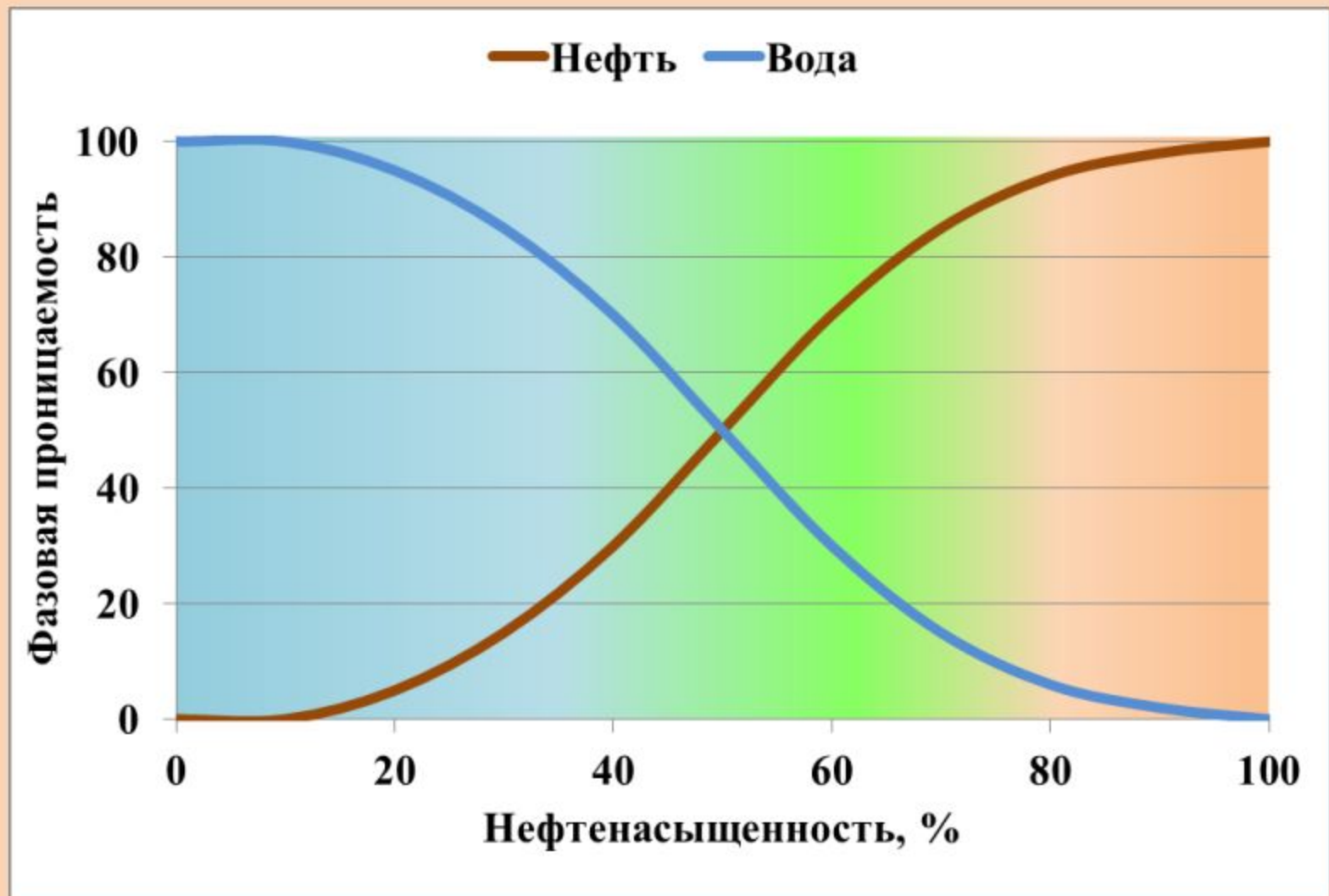


Проницаемость – способность породы пропускать жидкость и газ

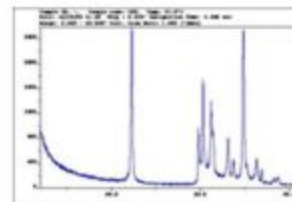
Первоначально проницаемость измеряется в дарси. За дарси принимается такая проницаемость, при которой через породу с поперечным сечением 1 кв. см и при перепаде давления 1 атм на протяжении 1 см проходит 1 куб. см жидкости вязкостью 1 спз.

$$\text{Коэффициент проницаемости} = \frac{(\text{объем флюида} \cdot \text{вязкость флюида})}{(\text{площадь сечения образца} \cdot \text{градиент давления})} \quad \text{М}^2$$

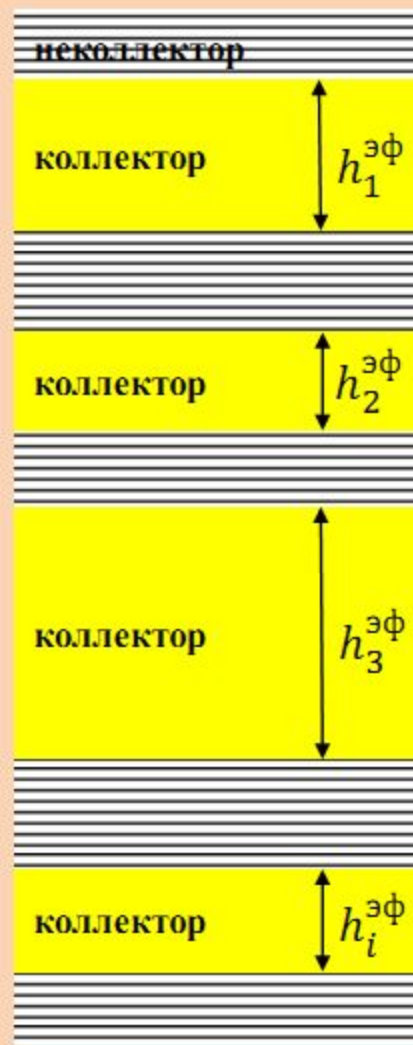
Фазовая проницаемость



ЛАБОРАТОРНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ КЕРНА



ЭФФЕКТИВНАЯ ТОЛЩИНА (МОЩНОСТЬ)



$$H^{\text{эф}} = \sum_{i=1}^N h_i^{\text{эф}}$$

Эффективная толщина пласта – это сумма толщин слоев пород-коллекторов

ЭФФЕКТИВНАЯ НЕФТЕНАСЫЩЕННАЯ/ГАЗОНАСЫЩЕННАЯ ТОЛЩИНА (МОЩНОСТЬ)



$$H^{\text{эфн}} = \sum_{i=1}^N h_i^{\text{эфн}}$$

Эффективная нефтенасыщенная/газонасыщенная толщина пласта – это сумма толщин нефтенасыщенных/газонасыщенных слоев пород-коллекторов

ПОКРЫШКИ (ФЛЮИДОУПОРЫ)

Покрышками (флюидоупорами) называют практически непроницаемые породы, через которых не происходит фильтрация жидкости или газа.

