



**Российский государственный университет нефти и газа  
(Национальный исследовательский университет)  
имени И. М. Губкина**

***Центр инновационных компетенций (ЦИК)***

**Программа повышения квалификации  
«Технологии нефтегазового производства»**

**Тема «Геология углеводородов»**

***Лекция-2***

***Преподаватель к.э-м.н.,  
доцент кафедры Теоретических основ поисков и разведки нефти и газа  
Милосердова Людмила вадимовна***

***Москва 2019 год***

*Раньше говорил государь-император, что у России два союзника – армия и флот, а сейчас у России другие два союзника – нефть и газ.*



## **ВВЕДЕНИЕ**

### **1. ИЗБРАННЫЕ ГЛАВЫ ГЕОЛОГИИ**

### **2. ГЕОЛОГИЯ НЕФТИ И ГАЗА**

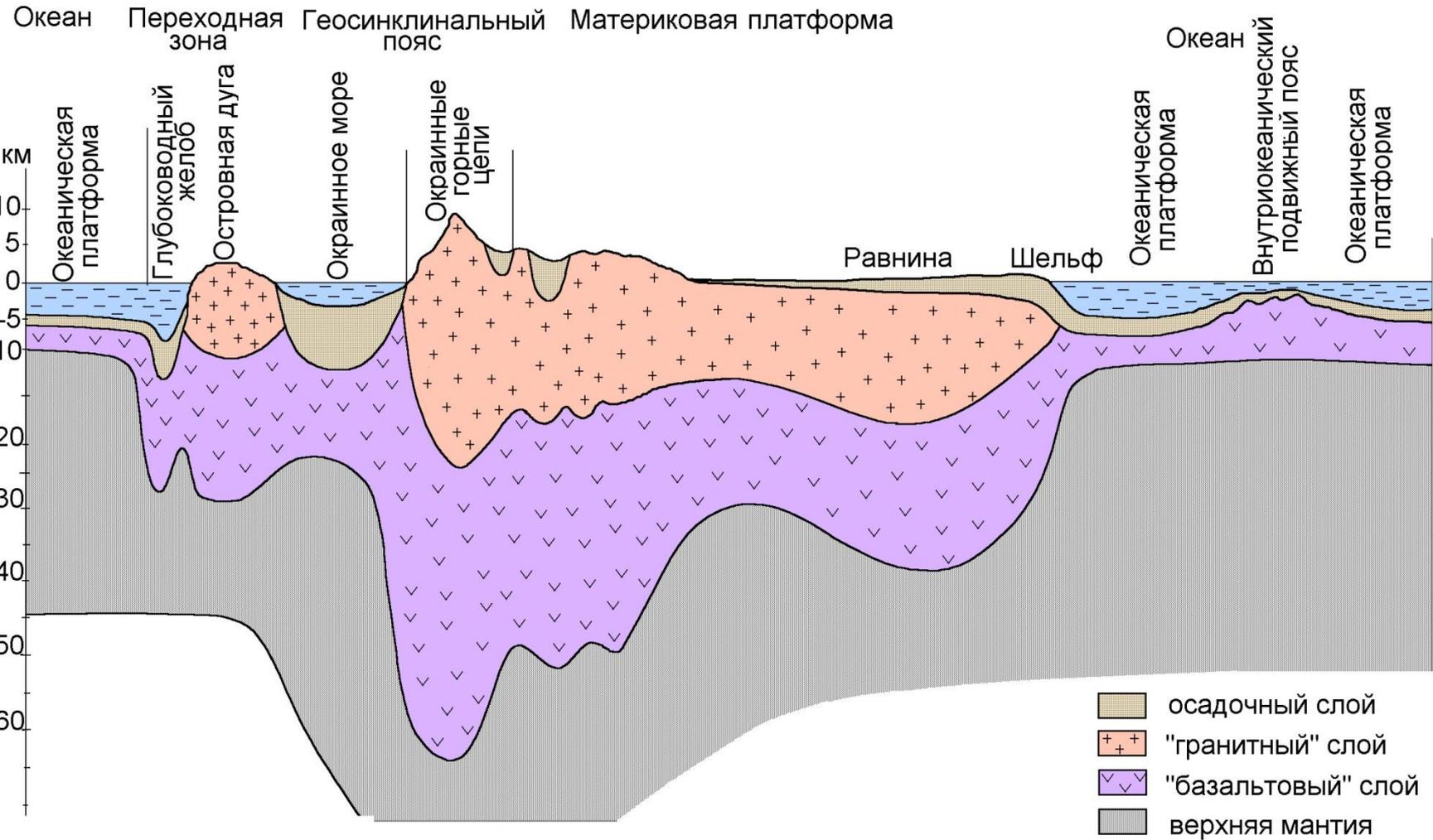
### **3. РЕСУРСЫ И ЗАПАСЫ УГЛЕВОДОРОДОВ, ИХ КЛАССИФИКАЦИИ**

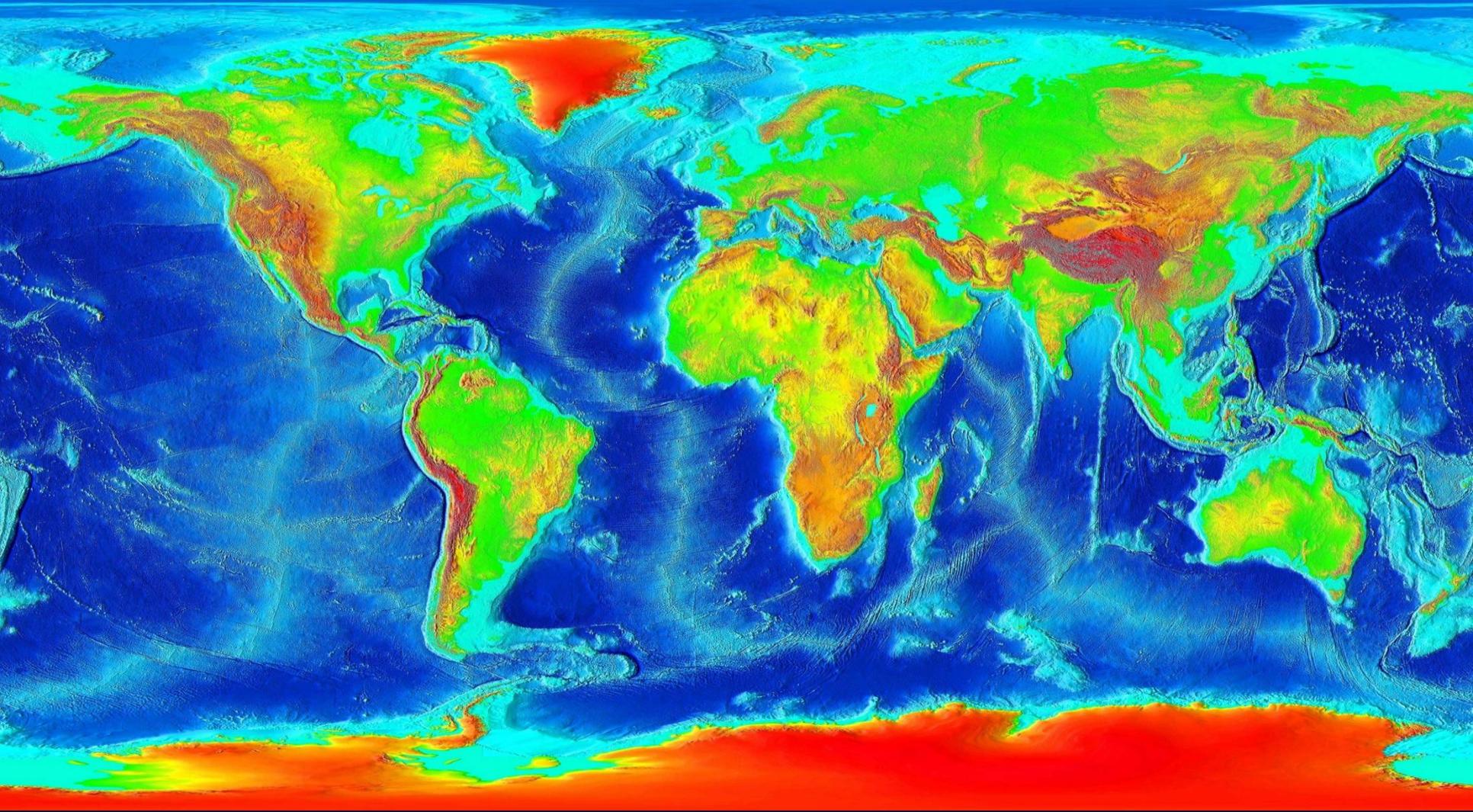
### **4. МЕТОДЫ ПОИСКОВО- РАЗВЕДОЧНЫХ РАБОТ**

### **5. ТЕХНОЛОГИЯ ПОИСКОВО- РАЗВЕДОЧНЫХ РАБОТ**

## **ЗАКЛЮЧЕНИЕ**

# Строение земной коры (по В.Е.Хаину)





Основные черты современного рельефа Земли.  
Шельф – располагается на континентальной земной коре.  
В зависимости от уровня моря шельф может осушаться, а низменные равнины покрываться морем

**Диаметр Земли – около 12741 км, самая глубокая скважина – 12262 м – поэтому у нас очень мало прямых знаний о недрах. В основном – это модели.**

Земля еще не завершила своего развития. В ней продолжается радиоактивный распад и гравитационная дифференциация. Температура в недрах Земли достигает 3,5 – 6 тыс.град. Тепло из недр поступает к поверхности, давая энергию для тектонических процессов и вещество для создания земной коры.

Кроме твердых оболочек Земля обладает гидросферой, атмосферой и биосферой. Сейчас на ней активно формируется техносфера (ноосфера). Взаимодействие их порождает большинство геологических процессов. Геологическая деятельность человечества происходит на поверхности Земли – в зоне взаимопроникновения всех перечисленных сфер.

# Геологические процессы, явления и структуры



Геологические процессы видоизменяют земную кору и ее поверхность, приводя к разрушению одних и созданию других горных пород.

**Эндогенные (внутренние или глубинные) процессы** протекают в недрах земной коры за счет внутренней тепловой энергии Земли в условиях высоких давления и температуры.

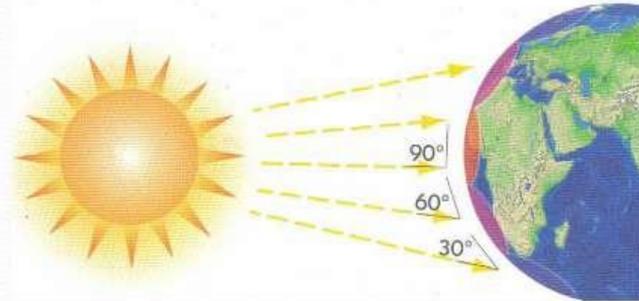
**Экзогенные (внешние) процессы или гипергенные (поверхностные)** происходят на поверхности Земли при относительно низких температурах и давлении.

**Метаморфические процессы** связаны с изменением ранее образовавшихся минералов и горных пород в результате изменения физико-химических условий. Главными факторами, влияющими на изменение минералов, являются давление и температура, а также газообразные и летучие вещества.

