

# ОСНОВЫ ГЕОЛОГИИ И ЛИТОЛОГИИ НЕФТЕГАЗОВЫХ ЗАЛЕЖЕЙ

Презентацию подготовил:  
студент группы МСМ-22-06  
Андрянова Анастасия

# Нефть

- Нефть** — природная смесь, состоящая преимущественно из углеводородных соединений метановой ( $C_nH_{2n+2}$ ) нафтеновой ( $C_nH_{2n}$ ) и ароматической ( $C_nH_{2n-2}$ ) групп, которые в пластовых и стандартных условиях находятся в жидкой фазе.
- В **составе** нефтей присутствуют иные углеводороды, в том числе природный газ, вода, сернистые, азотистые, кислородные соединения, соли, металлорганические комплексы.
- Сорта нефти:** Россия – Urals и Siberian Light, Великобритания – Brent, США – Light Sweet, Иран – Iran Light и Iran Heavy.



Типы нефти по плотности	Плотность при 20°C и 0,1 МПа, г/см <sup>3</sup>
Особо легкая	До 0,830
Легкая	0,830-0,850
Средняя	0,850-0,870
Тяжелая	0,870-0,895
Битуминозная	Более 0,895

Типы нефти по вязкости	Вязкость в пластовых условиях, МПа*с
Незначительной вязкости	До 5,0
Маловязкая	5,0-10,0
Повышенной вязкости	10,0-30,0
Высоковязкая	30,0-200,0
Сверхвязкая	Более 200,0

Типы нефти по составу	Содержание смол и асфальтенов, %
Малосмолистые	Менее 5
Смолистые	5-15
Высокосмолистые	Более 15

Классификация сырой нефти по содержанию серы



# Фракции нефти

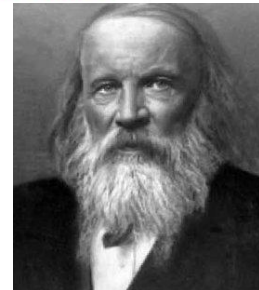


# Теории происхождения нефти

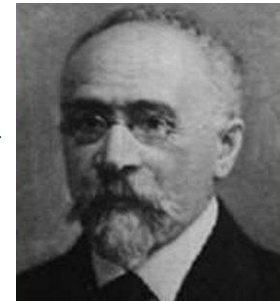
## ➤ Органическая теория- осадочно-миграционная



И.М. Губкин



Д.И. Менделеев



Н.А. Соколов

## ➤ Теории смешанного

происхождения — флюидодинамическая

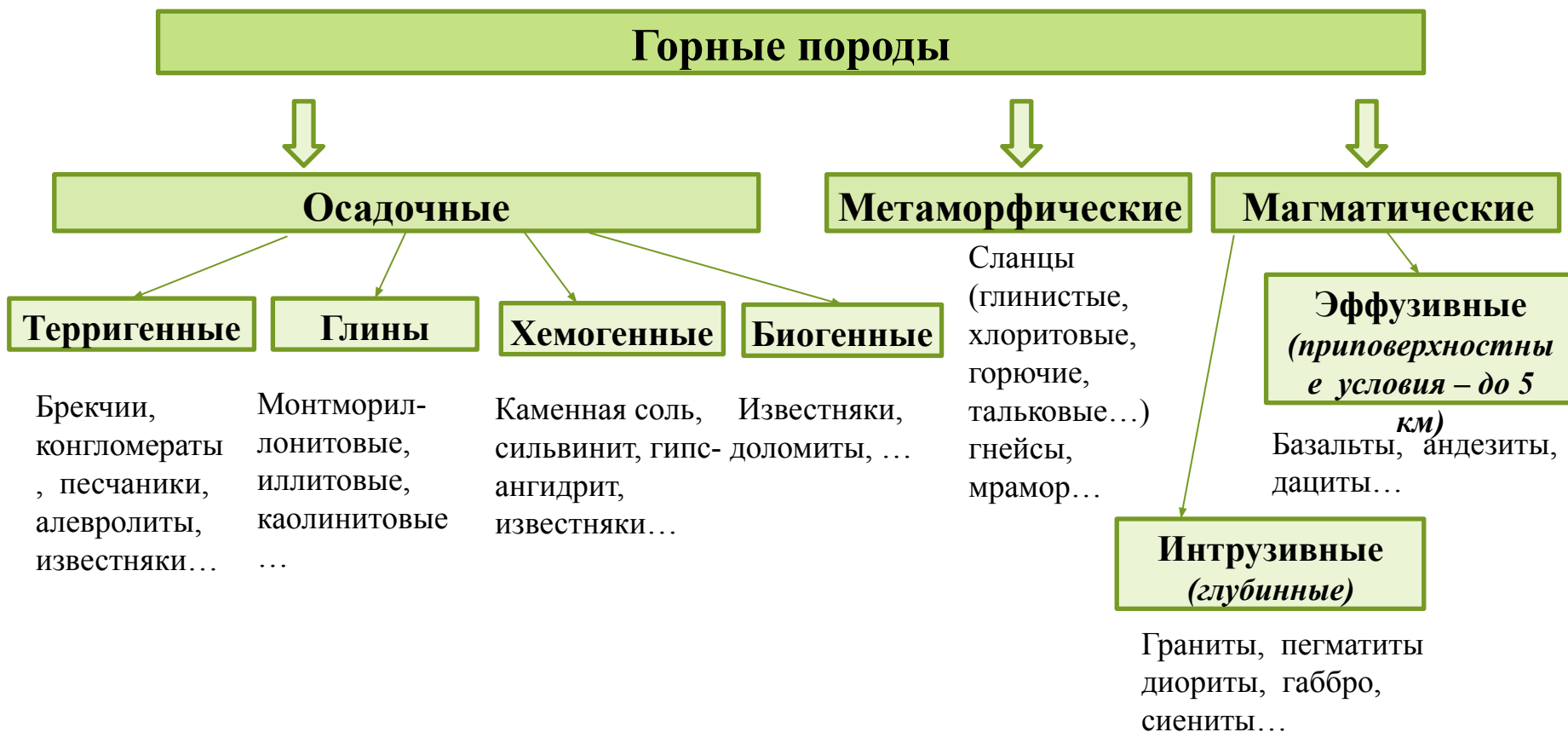
# Природный газ и газоконденсат

- **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.
- Газ часто **содержит**  $H_2S$ ,  $CO_2$ , азот и инертные газы, иногда ртуть.
- Природный газ называется **«сухим»**, если он почти не содержит бензина (менее 1 л на 25 м газа). **«Жирный»** газ может содержать бензина в 10 раз больше.
- **Газы нефтяные попутные** – углеводородные газы, сопутствующие нефти и выделяющиеся из нее при сепарации.
- На **растворимость газа в нефти** влияют температура, давление и плотность газа и нефти.
- **Давление насыщения** – давление, при котором данная нефть полностью насыщена газом.
- **Газовый конденсат (газоконденсат)** — природная смесь в основном легких углеводородных соединений, находящихся в газе в растворенном состоянии при определенных термобарических условиях и переходящих в жидкую фазу при снижении давления ниже давления конденсации.
- В **стандартных условиях** конденсат (стабильный) находится в **жидком состоянии** и не содержит газообразных углеводородов. В состав конденсата могут входить сера и парафин.