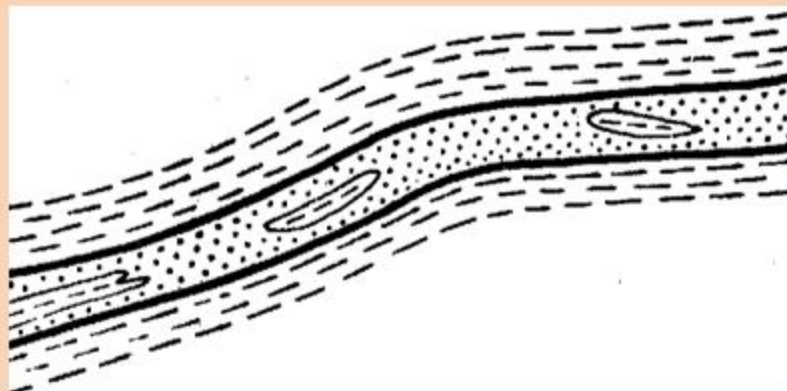
Основное свойство, определяющее качество покрышки – это экранирующая способность, которая характеризуется давлением прорыва.

Типичные покрышки:

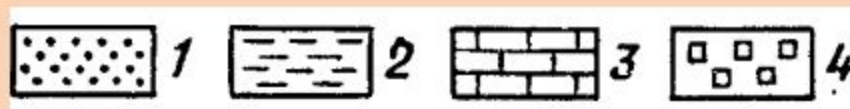
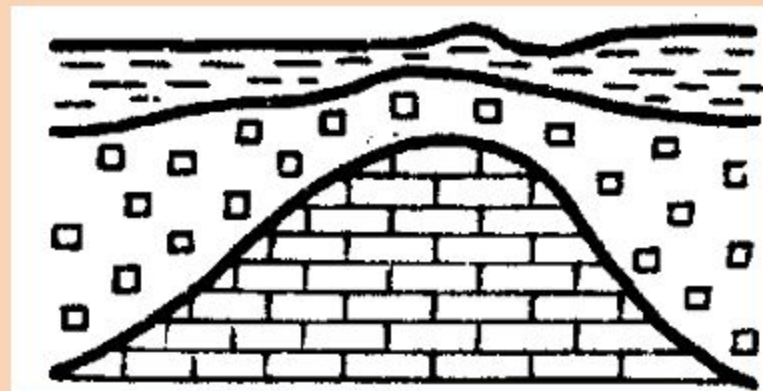
Каменная соль,
глина,
мергель,
известняки,
ангидриды...

Природный резервуар - это естественноеместилище для нефти, газа и воды, внутри которого они могут циркулировать, и его строение обусловлено соотношением коллектора с вмещающими его плохо проницаемыми породами.

Пластовый тип



Массивный тип



1- песчаники, 2 – глины, 3- известняки, 4 – каменная соль

ЛОВУШКИ

Ловушка - это часть природного резервуара, в которой может установиться равновесие нефти, газа и воды.

Типы ловушек:

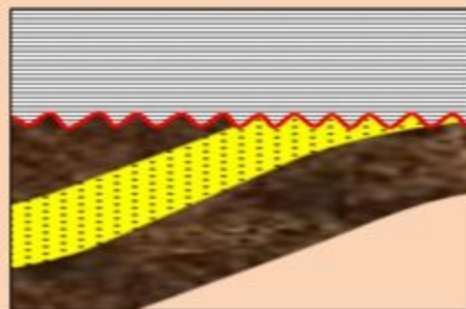
Структурный
(антиклинальные структуры)



Литологический



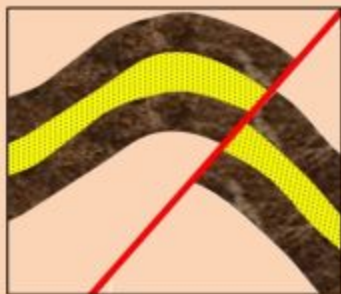
Стратиграфический



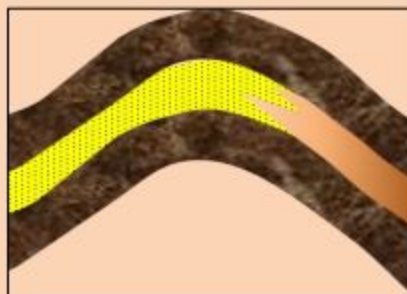
Массивный
(например - палеориф)



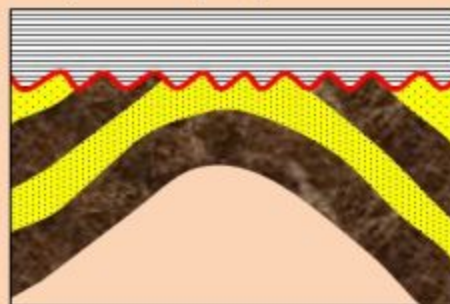
Структурно-тектонический



Структурно-литологический



Структурно-стратиграфический



Литолого-стратиграфический



Залежь - это любое природное скопление углеводородов.