# Источники энергии

## Внешних сил

Солнечная энергия



Гравитация

## Внутренних сил

Тепло, которое образуется в недрах планеты

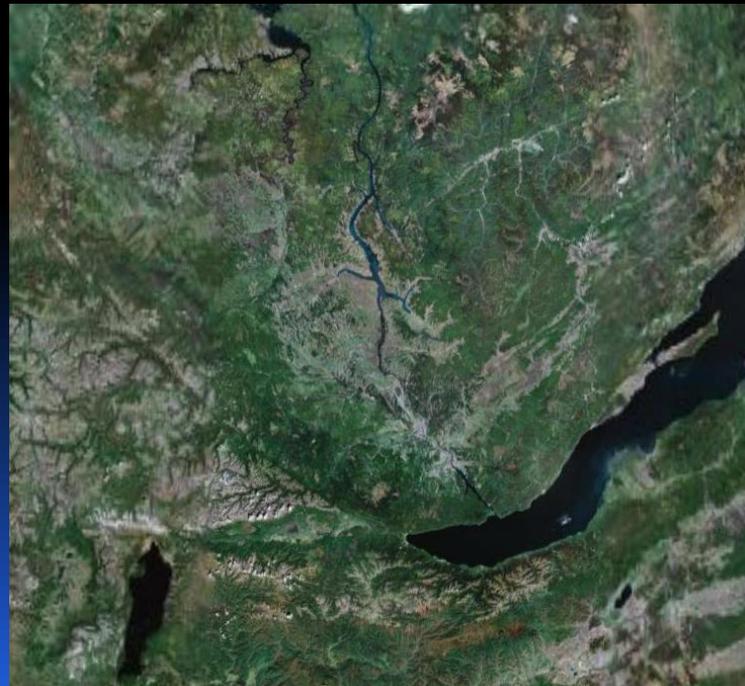


Суточные изменения температуры сказываются до глубины 1-2 м.

Сезонные колебания проникают до глубины 30 м.

Глубина, ниже которой сезонные колебания температуры не влияют на температуру недр называется **поясом постоянных температур**, или нейтральным слоем.

# Эндогенные (тектонические) силы, процессы, явления



**Магматизм,  
метаморфизм,  
землетрясения,  
разломообразование,  
складкообразование**

# Тектонические движения и тектонические структуры

**Тектонические движения – это перемещения вещества в земной коре под действием преимущественно эндогенных сил. Они имеют как горизонтальную, так и вертикальную составляющие.**

**Вертикальные движения приводят к выгибанию (относительному поднятию) и прогибанию (погружению) литосферы. В истории Земли на одной и той же территории поднятия (и размыв) сменяются погружениями (и осадконакоплением), и наоборот.**

**Медленные, колебательные *эпейрогенические* (рождающие континенты) движения захватывают обширные пространства. Относительно быстрые *орогенические* - (рождающие горы) - до 5 см/год – затрагивают сравнительно узкие зоны. Новейшие, современные.**

***Горизонтальные движения*, затрагивающие обширные территории приводят к дрейфу континентов, смятию слоев в складки, воздыманию хребтов.**