# Нефтегазовая геология и ЛИТОЛОГИЯ

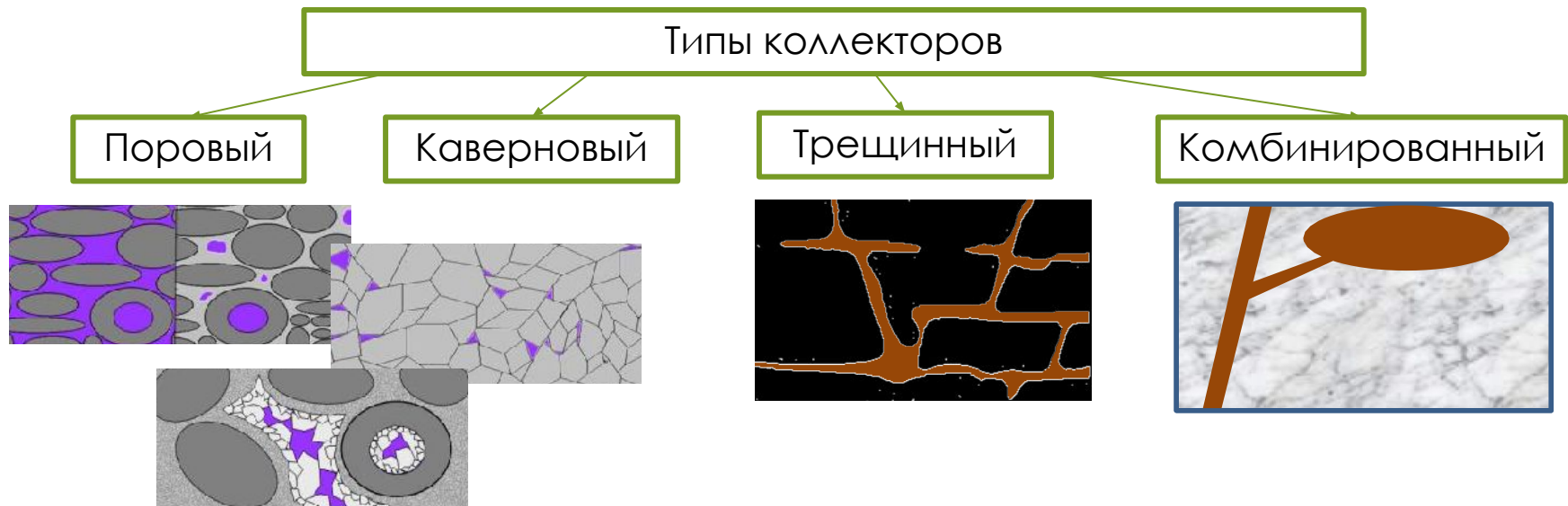
- **Геология нефти и газа (геология углеводородов, нефтегазовая геология)** – прикладной раздел геологии, изучающий образования и скопления углеводородов в недрах земли, с целью научно обоснованного прогноза нахождения залежей нефти и газа, выбора рационального комплекса методов их поиска, разведки, подсчёта запасов и оптимального режима разработки.
- **Нефтегазовая литология** – наука об осадочных породах нефтегазоносных комплексов, их составе, строении, которые обуславливают их коллекторские или флюидоупорные свойства, их происхождении. Нефтегазовая литология родилась на стыке двух наук – литологии и геологии нефти и газа.
- **Минералы** – природные, однородные по строению химические соединения или отдельные химические элементы, возникшие в результате физико-химических процессов, происходящих в Земле.
- **Горные породы** – естественные минеральные агрегаты, образующиеся в земной коре или на ее поверхности в ходе различных геологических процессов.

# Нефтегазовая геология и ЛИТОЛОГИЯ



# Коллекторы нефти и газа

- **Коллекторы** - горные породы, обладающие способностью вмещать нефть и газ и отдавать их при разработке.