Классификации залежей:

- ✓ По типу флюида (нефтяная, газо-нефтяная, нефтегазовая, газовая, газоконденсатная);
- ✓ По запасам:

Залежи, категории	Запасы нефти, млн. т (млн. баррелей)	Запасы газа, млрд. куб. м (млрд. куб ф)
Россия		
Уникальные	более 300	более 500
Крупные	от 30 до 300	30 до 500
Средние	10 до 30	10 до 30
Мелкие	меньше 10	меньше 10
США		
A	более 6,85 (>50)	более 8,5 (>300)
B	от 3,42 до 6,85 (25 – 50)	от 4,2 до 8,5 (150 – 300)
C	от 1,37 до 3,42 (10 – 25)	от 1,7 до 4,2 (60 – 150)
D	от 0,14 до 1,37 (1-10)	от 0,2 до 1,7 (7 – 60)
E	менее 0,14 (<1)	менее 0,2 (<7)
F	Нерентабельные для разработки	

1 баррель = 158,987 л;

1 куб. фут = 28,3169 л

Классификации залежей:

✓ По значению средних дебитов скважин

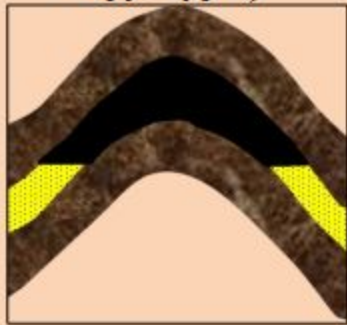
Класс	Залежь	Дебит нефти, т/сут	Дебит газа. куб. м/сут
1	Высокодебитная	более 100	более 100 000
2	Среднедебитная	10 – 100	10 000 – 100 000
3	Мелкоокодебитная	2 – 10	2 000 – 10 000
4	Непромышленные	менее 2	менее 2 000

Классификации залежей:

✓ По генезису

Типы залежей:

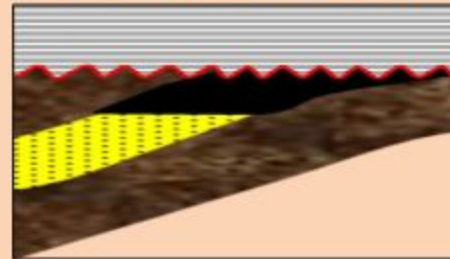
Структурный
(антиклинальные
структуры)