**Первопричина – конвекционные ячейки**

# **В результате тектонических движений возникают тектонические структуры различных порядков**

**Надпорядковые**

**1 порядок**

**Континенты+, океаны**

**2 порядок**

**Платформы+,  
геосинклинальные области+**

**3 порядок**

**Плиты+, щиты, геосинклинали**

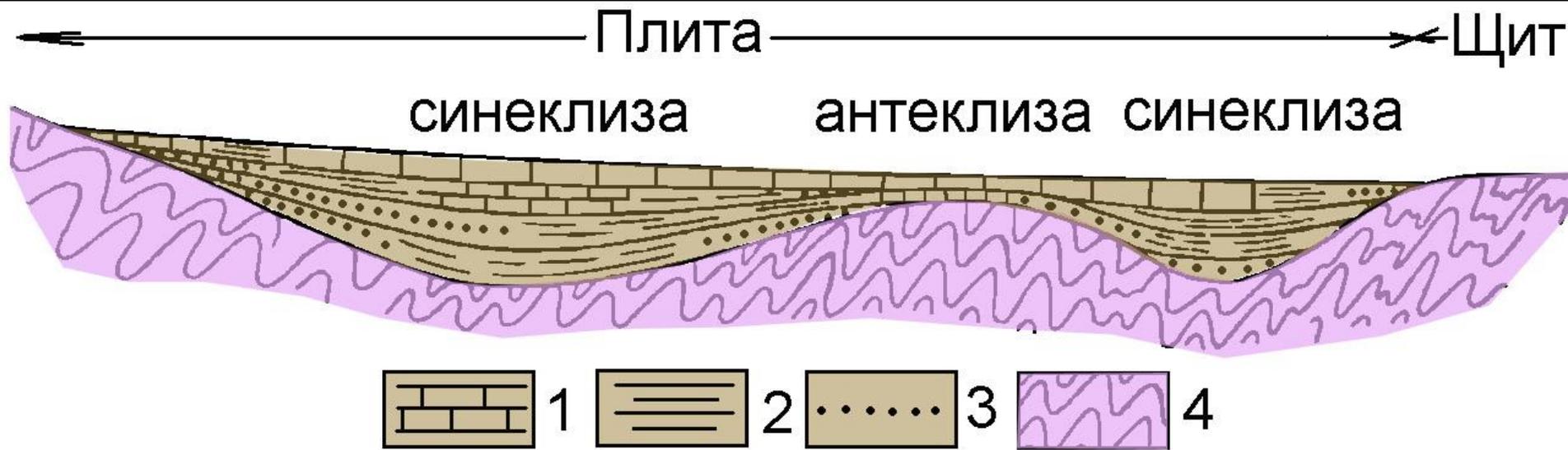
**4 порядок**

**Антеклизы, синеклизы+,  
антиклинории, синклинории+**

**5 порядок**

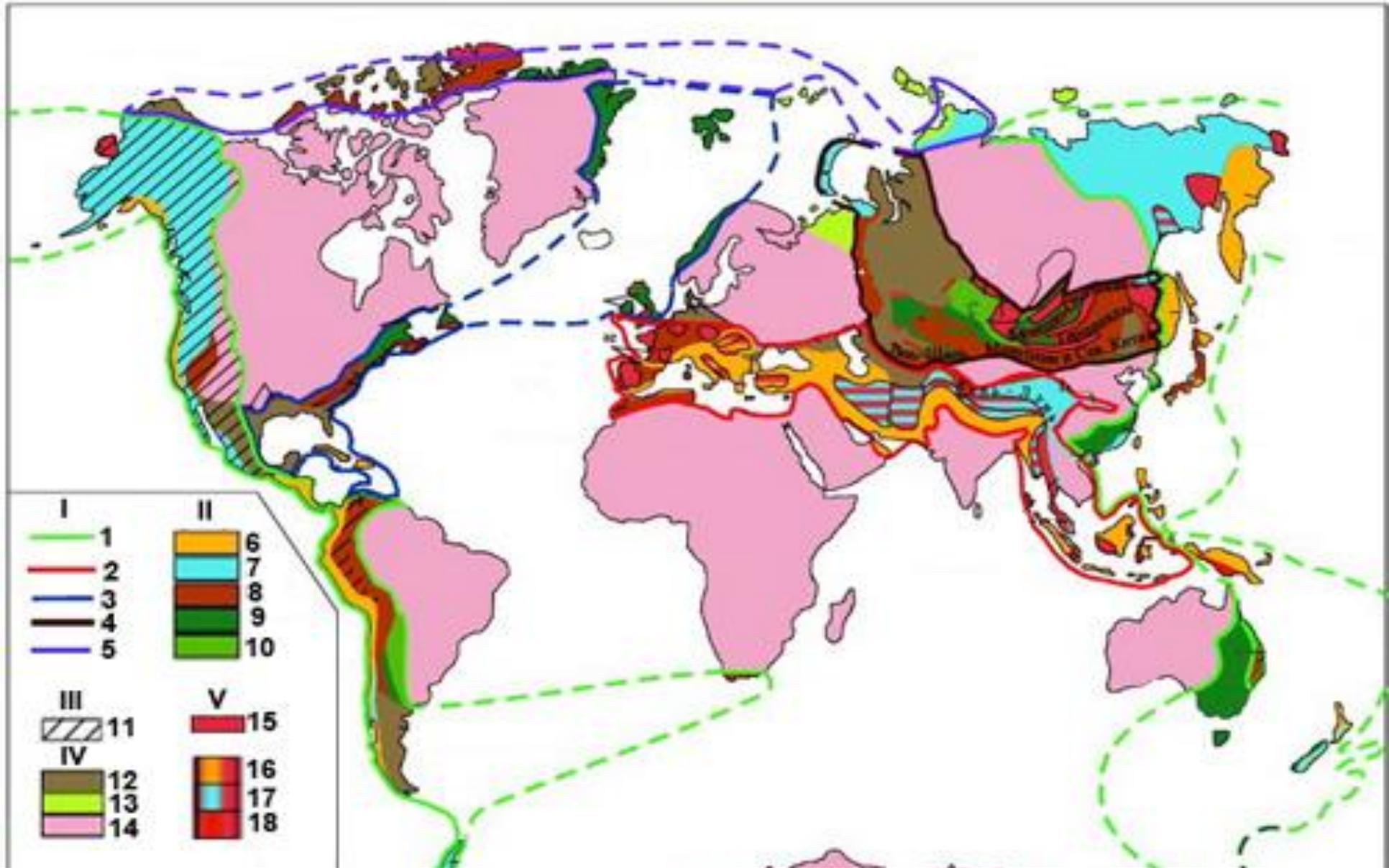
**Валы, своды, впадины,  
прогибы**

**Элементарные структуры+**



1,2,3 - породы осадочного чехла

4 – породы складчатого фундамента



**Платформы и складчатые пояса (упрощенная схема), по П.В. Федорову, 2006)**

# Геологический разрез Восточно-Европейской платформы

СЗ

ЮВ



**Восточное перикратонное погружение  
Восточно-Европейской платформы**

# В пределах Восточно-Европейской платформы выделяют крупнейшие тектонические структуры

Синеклизы- пологий прогиб земной коры в пределах платформы

Антеклизы- пологое поднятие слоев земной коры в пределах платформы

I. Тиманская гряда

II. Воронежский массив

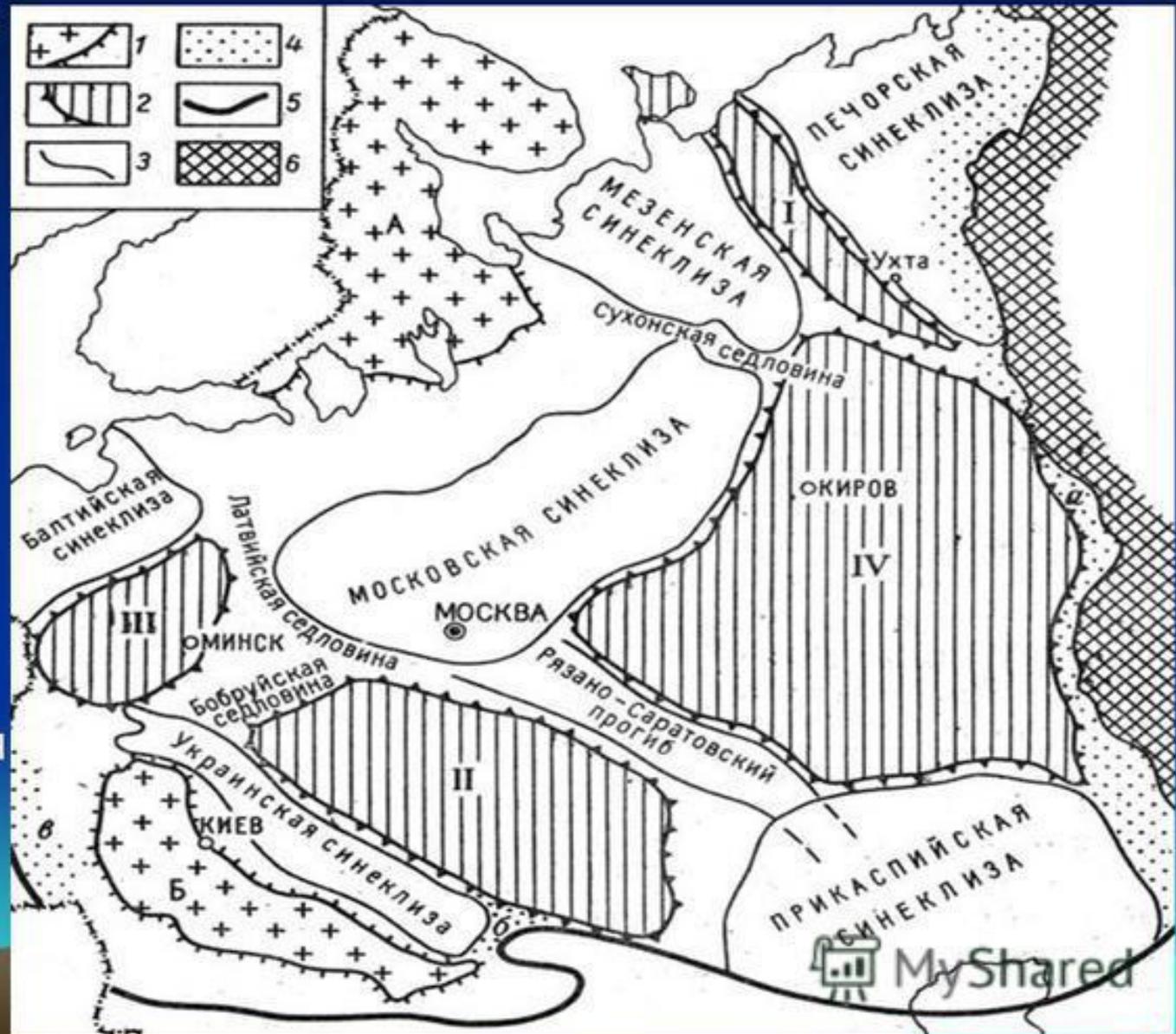
III. Белорусский массив

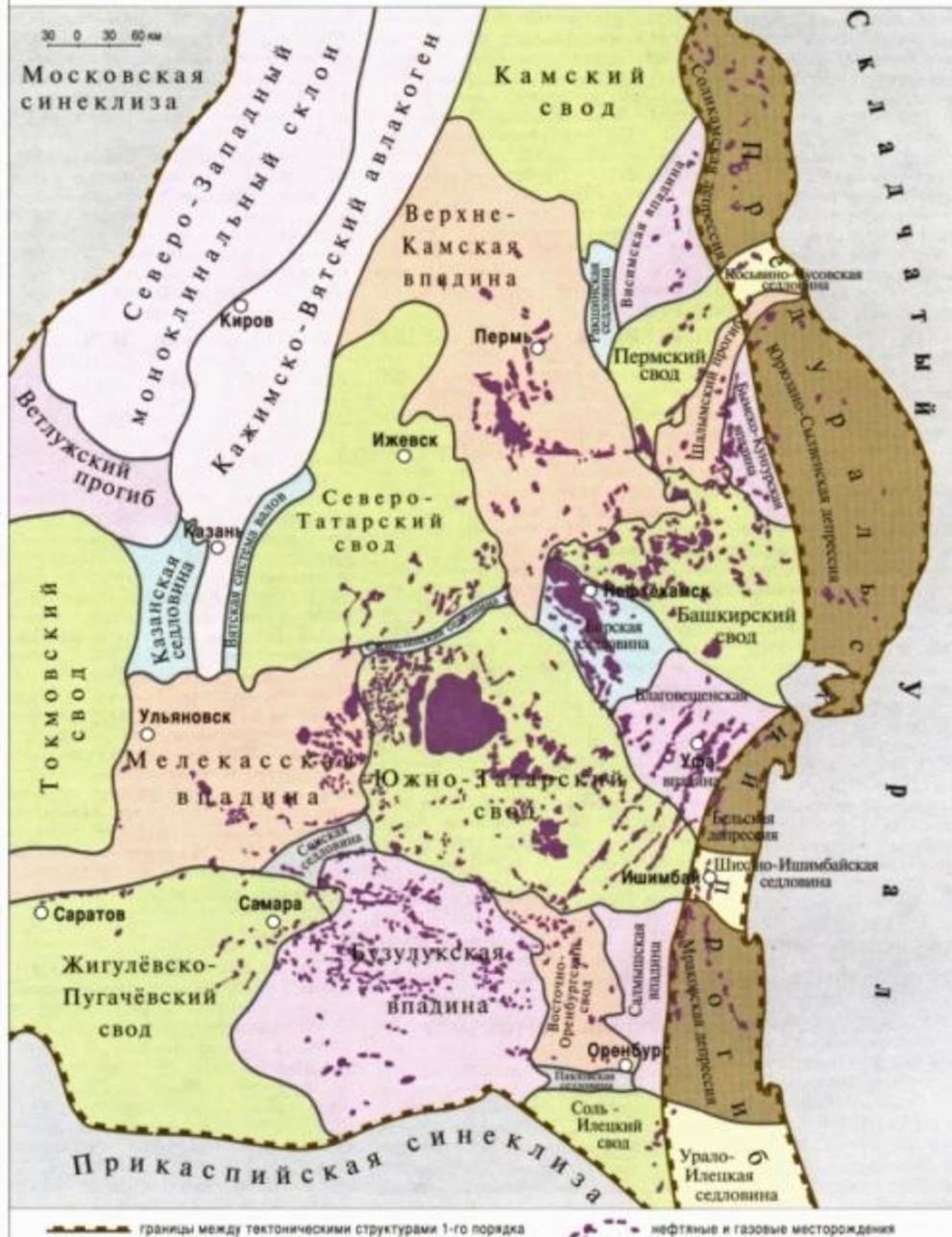
IV. Волго- Уральская антеклиз

Щиты:

А Балтийский

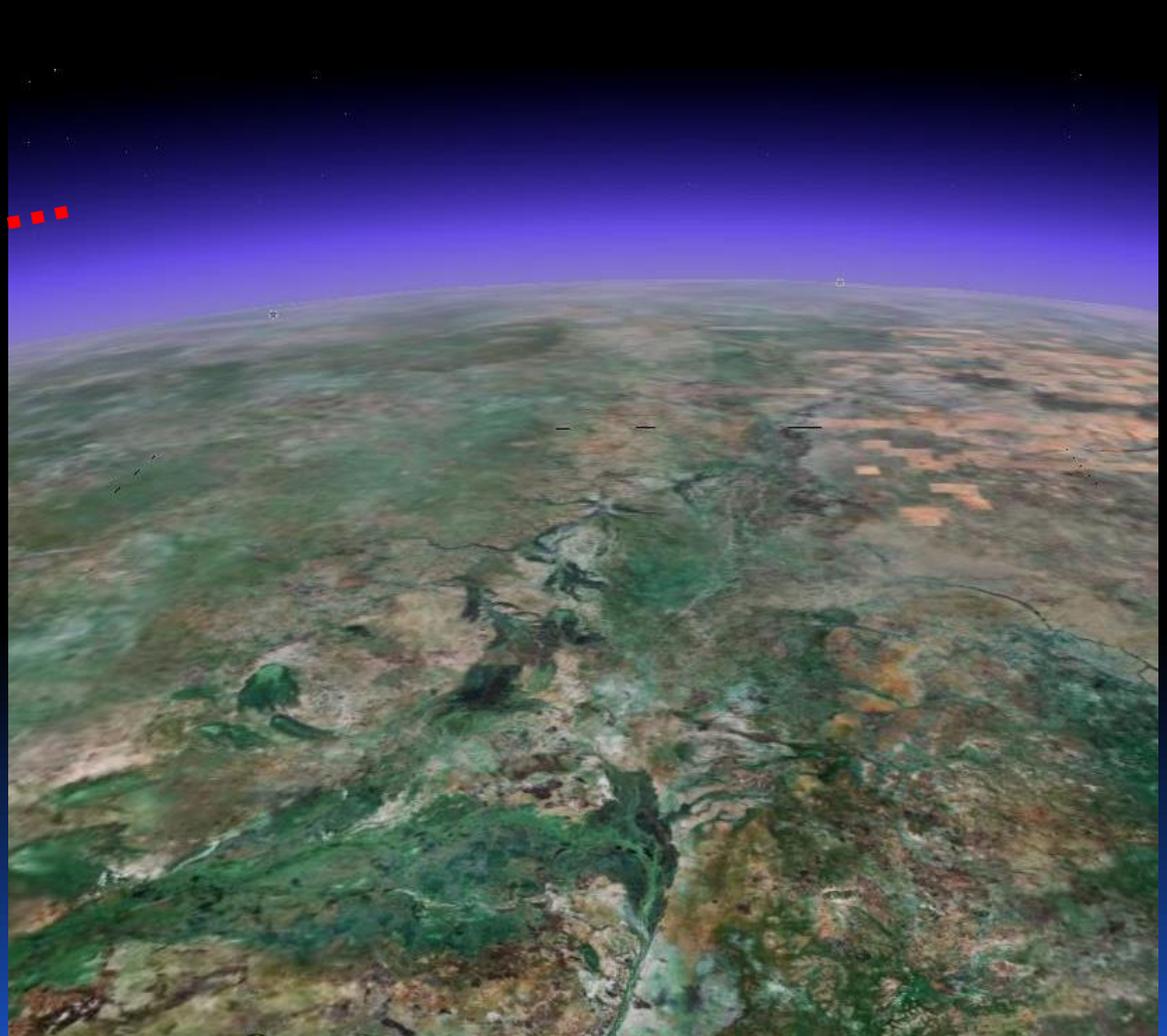
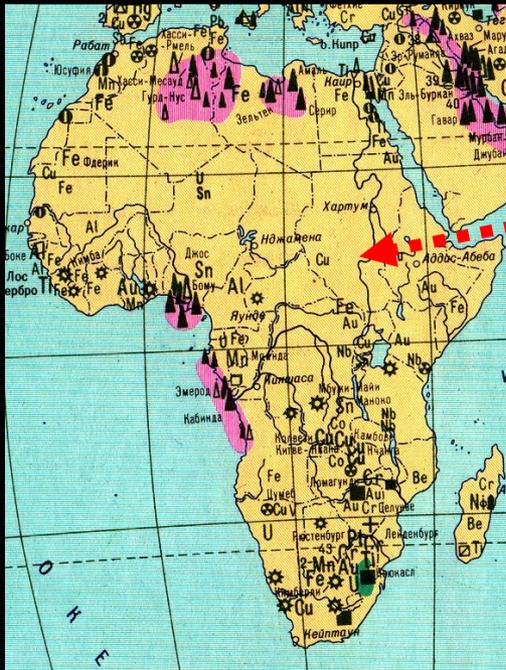
Б Украинский