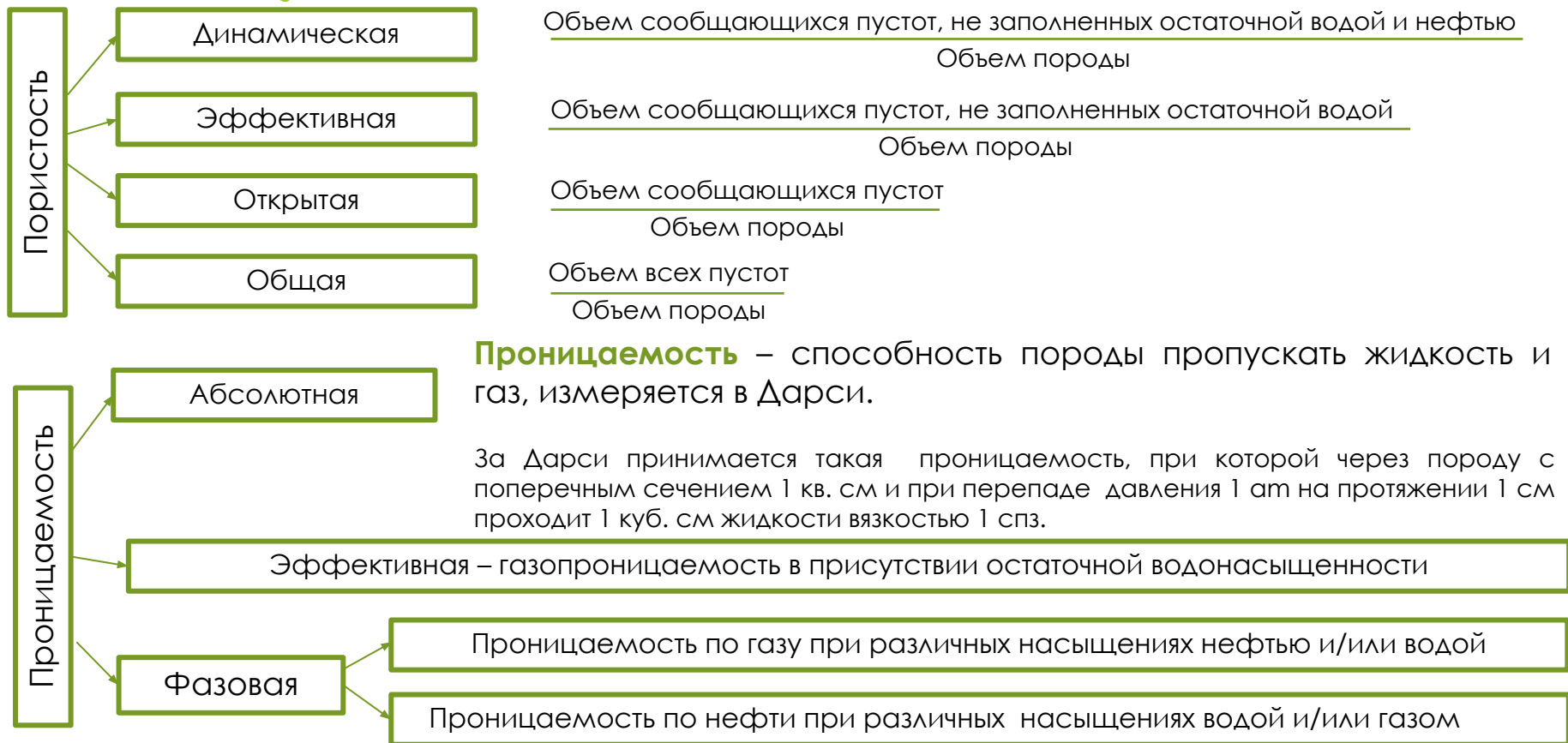


*«Нефть пропитывает горные породы подобно тому, как вода пропитывает губку»*

*Д.И. Менделеев*



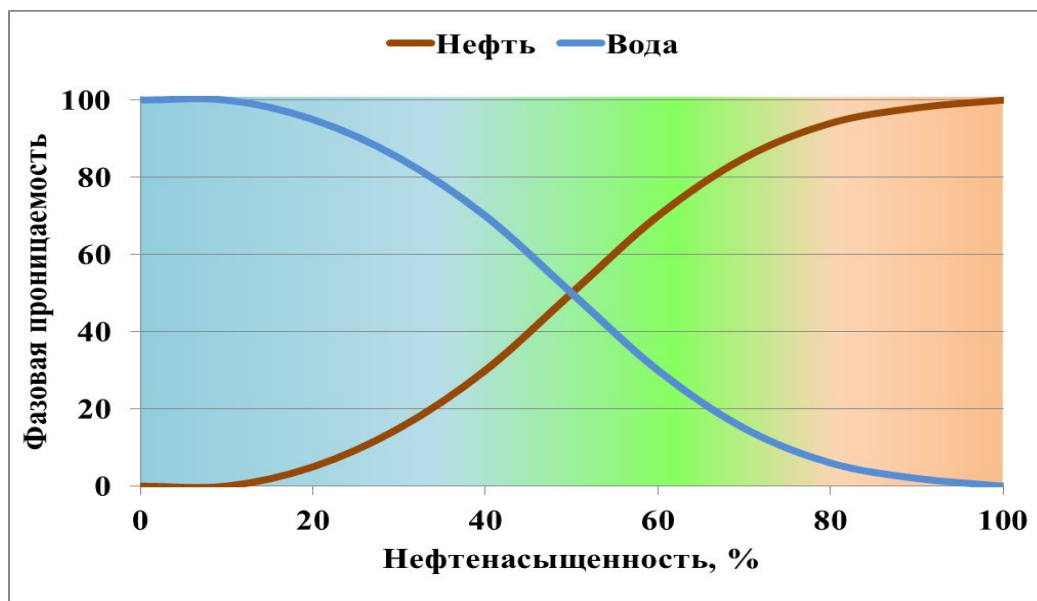
# Коллекторские свойства



$$\text{Коэффициент проницаемости} = \frac{(\text{объем флюида} * \text{вязкость флюида})}{(\text{площадь сечения образца} * \text{градиент давления})}$$

# Коллекторские свойства

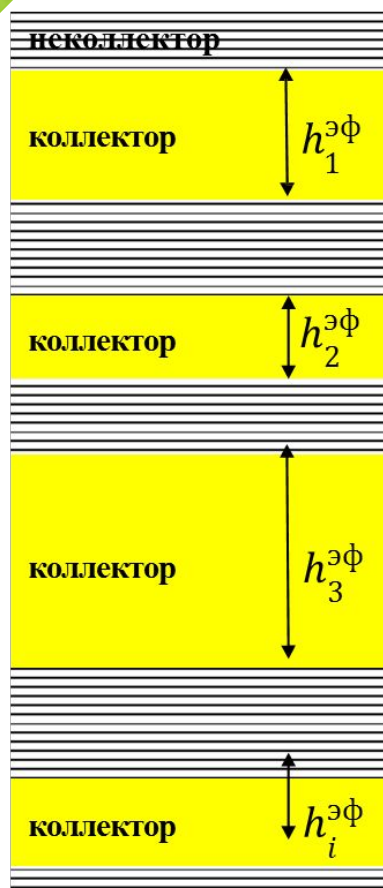
- **Нефте- и газонасыщенность** – степень заполнения порового пространства нефтью или газом



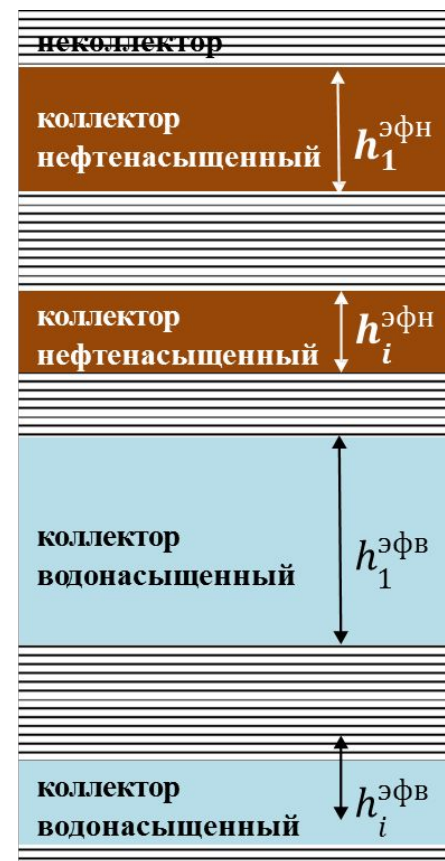
- **Смачиваемость** - способность тела смачиваться какой-либо жидкостью.