Литологический



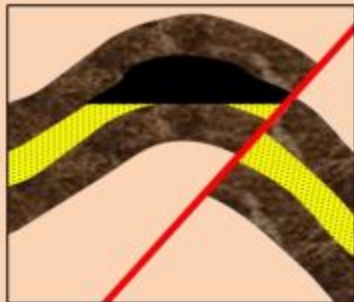
Стратиграфический



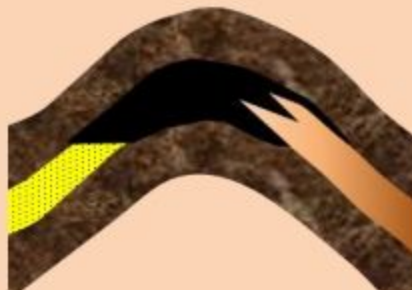
Массивный



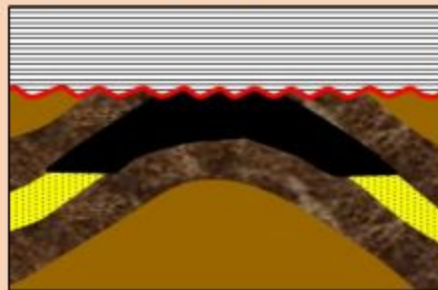
**Структурно-
тектонический**



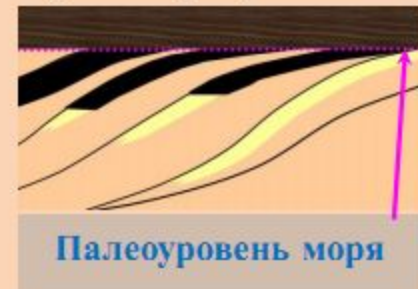
**Структурно-
литологический**



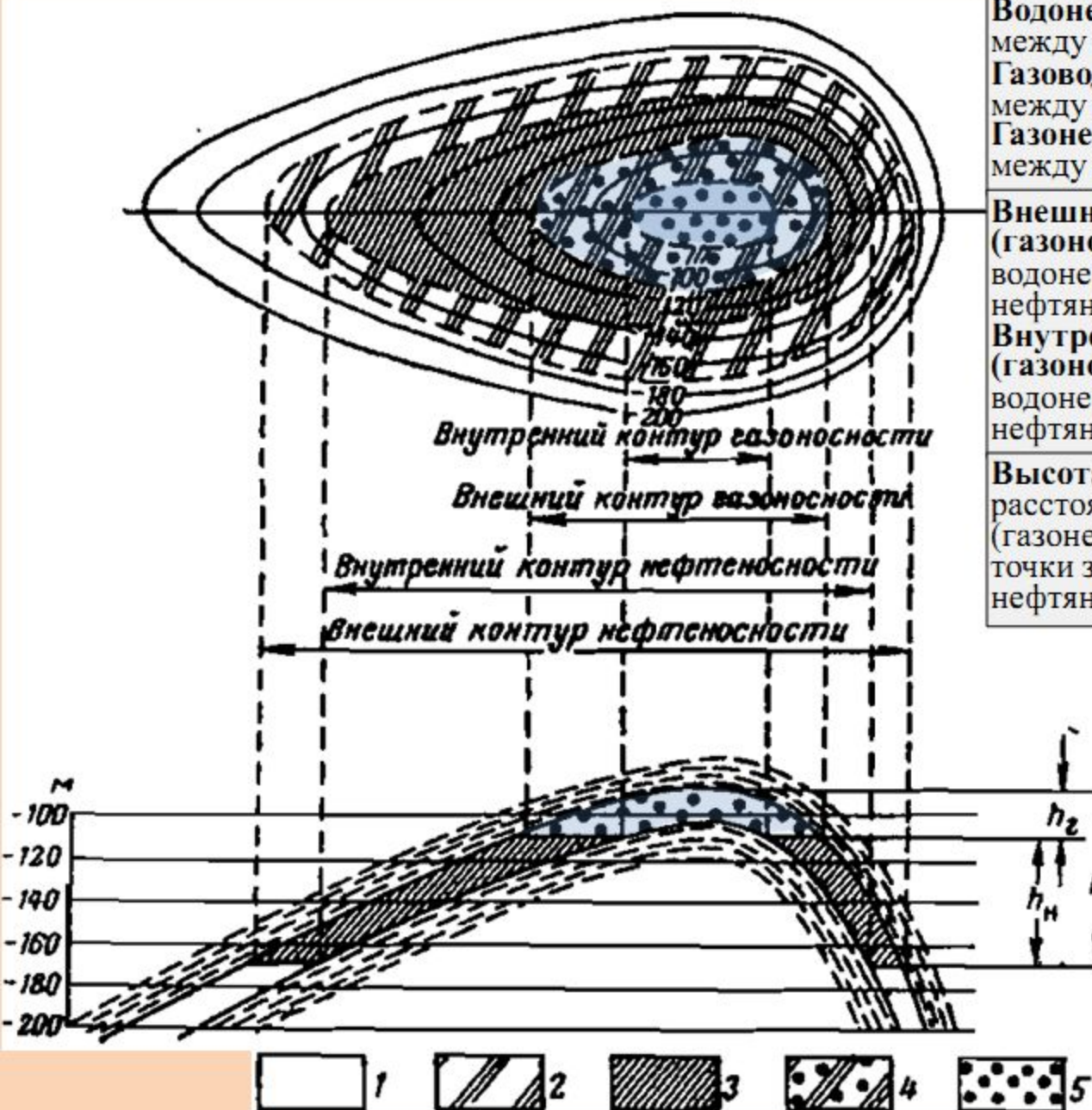
**Структурно-
стратиграфический**



**Литолого-
стратиграфический**



ПРИНЦИПИАЛЬНОЕ СТРОЕНИЕ ЗАЛЕЖИ



Водонефтяной контакт (ВНК) – граница между нефтью и водой;

Газоводяной контакт (ГВК) – граница между газом и водой;

Газонефтяной контакт (ГНК) – граница между газом и нефтью;

Внешний контур нефтеносности (газоносности) – линия пересечения водонефтяного (газо-водяного или газонефтяного) с кровлей пласта;

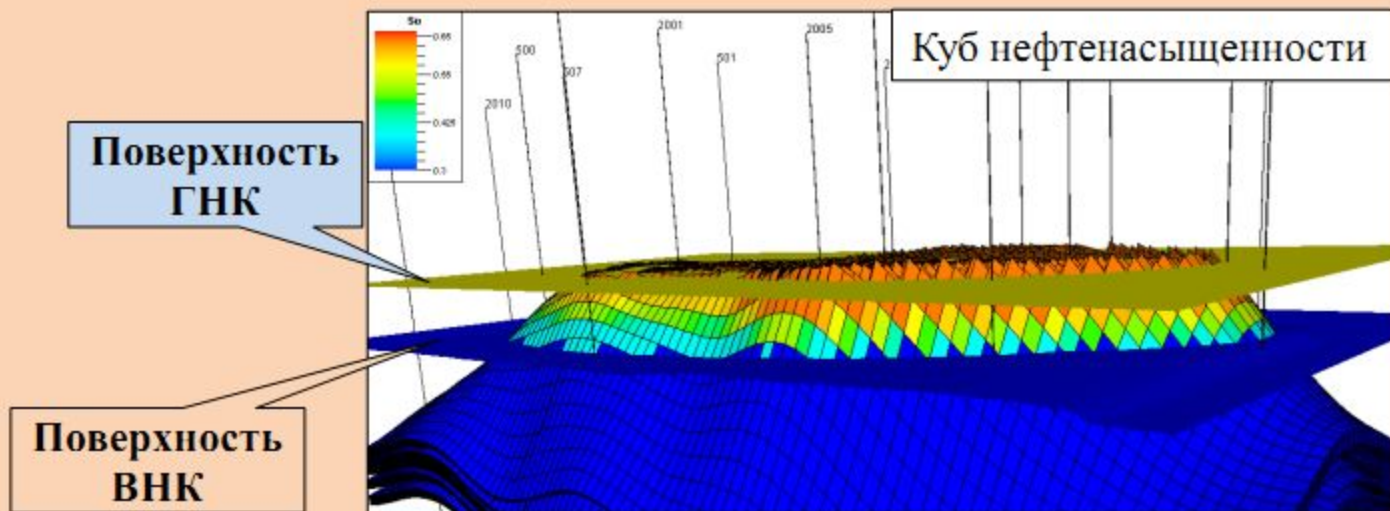
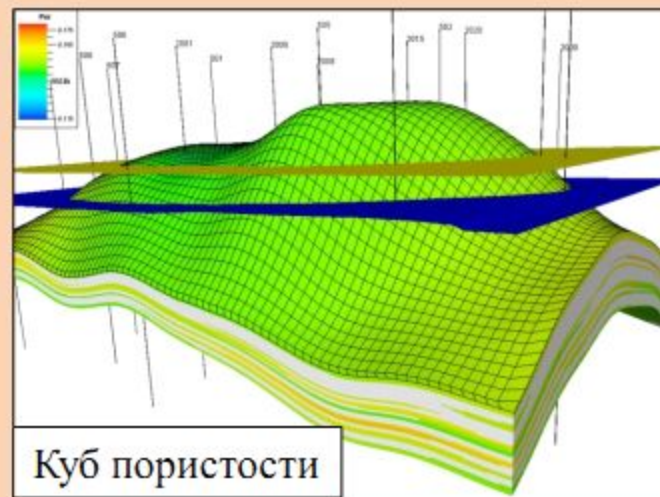
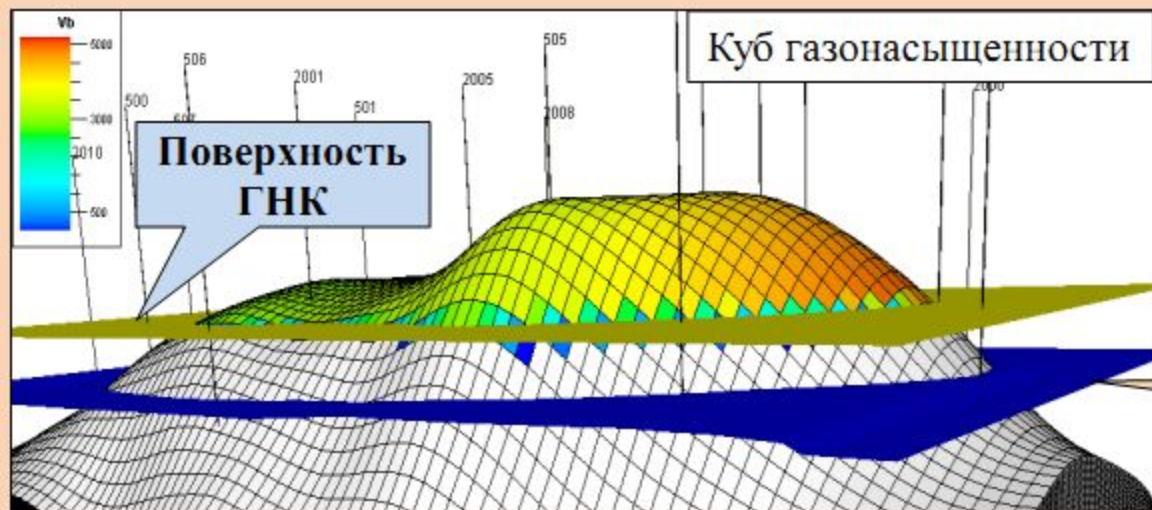
Внутренний контур нефтеносности (газоносности) – линия пересечения водонефтяного (газо-водяного или газонефтяного) с подошвой пласта.