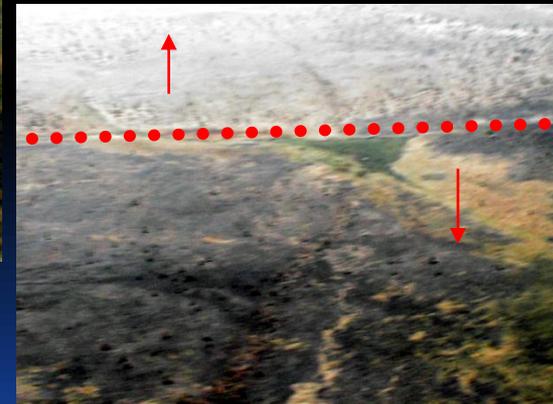


# Структуры Волго- Уральской антеклизы

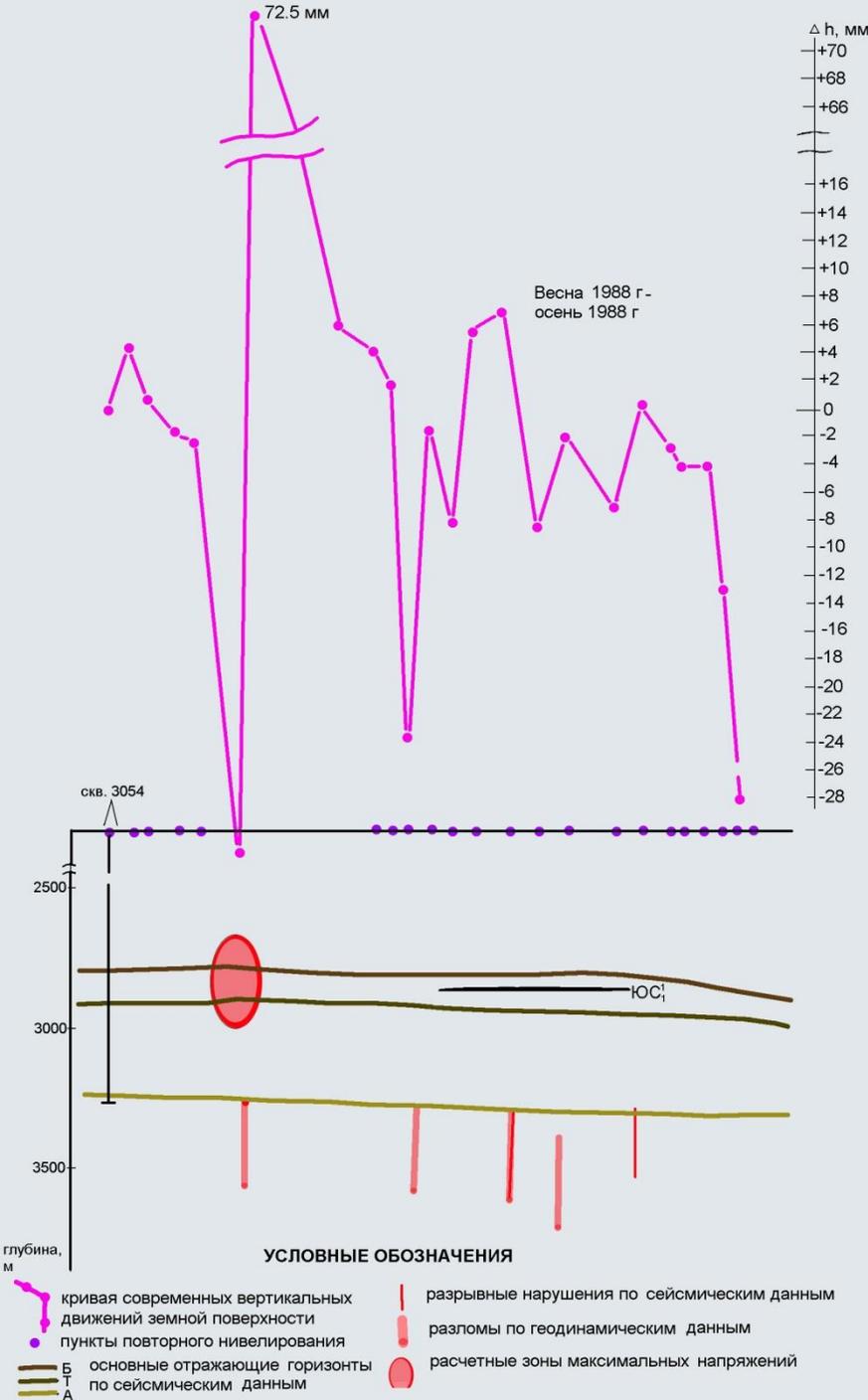
# «Живые» разломы хорошо видны на космических снимках



# Отражение живых разломов в ландшафте. Сброс. Перспективный аэрофотоснимок. Судан



# Результаты повторного нивелирования в Западной Сибири (Угутский геодинимический полигон)



# Экзогенные процессы, движения, явления,



Разрушение,  
перенос,  
отложение

# Минералы и горные породы



**Всего известно более 2000  
естественных минералов.**



**Земля состоит из минералов -  
природных химических соединений  
и элементов и горных пород - их  
природных устойчивых ассоциаций**

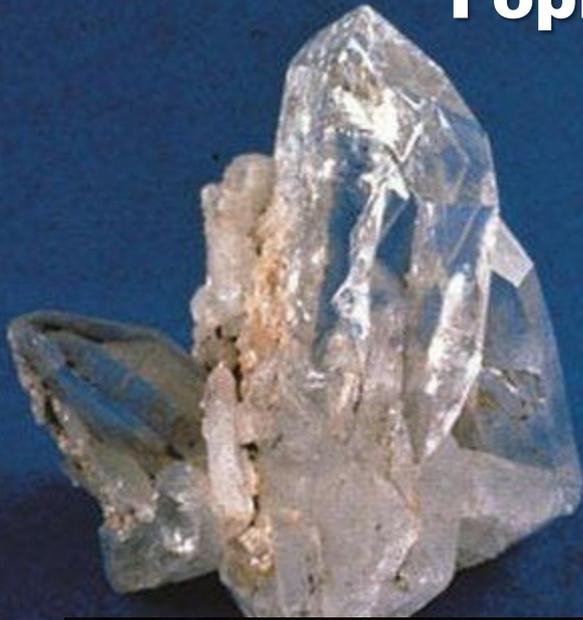
**Часто встречающиеся в природе  
минералы называются  
породообразующими**

**Горный хрусталь**

**SiO<sub>2</sub>**

**ОКСИДЫ**

**Кварц**



**Агат  
(полосатый  
халцедон)**



**Аметист**

# Карбонаты

Мел,  
известняк,  
коралл

Кальцит, арагонит  
 $\text{CaCO}_3$

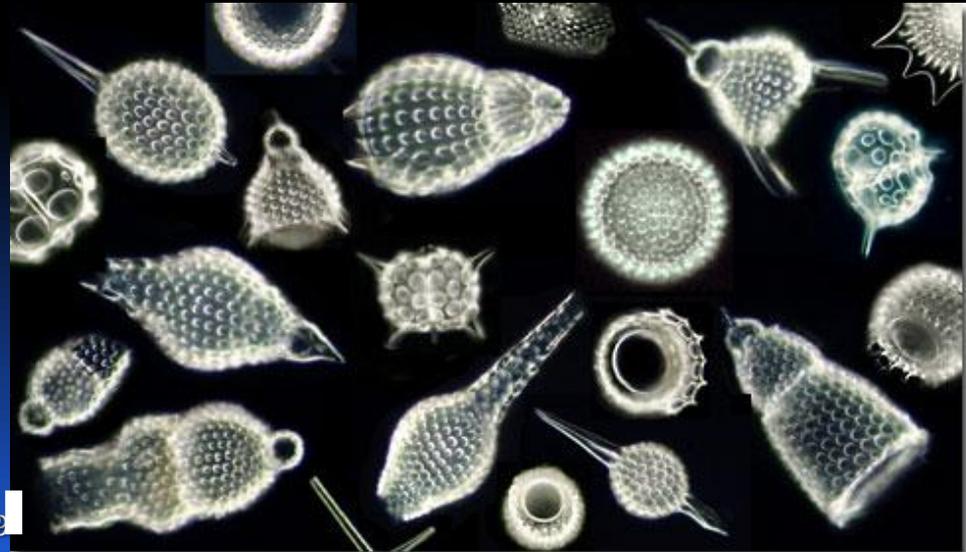


Исландский шпат

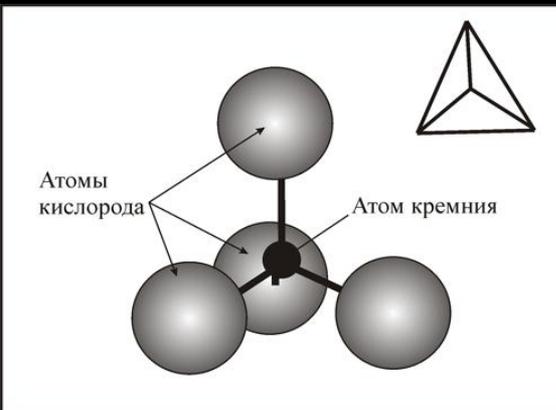
Роза пустыни



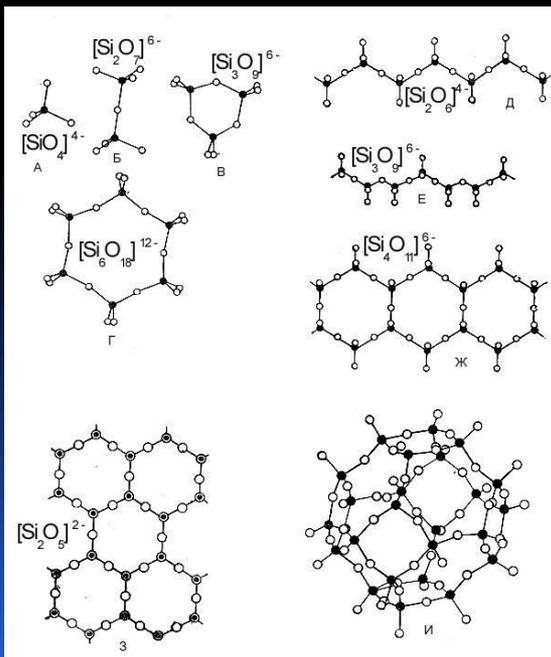
Фораминиферы



# Силикаты



Из силикатов состоит 80% объема земной коры. Их строение весьма разнообразно



# Слюда



# Самое обширное семейство – полевые шпаты

# Горные породы

Природные ассоциации минералов, или минерала (полиминеральные или мономинеральные)

## Генетические типы горных пород

Магматические (базальт, гранит)

Осадочные (песчаник, глина, известняк)

Метаморфические (яшма, мрамор, змеевик)