- В нефтегазовой геологии наибольший интерес представляют минералы, хорошо смачиваемые водой или нефтью. Большинство породообразующих минералов по отношению к нефти смачиваемые, что служит одной из причин, понижающих нефтеотдачу продуктивных пластов.

# Эффективная толщина пласта



**Эффективная толщина пласта** – это сумма толщин слоев пород-коллекторов



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

# Залежь

□ **Залежь** – это любое природное скопление углеводородов.

## Классификации залежей:

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

Залежи, категории	Запасы нефти, млн. т (млн. баррелей)	Запасы газа, млрд. куб. м (млрд. куб ф)
<b>Россия</b>		
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
<b>США</b>		
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	

# Залежь

## Классификации залежей:

- По значению средних дебитов скважин:

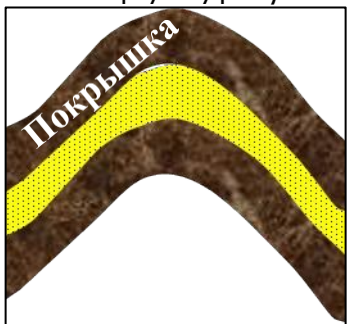
Класс	Залежь	Дебит нефти, т/сут	Дебит газа. куб. м/сут
1	Высокодебитная	более 100	более 100 000
2	Среднедебитная	10 – 100	10 000 – 100 000
3	Мелкоокодебитная	2 – 10	2 000 – 10 000
4	Непромышленные	менее 2	менее 2 000

- 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 (покрышками).
- Покрышками (флюидоупорами)** называют практически непроницаемые породы, через которые 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...
- Ловушка** - это часть природного резервуара, в которой может установиться равновесие нефти, газа и воды

# Типы ловушек

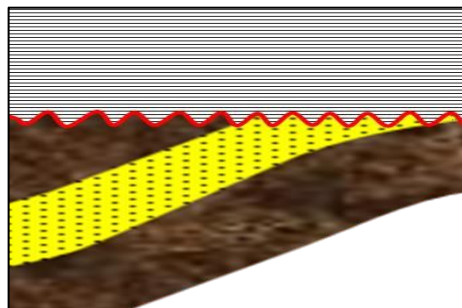
Структурный  
(антиклинальные структуры)



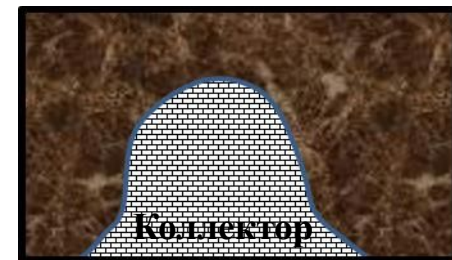
Литологический



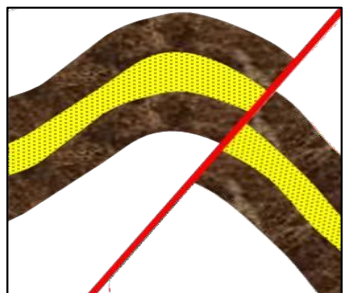
Стратиграфический



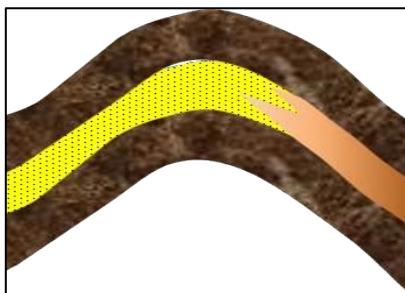
Массивный  
(например - палеориф)



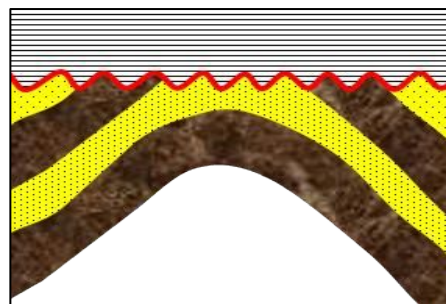
Структурно-  
тектонический



Структурно-  
литологический



Структурно-  
стратиграфический

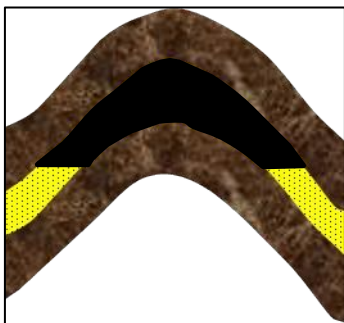


Литолого-  
стратиграфический



# Типы залежей

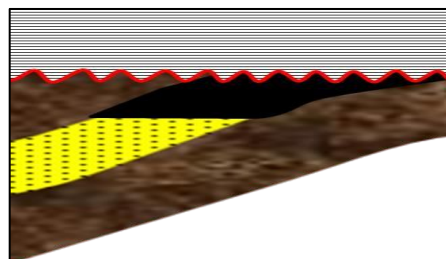
Структурный  
(антиклинальные структуры)



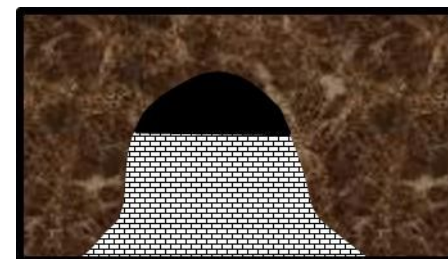
Литологический



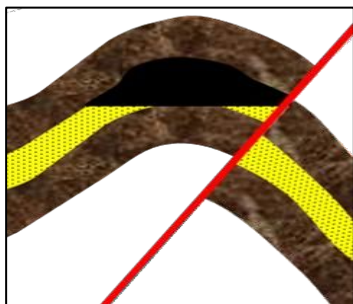
Стратиграфический



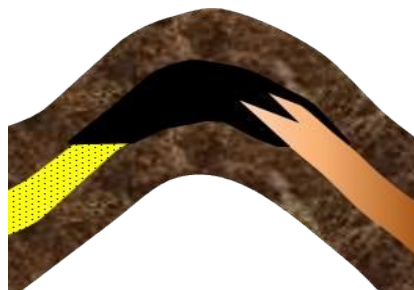
Массивный  
(например - палеориф)