Высота залежи (h) – вертикальное расстояние между водонефтяным (газонефтяным) контактом и самой высокой точкой залежи и представляет сумму высот нефтяной (h_n) и газовой (h_g) частей.

Зоны:

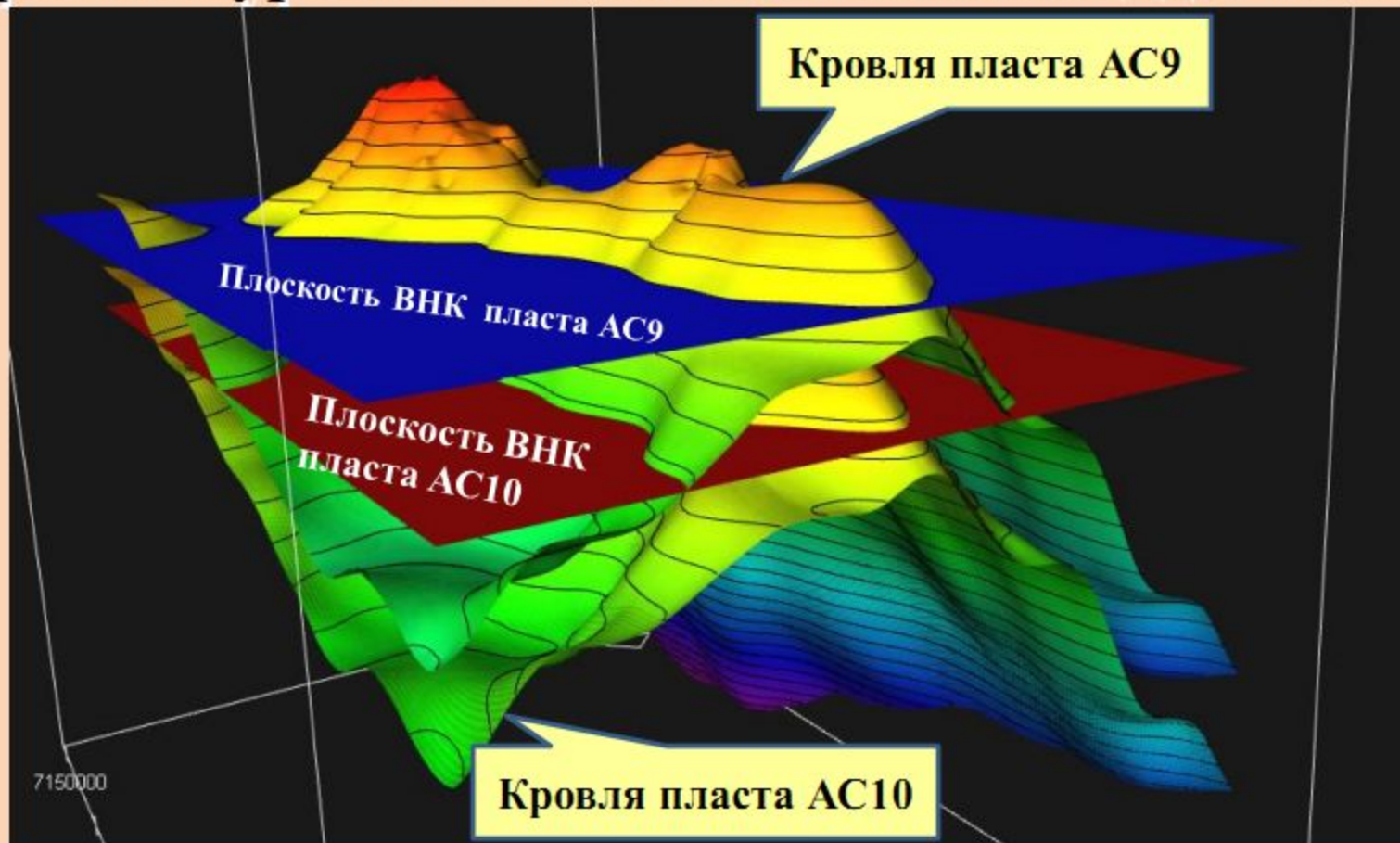
- 1 – водная;
- 2 – водонефтяная;
- 3 – нефтяная;
- 4 – газонефтяная;
- 5 – газовая