# Магматические горные породы



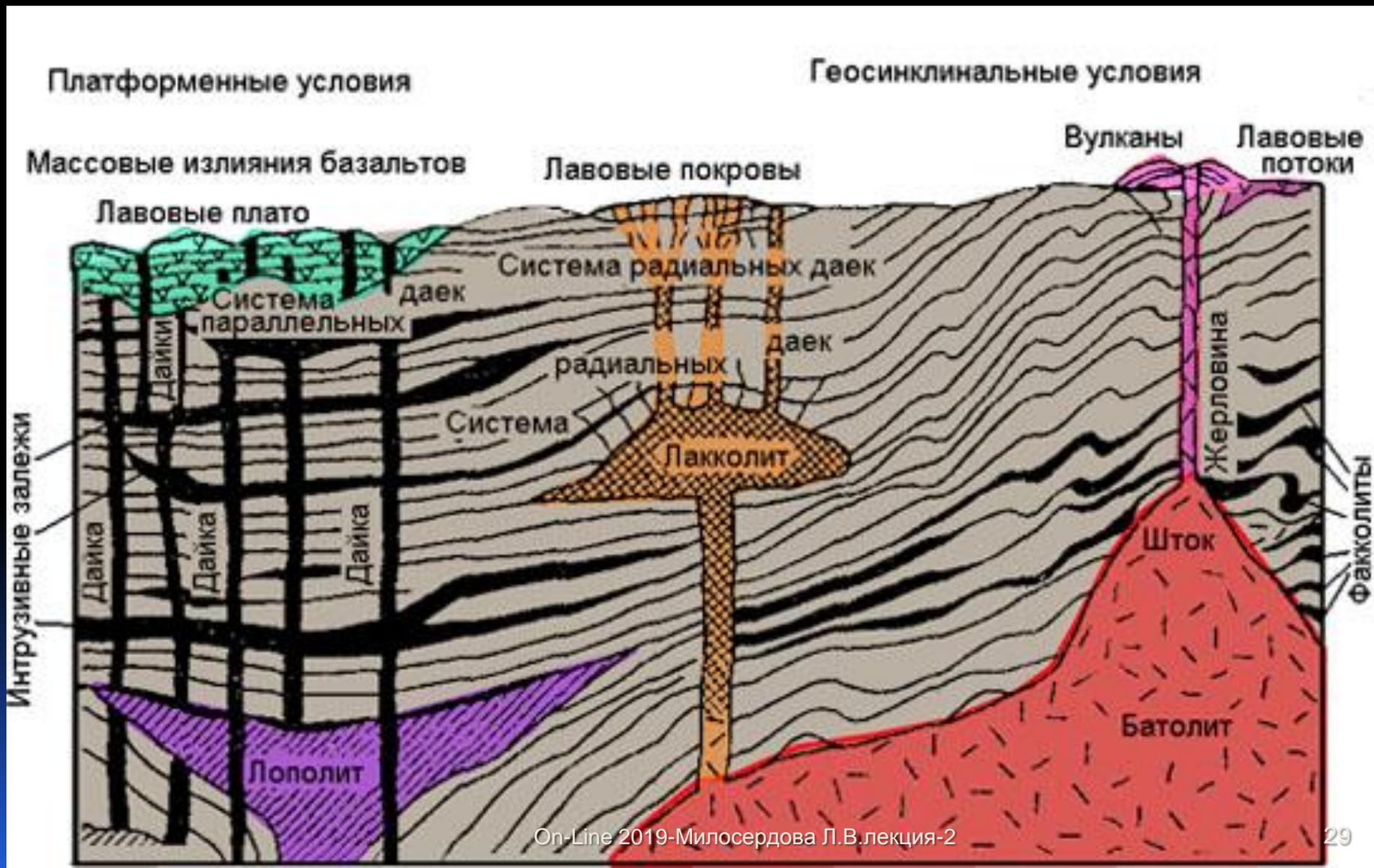
По условиям застывания:

Интрузивные (гранит) – Эффузивные (вулканическая лава, туф, пемза, обсидиан).

По составу:

Ультраосновные (кимберлит) – основные (габбро, базальт) – средние (долерит) – щелочные (нефелиновые сиениты) – кислые (гранит).

# Залегание магматических горных пород



# Метаморфические горные породы



**В зависимости от породообразующих процессов  
выделяются:**

**Породы регионального метаморфизма**

**Породы динамометаморфизма**

**Породы контактового метаморфизма**

**Породы импактного метаморфизма**

**Породы регрессивного метаморфизма  
(гипергенез)**



# Гранито-гнейсовый купол. Канада



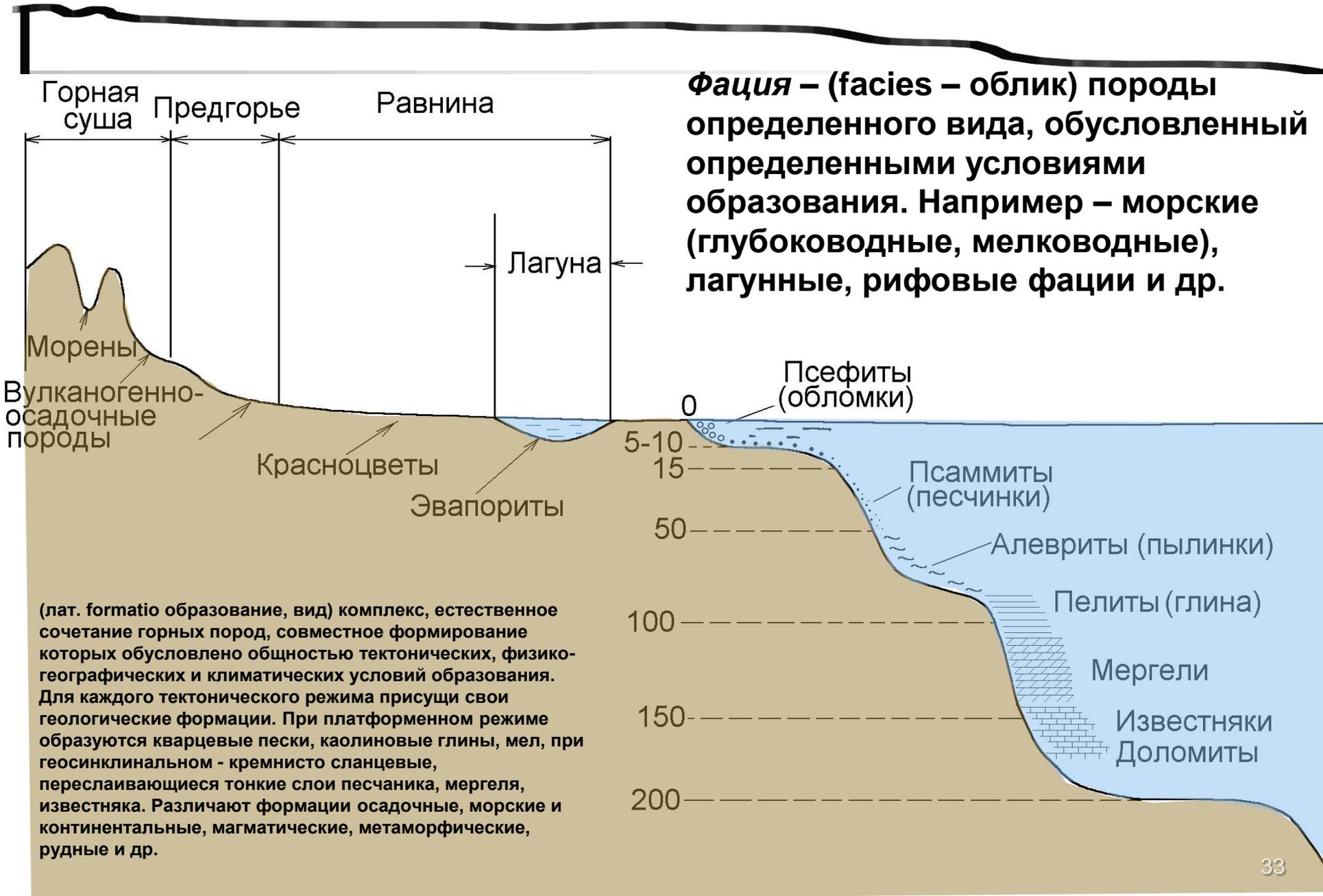
Большой Каньон

**Терригенные (обломочные) - валунник, конгломерат, гравелит, песчаник, алевролит.**  
**Хемогенные - каменная соль, известняк**  
**Органогенные - известняк**  
**Глины**  
**Смешанные типы (глинистый известняк - мергель)**

## **Виды осадочных горных пород**

Залежи нефти Ромашкинского месторождения связаны с отложениями терригенной толщи – кварцевых песчаников и алевролитов, а также в известняках.

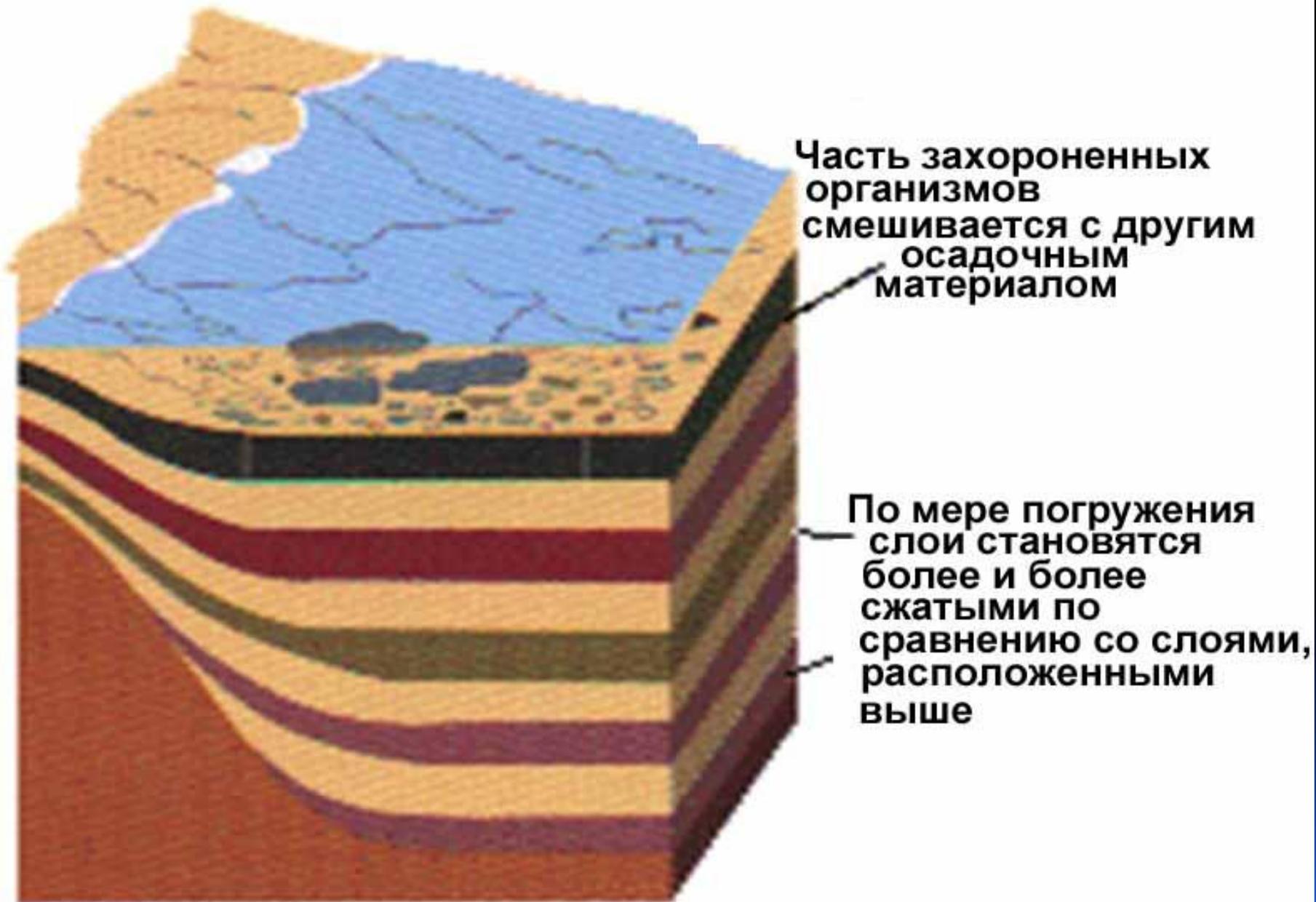
# Глубины и высоты осадконакопления



**Фа́ция** – (facies – облик) породы определенного вида, обусловленный определенными условиями образования. Например – морские (глубоководные, мелководные), лагунные, рифовые фации и др.