Структурно-  
тектонический



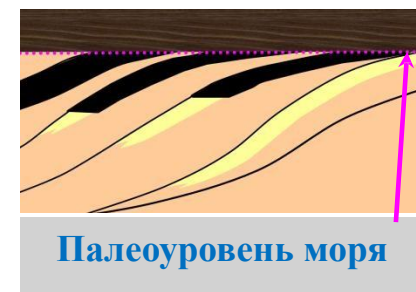
Структурно-  
литологический



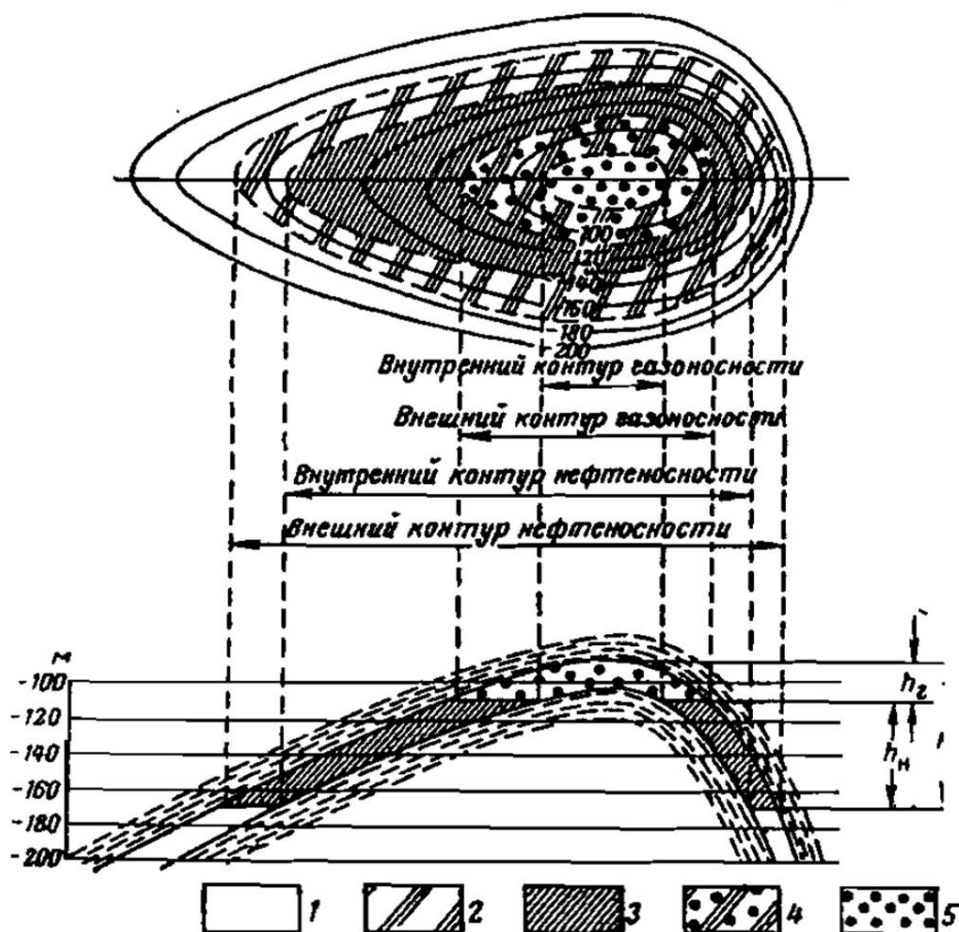
Структурно-  
стратиграфический



Литолого-  
стратиграфический



# Принципиальное строение залежей



**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 газо- нефтяного) с кровлей пласта;

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

**Высота залежи ( $h$ )** – вертикальное расстояние между водонефтяным (газонефтяным) контактом и самой высокой точки залежи и представляет сумму высот нефтяной ( $h_н$ ) и газовой ( $h_г$ ) частей.

**Зоны:**

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



# Источники пластовой энергии

**Природным режимом залежи** называют совокупность естественных сил, способствующих перемещению нефти и газа к забоям добывающих скважин.

В процессе разработки нефтяных залежей вытеснение нефти к забоям добывающих скважин происходит под действием различных природных видов пластовой энергии.

Основными **источниками движущих сил** являются:

- пластовое давление;
- упругость жидкости, газа и породы- коллектора;
- давление сжатого газа газовой шапки;
- упругость выделяющегося из нефти растворенного газа;
- напор контурных и подошвенных пластовых вод;
- сила тяжести нефти.

# Факторы, определяющие режим работы нефтяной залежи

## Природные:

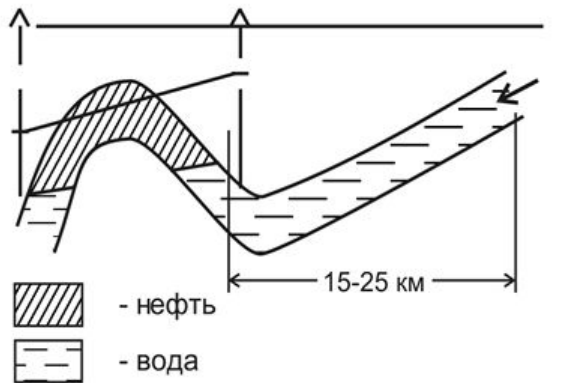
- геологические (гидродинамическая связь между различными частями залежи и участками природного резервуара, химический состав и минерализация пластовых вод и др.);
- структурные (форма и размеры ловушки, наличие и характер разрывных нарушений);
- коллекторские свойства пластов (толщина, пористость, проницаемость и закономерности их изменения по площади);
- условия залегания нефти, газа и воды в недрах (наличие или отсутствие водонефтяных, газонефтяных зон и газовых шапок);
- свойства пластовых флюидов (плотность, вязкость, газосодержание, соотношение давления насыщения ( $P_{нас.}$ ) и пластового давления ( $P_{пл.}$ ));
- термобарические условия недр.