ЗАЛЕЖИ НЕФТИ И ГАЗА

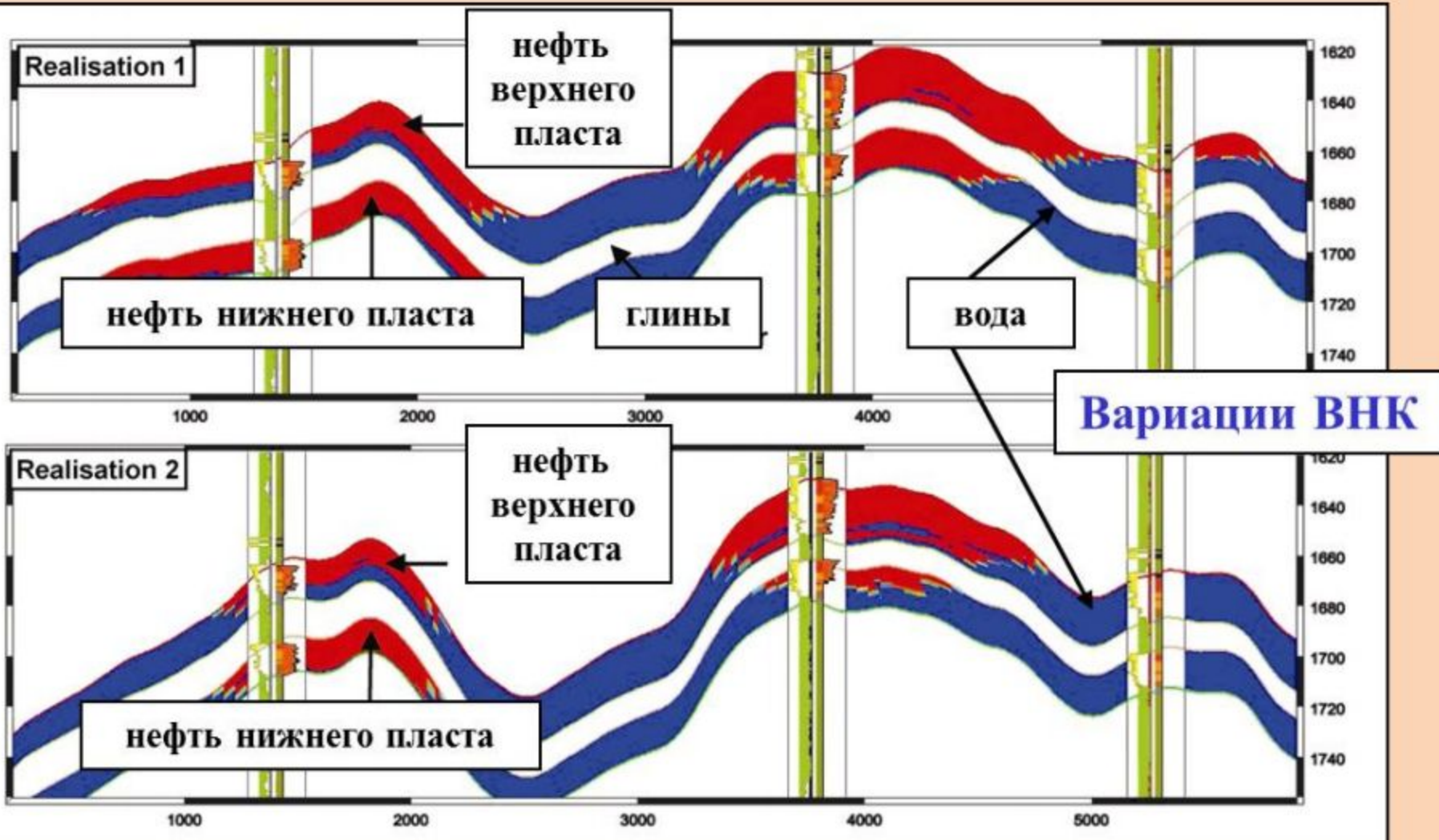


МЕСТОРОЖДЕНИЕ НЕФТИ и/или ГАЗА

Месторождение – пространственно-ограниченный участок недр, содержащий одну или несколько залежей нефти и газа, расположенных в разрезе одна над другой, проекция контуров которых на дневную поверхность полностью или частично находится внутри контура самой большой по площади залежи.



