

Введение в геологию

- 1. В чем важность геологической науки при построении моделей и разработке залежей УВ?*
- 2. Что необходимо знать о геологии?*
- 3. На что направлен данный курс?*

1. Все мировые запасы углеводородов находятся в горных породах – большинство запасов локализовано в осадочных породах
2. Углеводороды сосредоточены в порах (кавернах) или трещинах горных пород
3. Процессы осадконакопления и преобразования осадка при захоронении контролируют морфологию нефтеносных осадочных тел и распределение разномасштабной неоднородности
4. Геометрия песчаных тел может быть предсказана, если понимать обстановку осадконакопления
5. Знание вторичных изменений осадка и пород позволяет предсказать конечное распределение пористости и проницаемости.
6. Свойства пород определяют сколько углеводородов может находиться в пласте и сколько их можно извлечь при рентабельной добыче

7. Породообразующие минералы влияют на распределение углеводородов и воды в коллекторе и на их добычу
8. Геологические карты и разрезы (модели) помогают определить в каком месте могут быть локализованы залежи углеводородов в трехмерном пространстве

Установлено, что:

- 1. Литологические и петрофизические характеристики тесно взаимосвязаны – литологическая изменчивость более предсказуема, чем прямое распределение петрофизических свойств**
- 2. Геологические модели с седиментологической нагрузкой позволяют более аргументировано оценить литологическую сложность месторождения, надежнее прогнозировать петрофизические свойства, обеспечивают выбор ГТМ**
- 3. Седиментологические реконструкции позволяют более корректно выбрать месторождения-аналоги**
- 4. Седиментологическая модель позволяет оптимизировать сетку бурения**
- 5. Седиментологическая модель определяет гидродинамические особенности коллектора**

2. ЧТО НЕОБХОДИМО ЗНАТЬ О ГЕОЛОГИИ ?

- ▮ *Определение главных типов осадочных пород (обломочных, глинистых, карбонатных)*
- ▮ *Соотношения между структурой (размер зерна, сортировка и т.д.) и качеством резервуара (пористость и проницаемость)*
- ▮ *Природу главных обломочных и карбонатных систем осадконакопления*
- ▮ *Главные типы песчаных и карбонатных тел коллекторов в различных обстановках осадконакопления*
- ▮ *Другие важные элементы месторождений углеводородов – покрывки и нефтематеринские породы*
- ▮ *Изменения в течение захоронения – диагенез*
- ▮ *Основы геофизического каротажа осадочных пород*
- ▮ *Структурный и литологический контроль залежей УВ*

Что важно для управления разработкой залежи?

- 1. Знать основные свойства осадочных пород и понимать как они влияют на промысловые свойства коллектора (пористость/проницаемость)**
- 2. Знать типовые модели основных систем терригенного осадконакопления и применять их при решении практических задач**
- 3. Понимать, как обстановка осадконакопления (фация) контролирует качество резервуара.**
- 4. Понимать и уметь применять методические приемы (керна+геофизический каротаж) для реконструкции систем осадконакопления.**

3. На что направлен данный курс?

- Данный курс дает базовые представления об устройстве недр, необходимые для практического применения при геолого-гидродинамическом моделировании и разработке, и обеспечивает генетическое понимание основных моделируемых параметров и связанных с ними процессов. При изучении курса обеспечиваются знания в области:
 - **Внутренних и внешних динамических процессов Земли (раздел 1 – Общая геология)**
 - **Происхождения, классификации и основных свойств пород, определяющих качество коллектора и флюидоупора (раздел 2 – Основы литологии)**
 - **Обстановок осадконакопления и их влиянии на промышленные свойства пород-коллекторов (раздел 3 – Основы седиментологии)**
 - **Форм залегания горных пород и структур осадочных нефтеносных бассейнов (раздел 4 – Основы структурной геологии)**
 - **Генерации, миграции и аккумуляции углеводородов, свойств коллектора и типов ловушек углеводородов (раздел 5 – Формирование углеводородных систем)**
 - **Геофизических исследований скважин и корреляции отложений (раздел 6 – Основы ГИС и корреляция отложений)**

Литература:

Н.А.Малышев, А.М.Никишин. Геология для нефтяников, 2008 г

Б. Бижу-Дюваль. Седиментационная геология, 2012 г

Ф. Джерри Лусиа. Построение геолого-гидродинамической модели карбонатного коллектора, 2010 г