# Факторы, определяющие режим работы нефтяной залежи

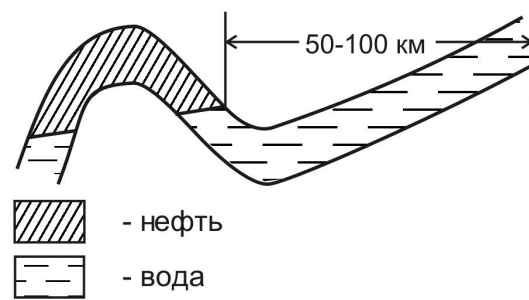
**Технологические** определяются условиями разработки залежи и могут быть изменены по воле человека:

- темп отбора нефти, воды, газа из залежи, динамика пластового давления в процессе разработки;
- характер размещения на залежи добывающих скважин и условия перемещения контуров и контактов нефть-вода, нефть-газ;
- геолого-технологические мероприятия, проводимые в скважинах с целью улучшения условий притока нефти к забоям скважин и повышения степени охвата продуктивного пласта разработкой (методы интенсификации добычи нефти и повышения нефтеотдачи, а также методы поддержания пластового давления). С применением этих методов режим работы залежи переходит на искусственный.

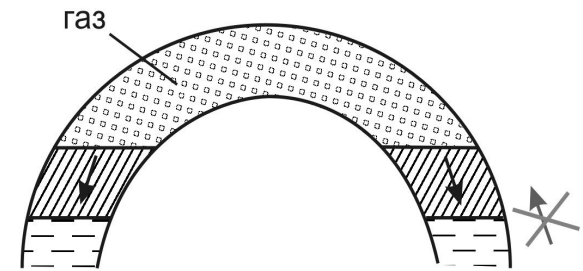
# Режимы работы нефтяной залежи



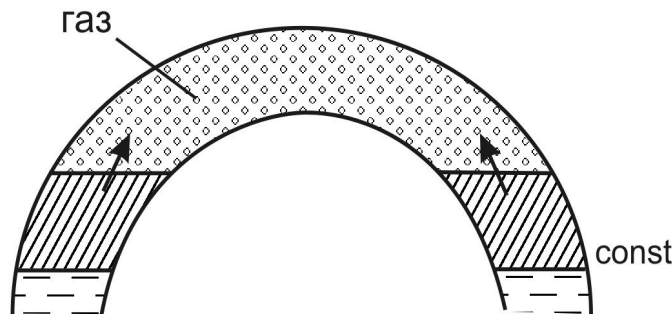
Водонапорный режим  
( $K_{\text{нотд}} = \text{около } 0,8$ )



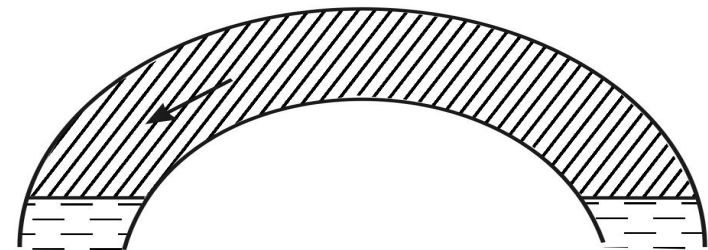
Упругововодонапорный режим  
( $K_{\text{нотд}} = 0,5-0,55$ )



Газонапорный режим  
( $K_{\text{нотд}} = 0,5-0,7$ )



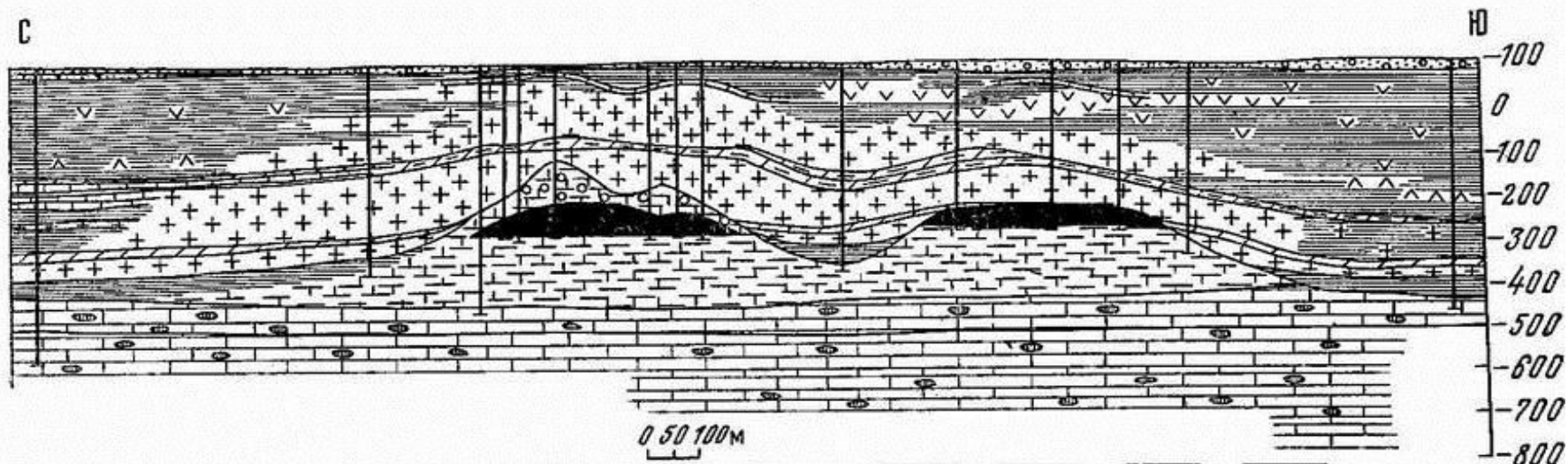
Режим растворенного газа  
( $K_{\text{нотд}} = 0,5-0,7$ )



Гравитационный режим  
( $K_{\text{нотд}} = \text{около } 0,2$ )

# 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.



# Нефтегазоносные провинции

- **Нефтегазоносная область** – это территория, приуроченная к одному из крупных геоструктурных элементов, характеризующихся общностью геологического строения и геологической истории развития.
- **Нефтегазоносная провинция** – это территория, объединяющая ассоциацию смежных нефтегазоносных областей и характеризующаяся сходством главных черт региональной геологии.