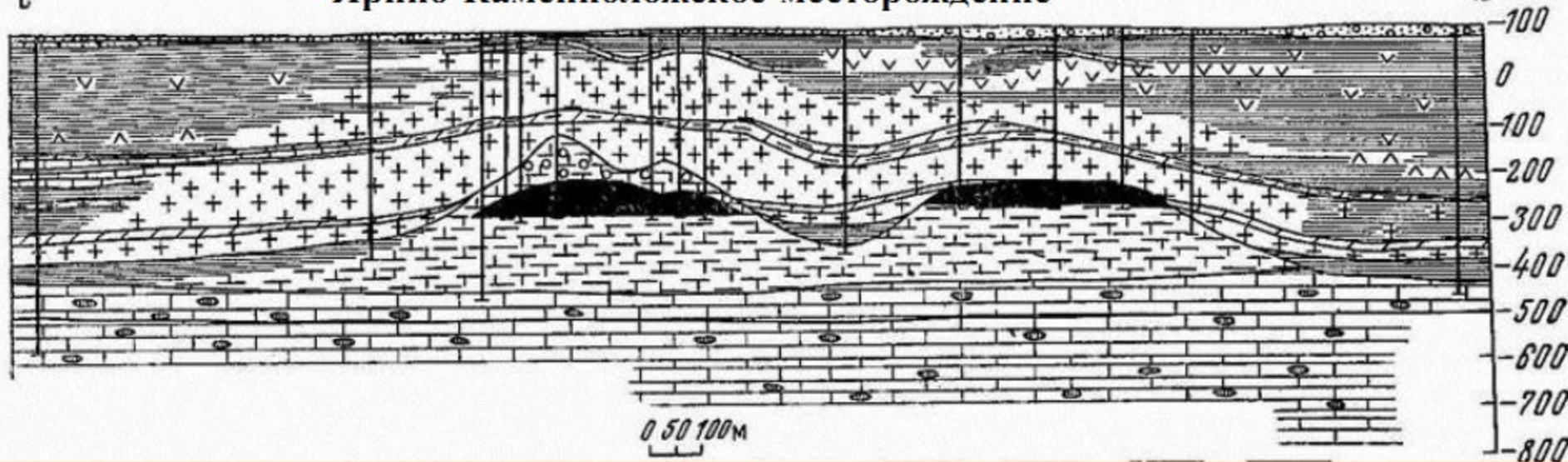
МЕСТОРОЖДЕНИЕ НЕФТИ И/ЛИ ГАЗА



С

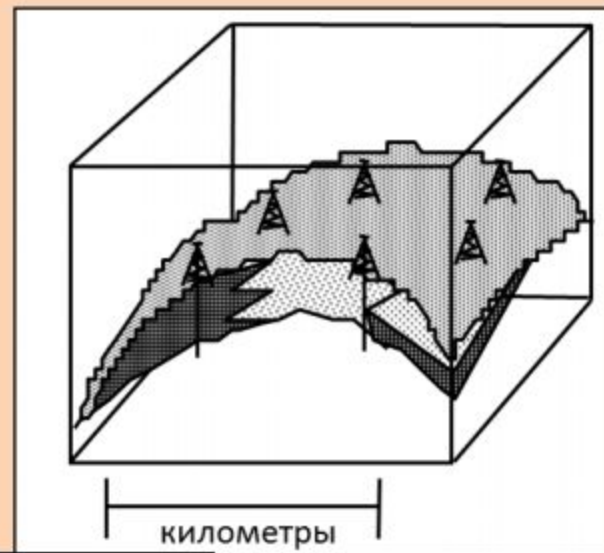
Ярино-Каменноложское месторождение

Ю

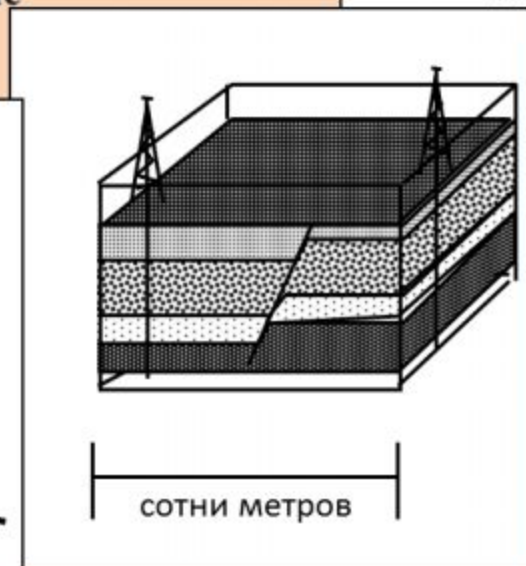


Масштабы и методы изучения геологических объектов

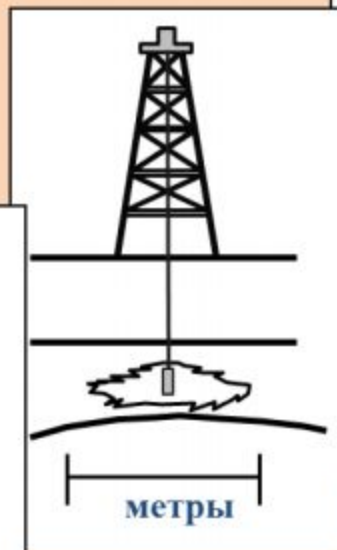
сейсмика,
моделирование
разработки,
геологический
анализ



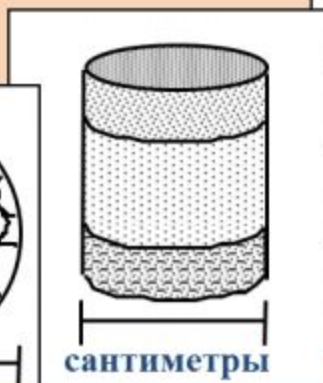
промысловая
геофизика, ВСП,
гидродинамические
исследования