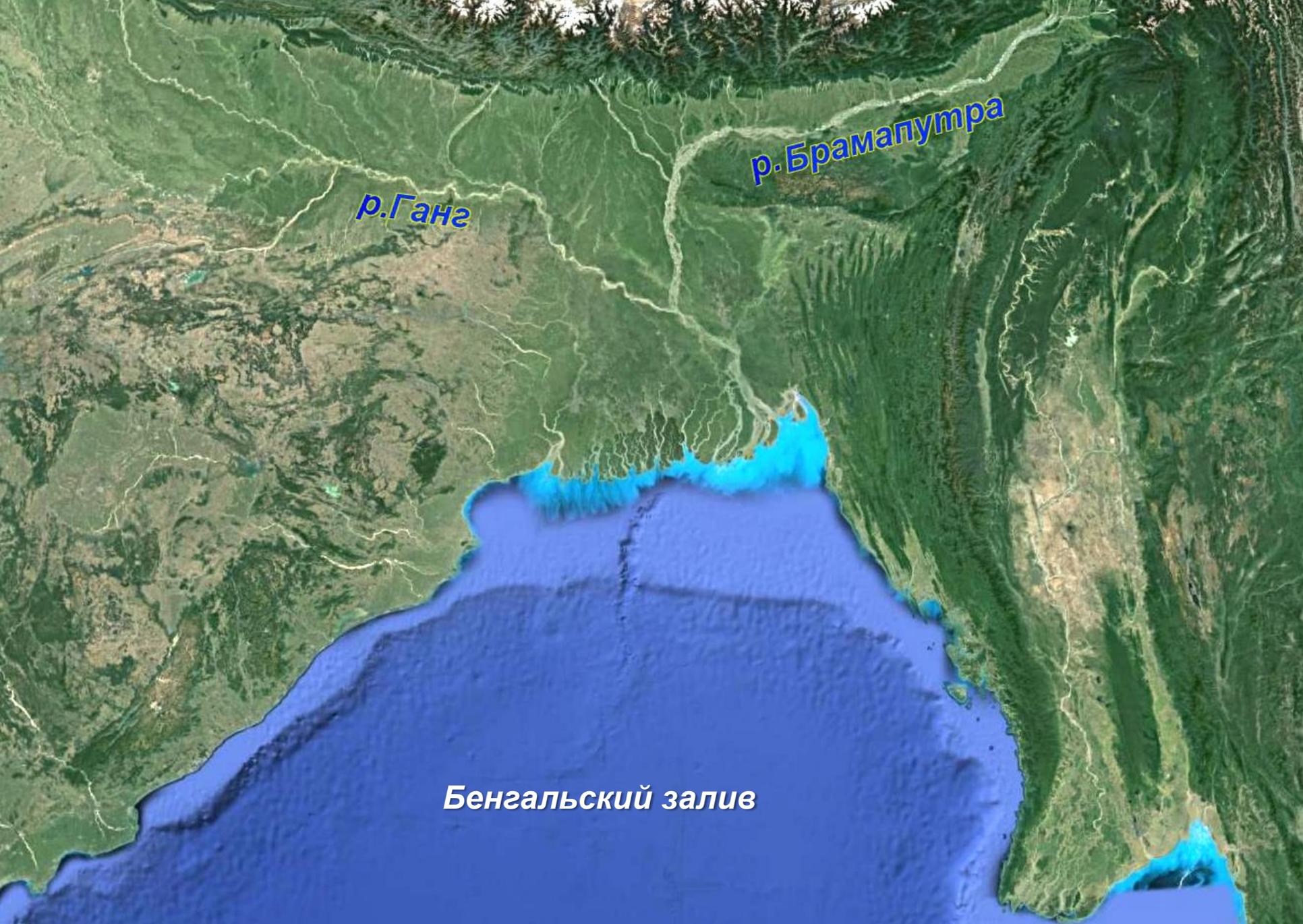
(лат. formatio образование, вид) комплекс, естественное сочетание горных пород, совместное формирование которых обусловлено общностью тектонических, физико-географических и климатических условий образования. Для каждого тектонического режима присущи свои геологические формации. При платформенном режиме образуются кварцевые пески, каолиновые глины, мел, при геосинклинальном - кремнисто сланцевые, переслаивающиеся тонкие слои песчаника, мергеля, известняка. Различают формации осадочные, морские и континентальные, магматические, метаморфические, рудные и др.

# Геологический разрез горных пород



# Принципиальная схема образования и распределения отложений разного генезиса (Никишин А.М.)





*р.Ганг*

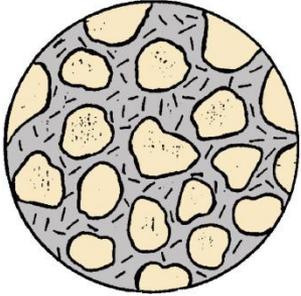
*р.Брамапутра*

***Бенгальский залив***

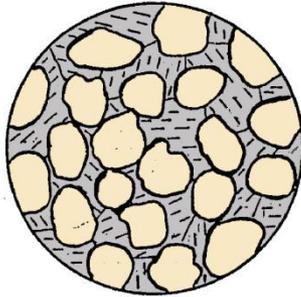
Типы цемента по количественным соотношениям зерен и цемента

Структуры цемента

Типы цемента по характеру взаимодействия зерен и цемента



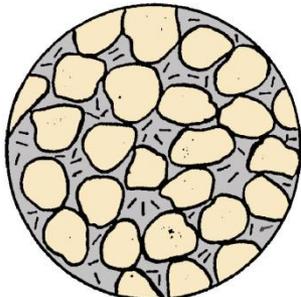
Базальный



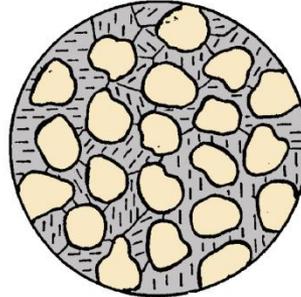
равномерно-кристаллическая



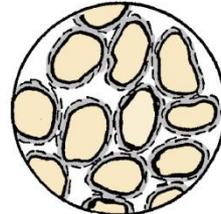
Коррозионный



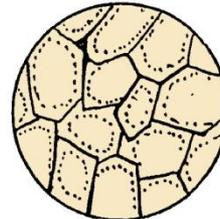
Поровый



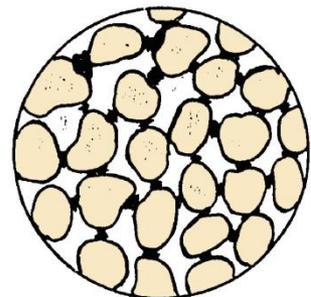
Неравномерно-кристаллическая



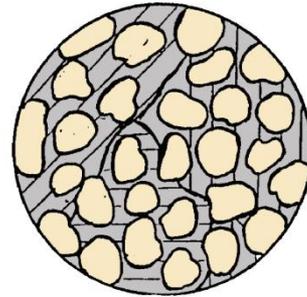
Пленочный



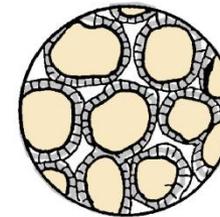
Равномерно-кристаллическая



Контактный



Пойкилитовая



Крустификационный

Терригенные (обломочные) породы состоят из более, или менее окатанных зерен и цемента

# Органогенные горные породы

Органогенные горные породы, состоят из остатков животных и растительных организмов или продуктов их жизнедеятельности. По вещественному составу среди них выделяют карбонатные, кремнистые, некоторые фосфатные породы, а также угли.

Органогенные карбонатные породы (известняки) состоят из раковин фораминифер, кораллов, мшанок, брахиопод, моллюсков, водорослей и др. организмов. Своеобразными их представителями являются рифовые известняки, слагающие **атоллы, барьерные рифы** и др., а также писчий мел.

К органогенным **кремнистым породам** относятся: диатомит, спонголит, радиолярит и др.



**Круговорот вещества в земной коре**

# Породы - коллекторы и породы-покрышки

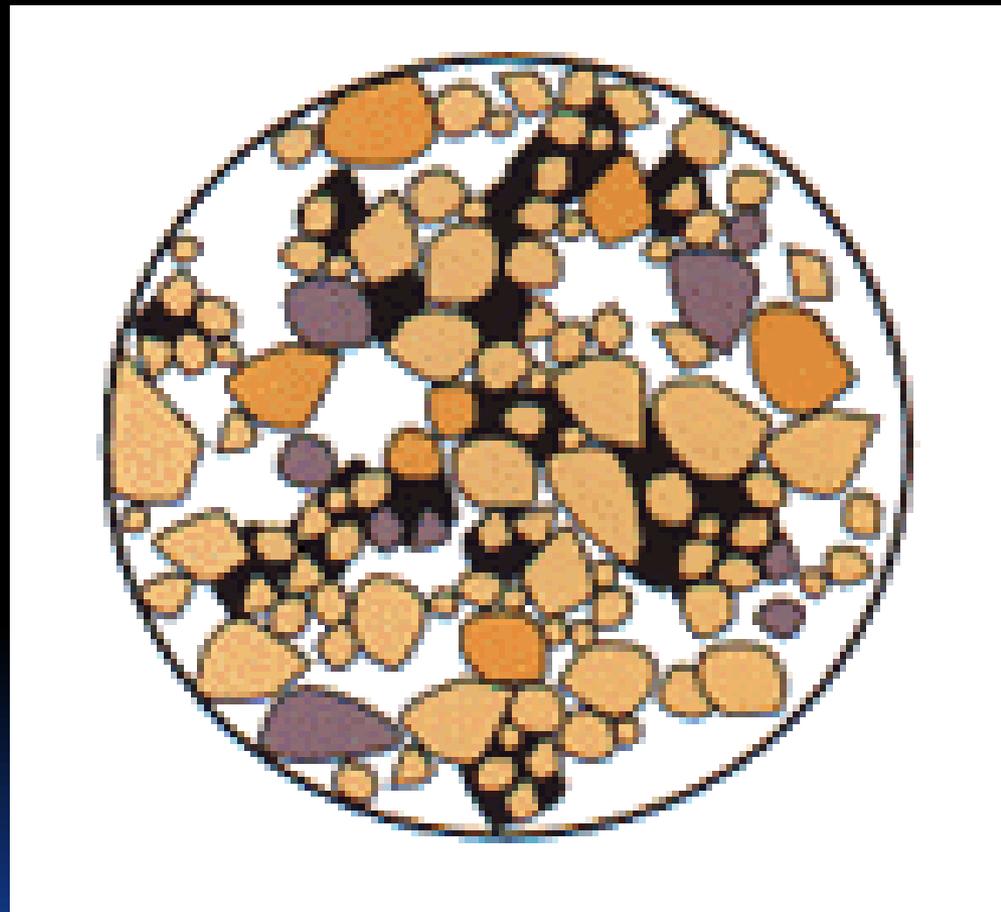
*Горные породы*, обладающие способностью *вмещать* нефть, газ и воду и *отдавать* их при разработке называются *коллекторами*, *не обладающие* – *покрышки*, или *флюидоупоры*

Основными физическими параметрами, обуславливающими коллекторские свойства пород, являются *пористость* и *проницаемость*, которые определяют емкостно-фильтрационную характеристику коллекторов.