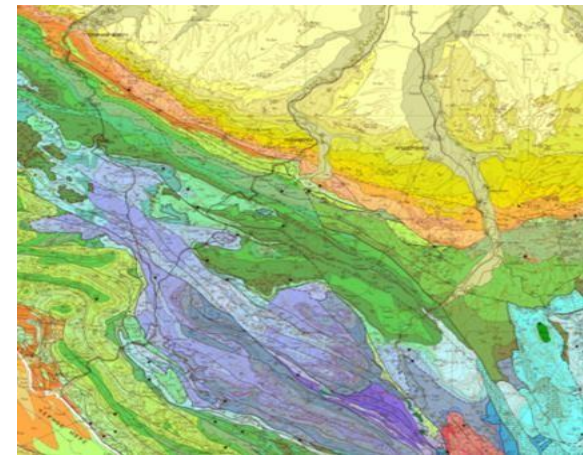
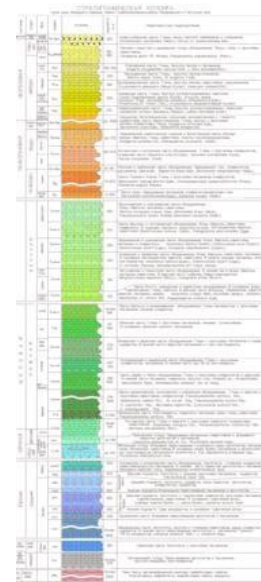
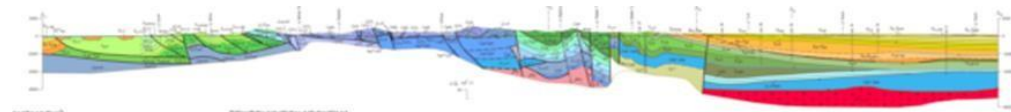
# Геологоразведочные работы

## Геологическая съемка



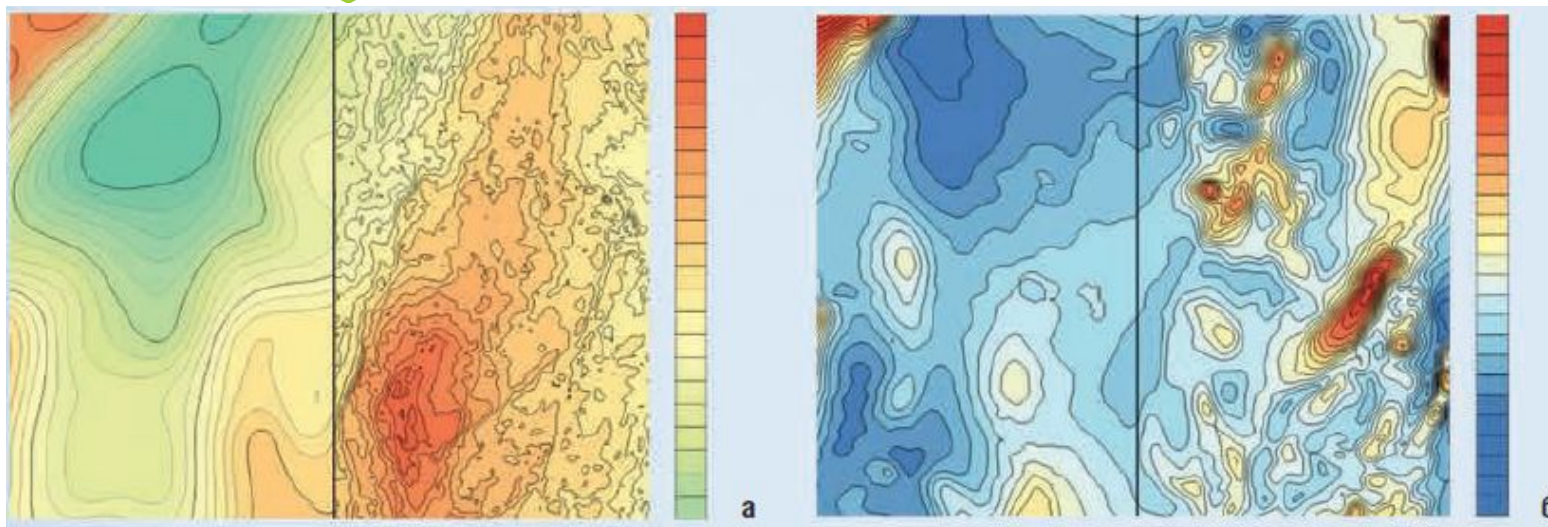
### Во время проведения геологической съемки:

- Изучается состав и строение пород;
- Определяется возможность нахождения коллекторов и покрышек;
- Выявляются зоны возможного нахождения структур, к которым
- Выявляются нефтегазопрооявления и ряд других геохимических аномалий.



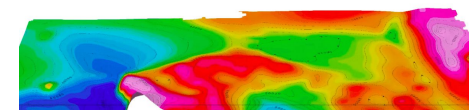
# Геологоразведочные работы

## Гравиразведка, магниторазведка



Сравнение фрагментов ретроспективных (слева) и современных (справа) карт изолиний гравитационного (а) и магнитного (б) полей