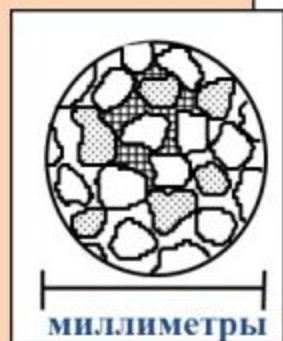
ГДИ, индикаторы,
гидропрослушивание



керн



шлифы



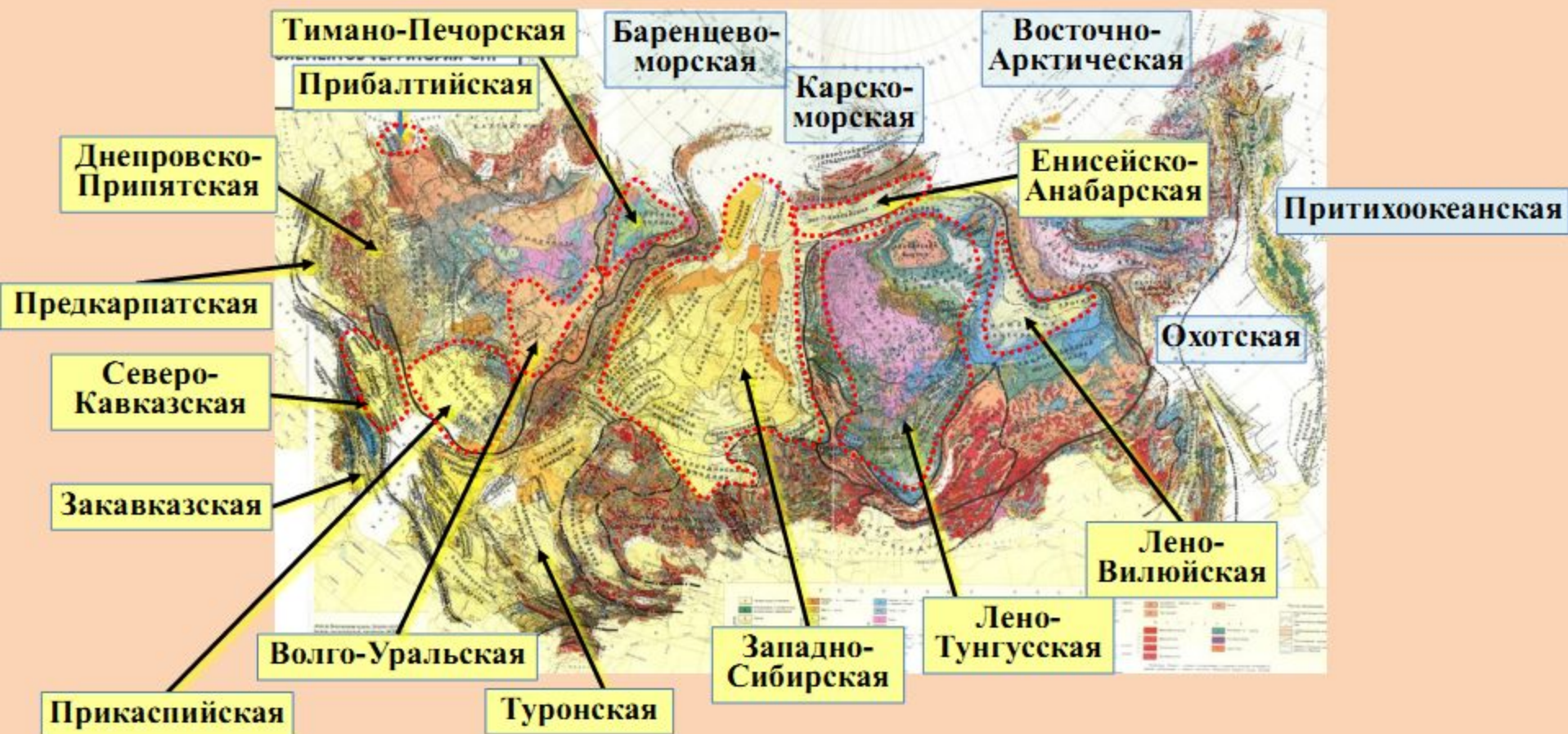
ВСП – вибро-сейсмическое прослушивание

ГДИ – гидродинамические исследования

ЗАКОНОМЕРНОСТИ РАЗМЕЩЕНИЯ МЕСТОРОЖДЕНИЙ НЕФТИ И ГАЗА

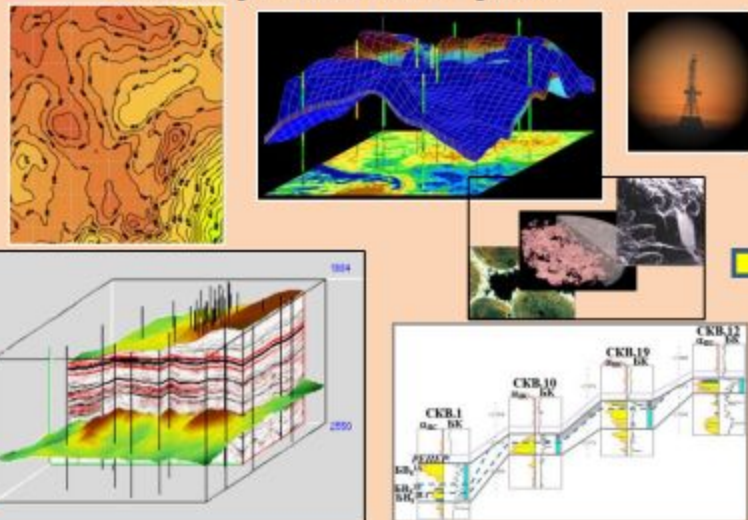
Нефтегазоносная провинция - это территория, объединяющая ассоциацию смежных нефтегазоносных областей и характеризующаяся сходством главных черт региональной геологии.

Нефтегазоносная область - это приуроченная к одному из крупных геоструктурных элементов, характеризующихся общностью геологического строения и геологической истории развития.

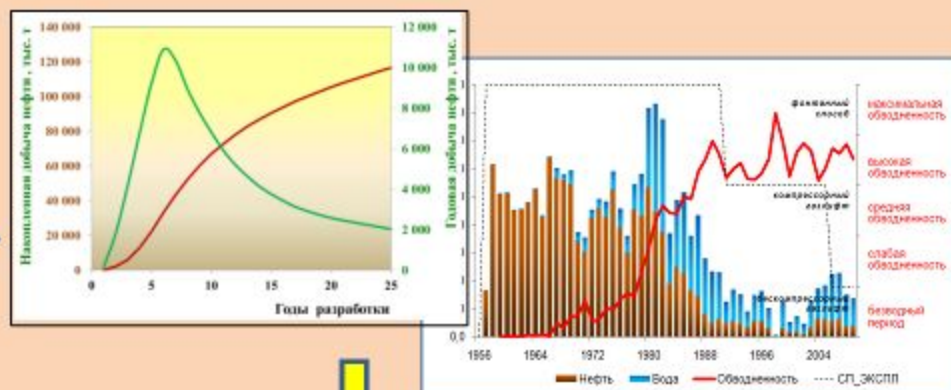


ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ОСВОЕНИЯ НЕФТЯНЫХ И ГАЗОВЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ

Подсчет запасов и ресурсов нефти и газа, оценка необходимых объемов геологоразведочных работ

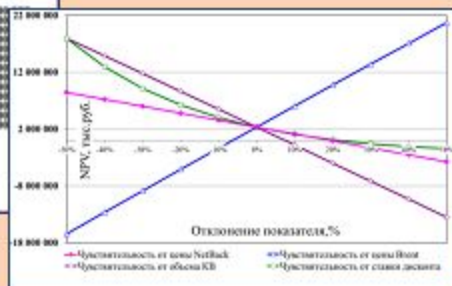
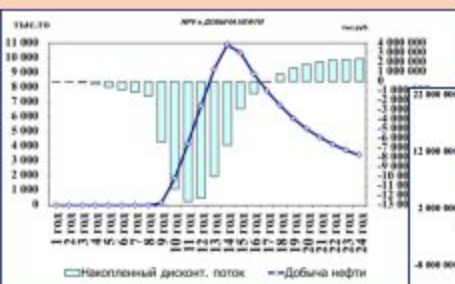


Расчет профилей добычи нефти и газа, анализ разработки приобретаемых месторождений



Экономическая оценка

Добыча нефть, млн.	поп. газ, млрд. м3	Выручка от реализации	Затраты по проекту, млн.руб.			NPV, млн.руб.	IRR, %	DPP, годы	PI, доли ед.
			Всего	Капиталь- ные	Эксплуат. а*				
93,93	0,00	540 824,1	462 910,6	134 616,1	110 855,2	2 371,5	18,3%	17	1,1
93,9	0,0	540 824,1	462 910,6	134 616,1	110 855,2	2 371,5	18,3%	17	1,1



Оценка планируемых мероприятий по обустройству месторождений

Объекты строительства	Объем/мощность	Стоимость, тыс. руб.
Отсыпка куста скважин	199 скв./17 куст	4 080 000,00
Обустройство куста и скважин	199 скв./17 кустов	1 293 500,00
Строительство водозаборных скваж	22 скв	1 760 000,00
Нефтеоборные сети:		
Ф 114х8 мм	L=32 км	539 125,83
Ф 159х8 мм	L=15 км	360 000,00
Ф 219х8 мм	L=5 км	140 581,78
Ф 273х8 мм	L=5 км	176 403,89
Ф 325х8 мм	L=5 км	209 644,70
Ф 426х8 мм	L=4 км	219 672,80
Ф 720х8 мм	L=1 км	93 544,88
УПН+СИКН	1 компл./Qн=18000 тонн/сут Qж=30 000 тонн/сут	8 823 557,71
Оборудование не входящее в смету	199 скв.	
ИТОГО		17 696 031,59