**Пористость – это объем порового пространства, который выражается отношением объема пор и пустот к объему породы.**

**Пористость - объем пустот в горной породе.**

- Первичная и вторичная
  - Общая, открытая, эффективная
  - Сверхкапиллярная ( $>0,25$  mm), капиллярная ( $0,25-0,001$  mm), субкапиллярная ( $<0,001$  mm).
1. Каверновая,
  2. гранулярная,
  3. биопористость (межформенная и внутриформенная),
  4. трещинная (литогенетическая – диагенетическая и катагенетическая), тектоническая.
  5. смешанная.



**Пористость песчаников Ромашкинского месторождения колеблется от 15 до 26%. Это ОЧЕНЬ много**

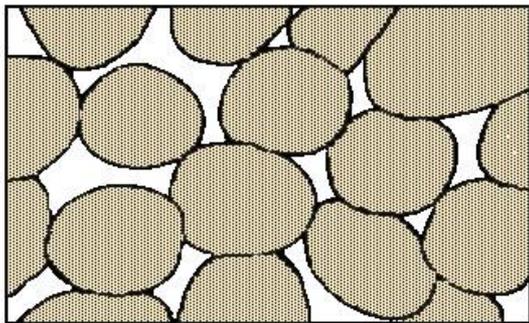
# Проницаемость

**Способность породы пропускать  
сквозь себя флюиды. Зависит от:**

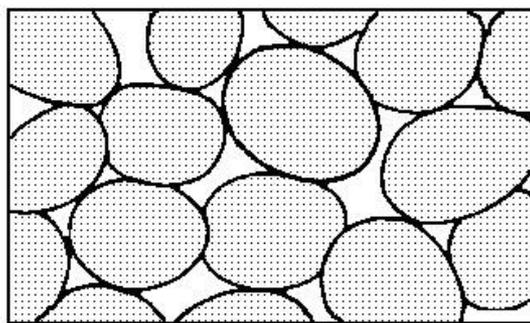
- 1. Перепада давления**
- 2. Структуры порового пространства**
- 3. Флюидов и их сочетаний**

**Проницаемость песчаных коллекторов Ромашкинского  
месторождения - 0,04-2 мкм<sup>2</sup>**

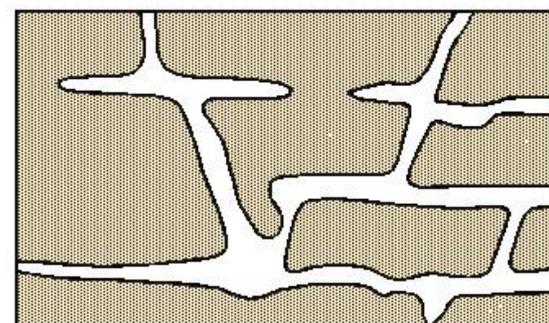
# Виды коллекторов



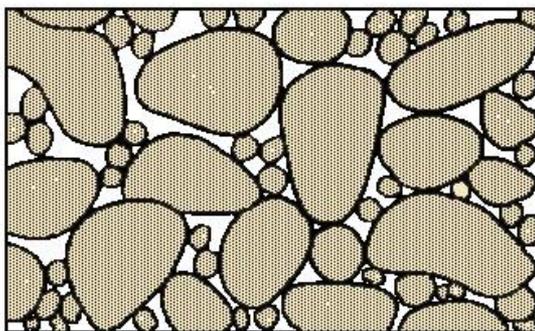
а



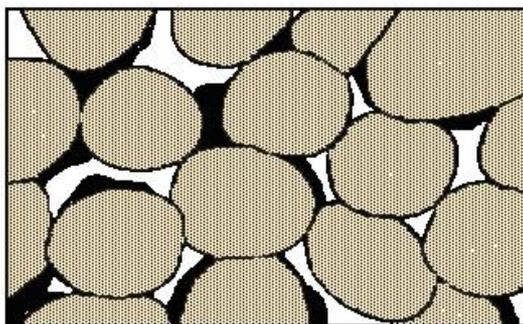
в



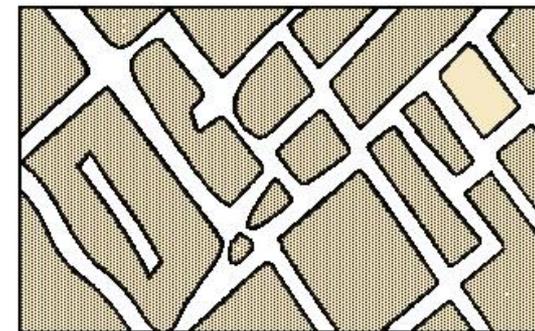
д



б



г



е

Сочетание пористости и проницаемости формируют ФЕС.

В лучших коллекторах открытая пористость 15-30%

Высокопроницаемые породы – более 500 мд (более 0,5 мкм<sup>2</sup>)

Низкопроницаемые породы – менее 10 мд (менее 0,01 мкм<sup>2</sup>)

# Нетрадиционные коллекторы

- Глинистые толщи (баженовская свита)
- Биогенно-кремнистые толщи (диатомовые водоросли)
- Туфы, лавы и другие разновидности вулканогенных пород (нефтеносность всегда вторична)
- Породы магматические и метаморфические (Оймаша, Белый Тигр)

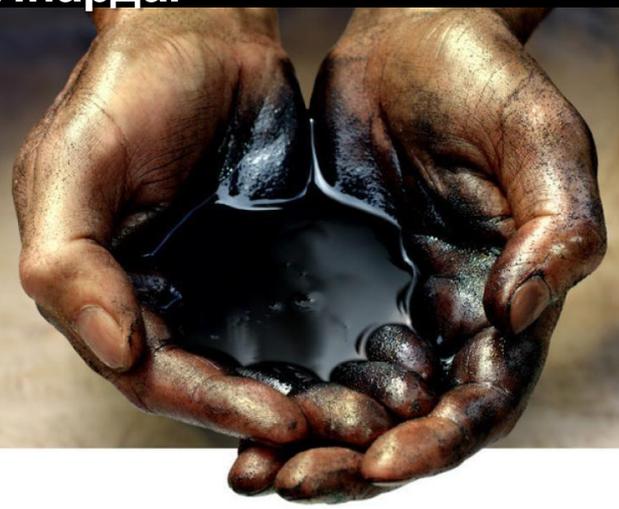


**Среди органогенных осадочных пород для нас наиболее интересны *каустобиолиты* - горючие ископаемые, возникшие в результате преобразования органического вещества в земной коре**



**Природный выход газа - горящая гора Янардаг**

**Каменный уголь**



**Нефть**



**Горючий сланец**

## Условия преобразования

Окислительные

Восстановительные

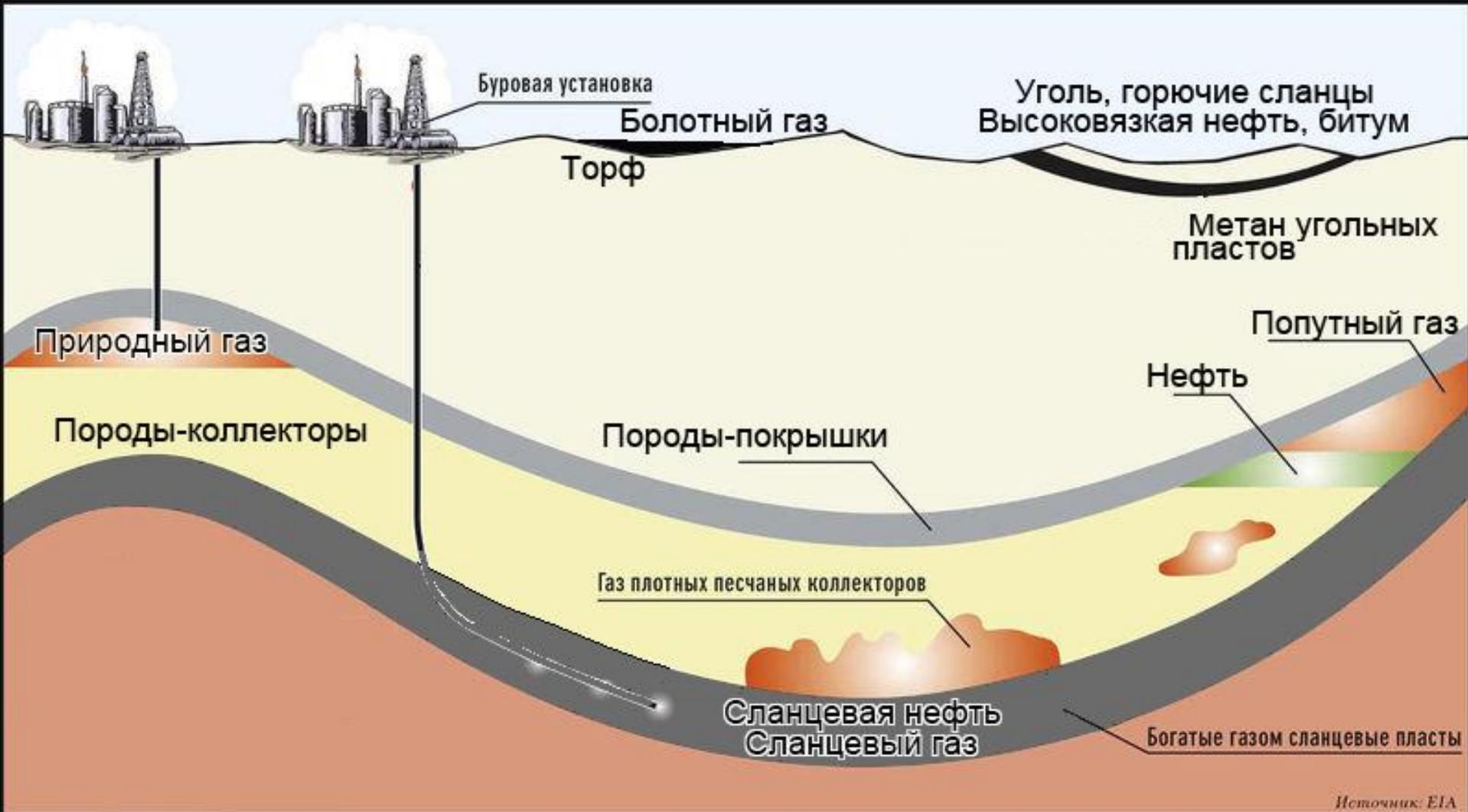
Исходное вещество

М  
Е  
Т  
А  
М  
О  
Р  
Ф  
И  
З  
М



	Высшие растения (мох)	Низшие организмы (ил, сапрпель)		Высшие растения	Низшие организмы (ил, сапрпель)	Содержание углерода
	Торфы	50-60%	Сапрпели	Окаменевшие деревья	Нефти 85-87%	↓
	Бурый уголь	59-80%	Горючие сланцы		Мальты, асфальты 70,5 -90%	
	Каменный уголь	70-95%	Углистые сланцы		Керит 77,5 - 88%	
	Антрацит 92-98%				Антраксолиты шунгиты 95-98%	
	Графит 100%					