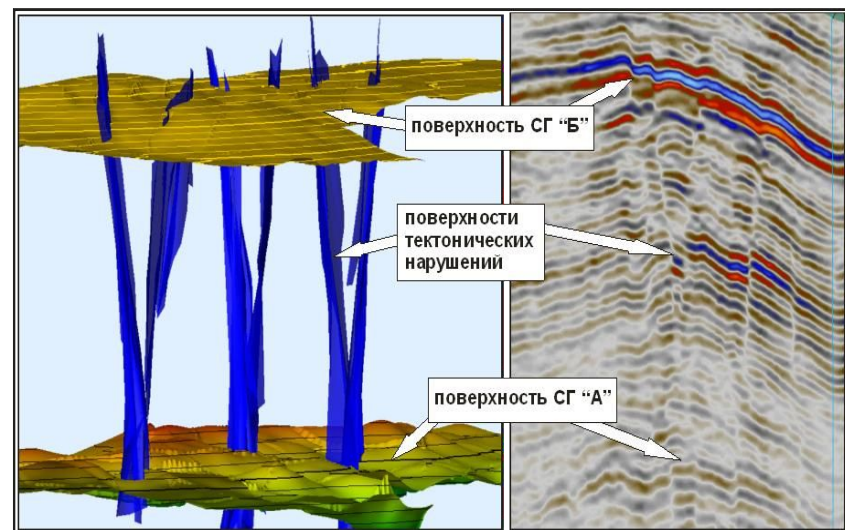
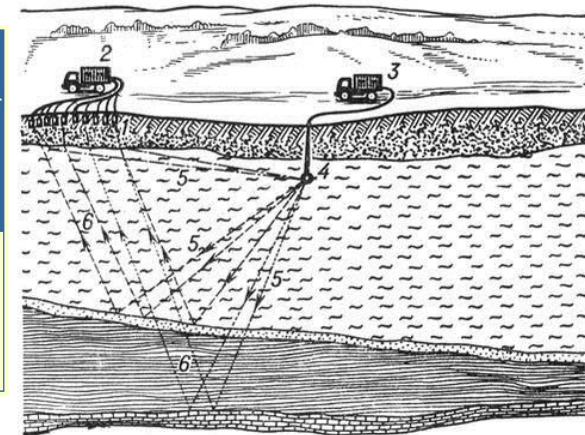
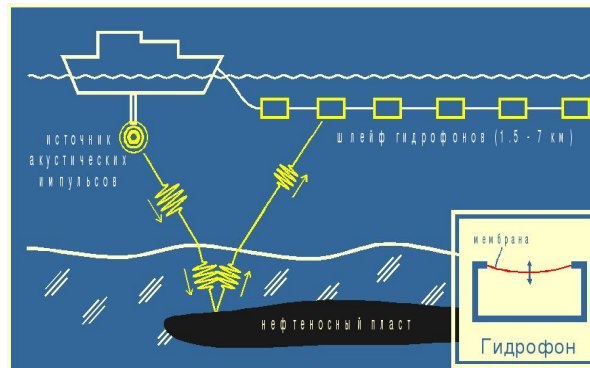
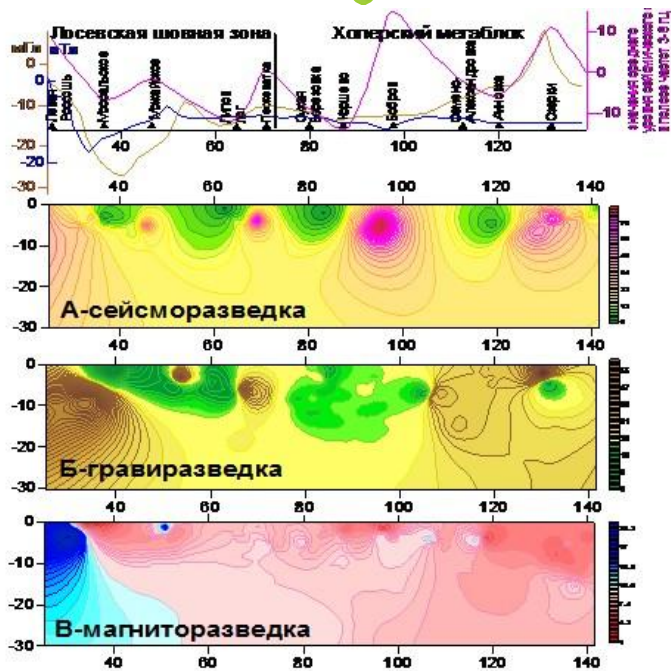
Воздушная магниторазведка





# Геологоразведочные работы

## Сейсморазведка



Определение глубины горизонта по данным сейсморазведки

$$H = V * T_0 / 2$$

где  $H$  – глубина, м;  $V$  – скорость, с;  
 $T_0$  – двойное время пробега волны

# Геологоразведочные работы

## Бурение опорных и параметрических скважин

- **Опорные и параметрические скважины** предназначены для изучения геологического строения, гидрогеологических и геохимических особенностей крупных геоструктурных элементов, для определения общих закономерностей распространения комплексов отложений, благоприятных для нефтегазообразования и нефтегазонакопления, с целью количественной оценки нефтегазоносности и выбора наиболее перспективных направлений поисковых работ.
- **Главное отличие** опорной скважины от параметрической заключается в том, что **опорная скважина** предназначена для исследования только **слабо изученных глубокопогруженных пород**.
- Цель бурения **параметрической скважины** – изучения всего разреза.

# Геологоразведочные работы

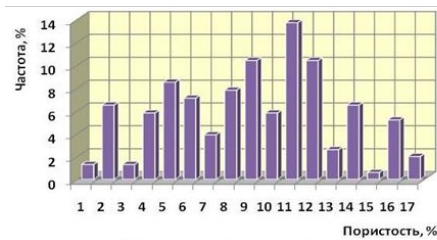
## Исследование керна



Образцы керна

**Керн** - проба вещества, представляющая собой цилиндрический столбик, отбираемый при бурении с целью дальнейшего изучения

*Пористость*



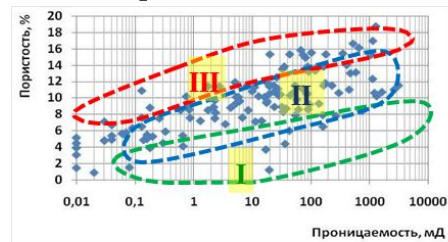
*Проницаемость*



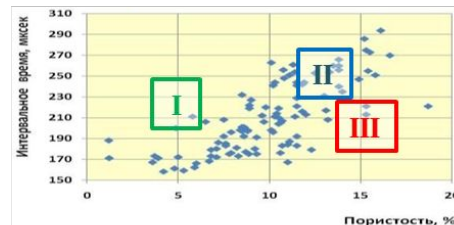
*Остаточная водонасыщенность*



*Соотношение пористости и проницаемости*



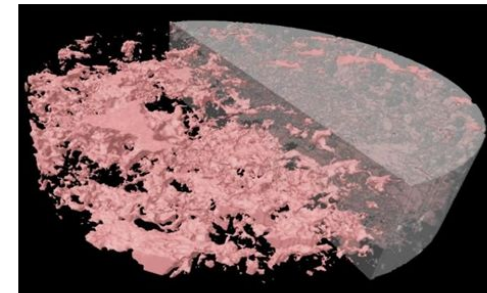
*Соотношение пористости и интервального времени пробега акустической волны*



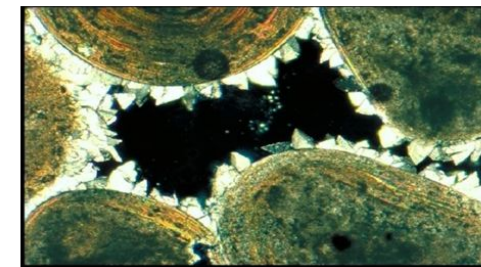
**Типы коллекторов:**

- I – трещинный и порово-трещинный;
- II – каверно-поровый, поровый и трещино-поровый;
- III – порово-каверновый и каверновый

*Компьютерная томография*



*Микроскопические исследования*



*История формирования пустот*