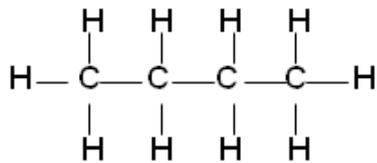
**Где газ???**



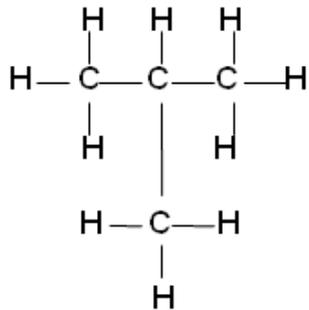
## Геологические условия нахождения углеводородов

# Нефть, газ, газогидраты их физические и химические свойства

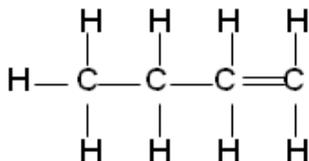
Нормальный парафин - **бутан**



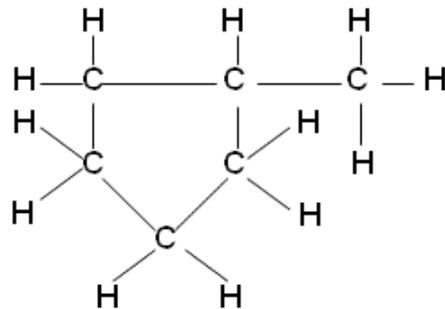
Изопарафин - **изобутан**



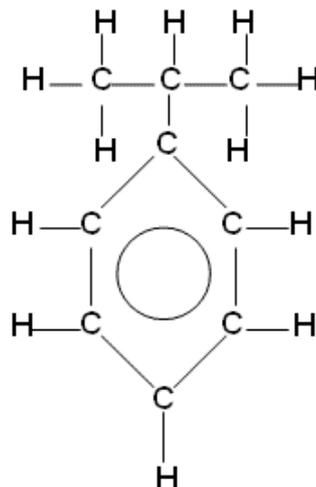
Олефин - **бутилен-1**



Циклопарафин - **метилциклопентан**



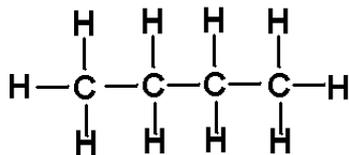
Ароматический углеводород - **изопропилбензол**



Нефти, газы и продукты их преобразования – сложная система, растворенных друг в друге органических компонентов, состоящая из более, чем 900 индивидуальных веществ

# Структуры молекул

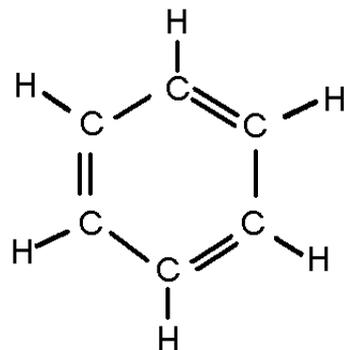
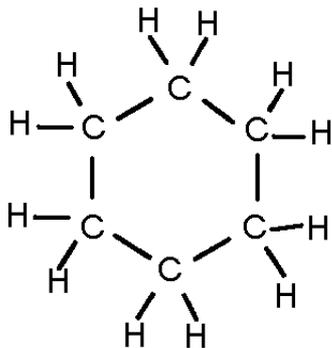
## углеводородов



Молекула алкана

Молекула нафтена

Ароматическая молекула



- Молекулы углеводородов могут формировать
- цепочки разной длины и конфигурации – алканы (парафины) – предельные углеводороды метанового ряда
- нафтеновые(циклановые) кольца
- ароматические (ареновые) кольца.

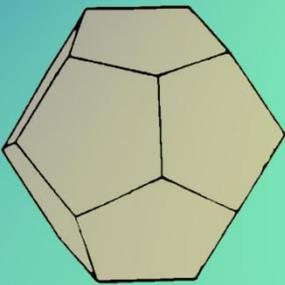
Структуры бывают нормальные и изомеры – с добавочными цепочками

# Физические свойства нефтей

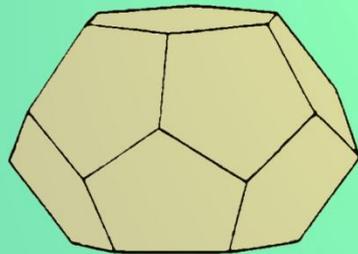
- Плотность 0,77 – 0,82- 0,92 - 1,1г/см<sup>3</sup> API
- Температура кипения
- Вязкость
- Температура застывания от +50 до -60
- Поверхностное натяжение – меньше, чем у воды
- Электропроводность – диэлектрик
- Теплота сгорания до 45 000 дж/кг (к.уголь 33600 дж/кг)
- Растворимость газа в воде до 10 м<sup>3</sup>/м<sup>3</sup> в нефти до 50 м<sup>3</sup>/м<sup>3</sup>
- Оптические свойства – активность, показатели преломления и спектры поглощения, люминесценция
- Изотопный состав C<sup>12</sup>:C<sup>13</sup> = 90,5 в организмах; 90,9 в битумах и углях; 88,5 – в Ca CO<sub>3</sub>

# Классификация нефтей по фракционному составу

Температура начала кипения	Фракции нефти			
140°C	бензиновая		легкие (бензиновые)	светлые
180°C	лигроиновая тяжелая нефтя			
220°C	керосиновая			
300 - 400°C	дизельная, легкий газойль, соляровый дистиллят	Легкая фракция	тяжелые (масляные)	мазут
400 – 450°C		Средняя фракция		
450-490		Тяжелая фракция		
<490		гудрон		

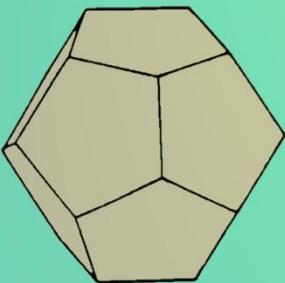


$5^{12}$

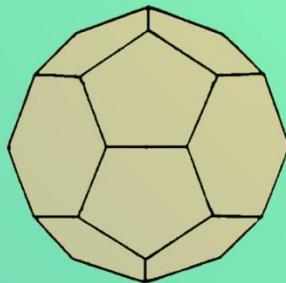


$5^{12} 6^2$

Type I

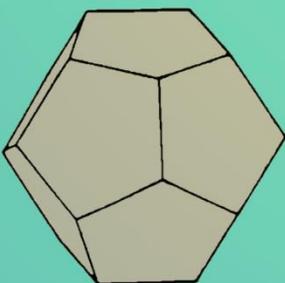


$5^{12}$

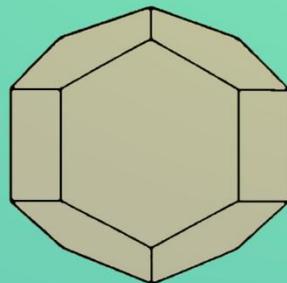


$5^{12} 6^4$

Type II

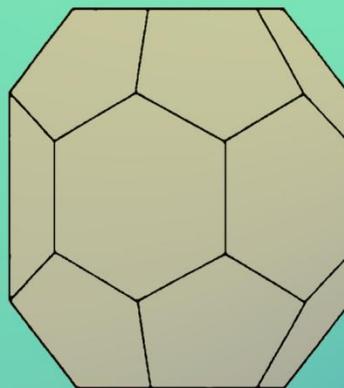


$5^{12}$



$4^3 5^6 6^3$

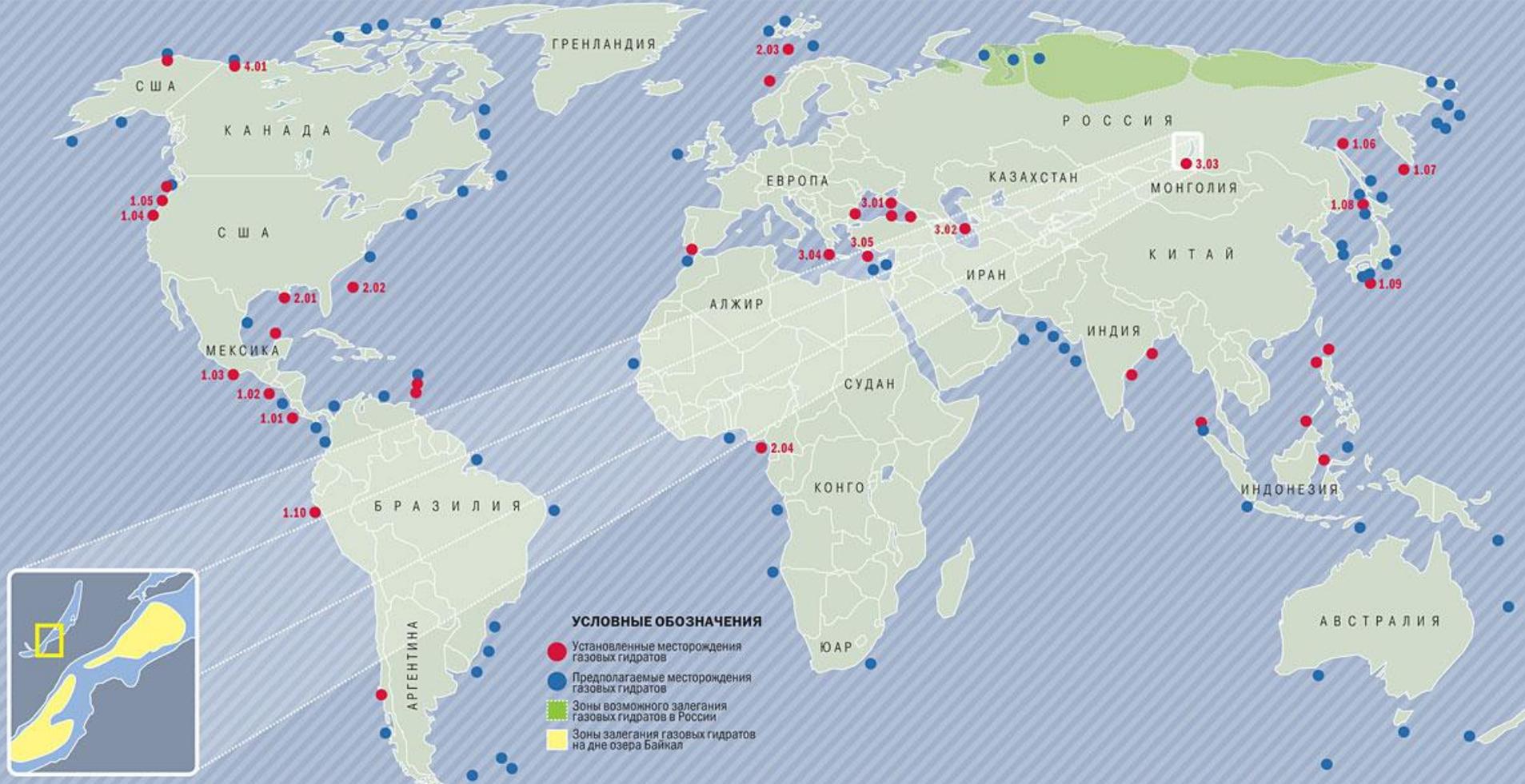
Type H



$5^{12} 6^8$



**Газогидраты  
– соединения  
метана с водой**



# Находки природных газогидратов в мире