М.В.Рыкус, Н.Г.Рыкус. Седиментология терригенных резервуаров углеводородов, 2014

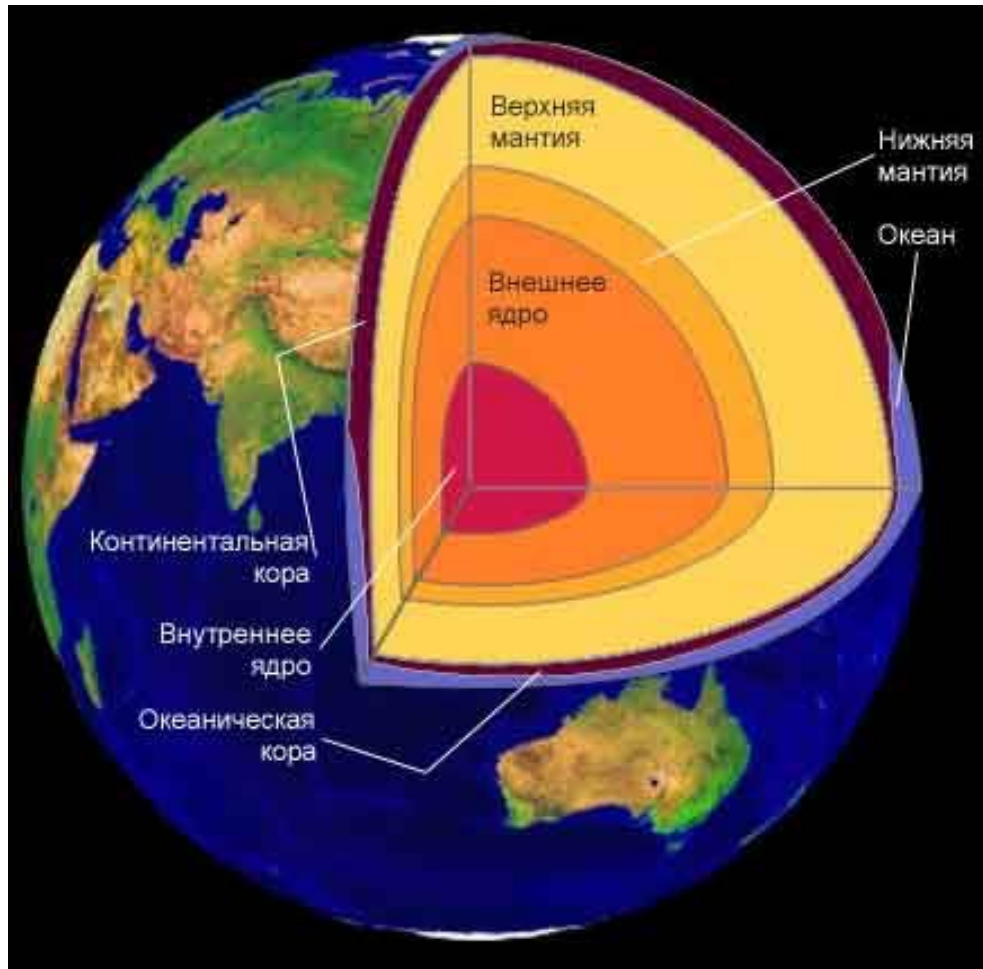
М.В.Рыкус, Н.Г.Рыкус. Седиментология карбонатных резервуаров углеводородов, 2014

Раздел 1: Общая (динамическая) геология

- 1. Основные сведения о строении Земли***
- 2. Процессы внутренней динамики Земли***
- 3. Процессы внешней динамики Земли***

1. Основные сведения о строении Земли

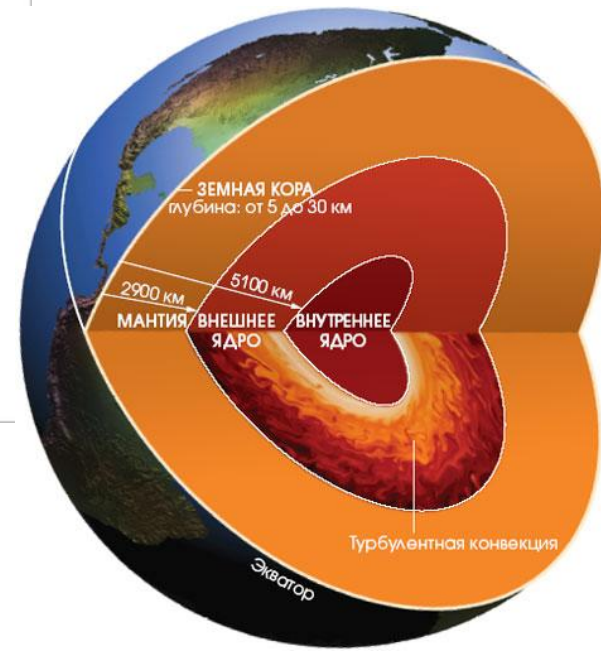
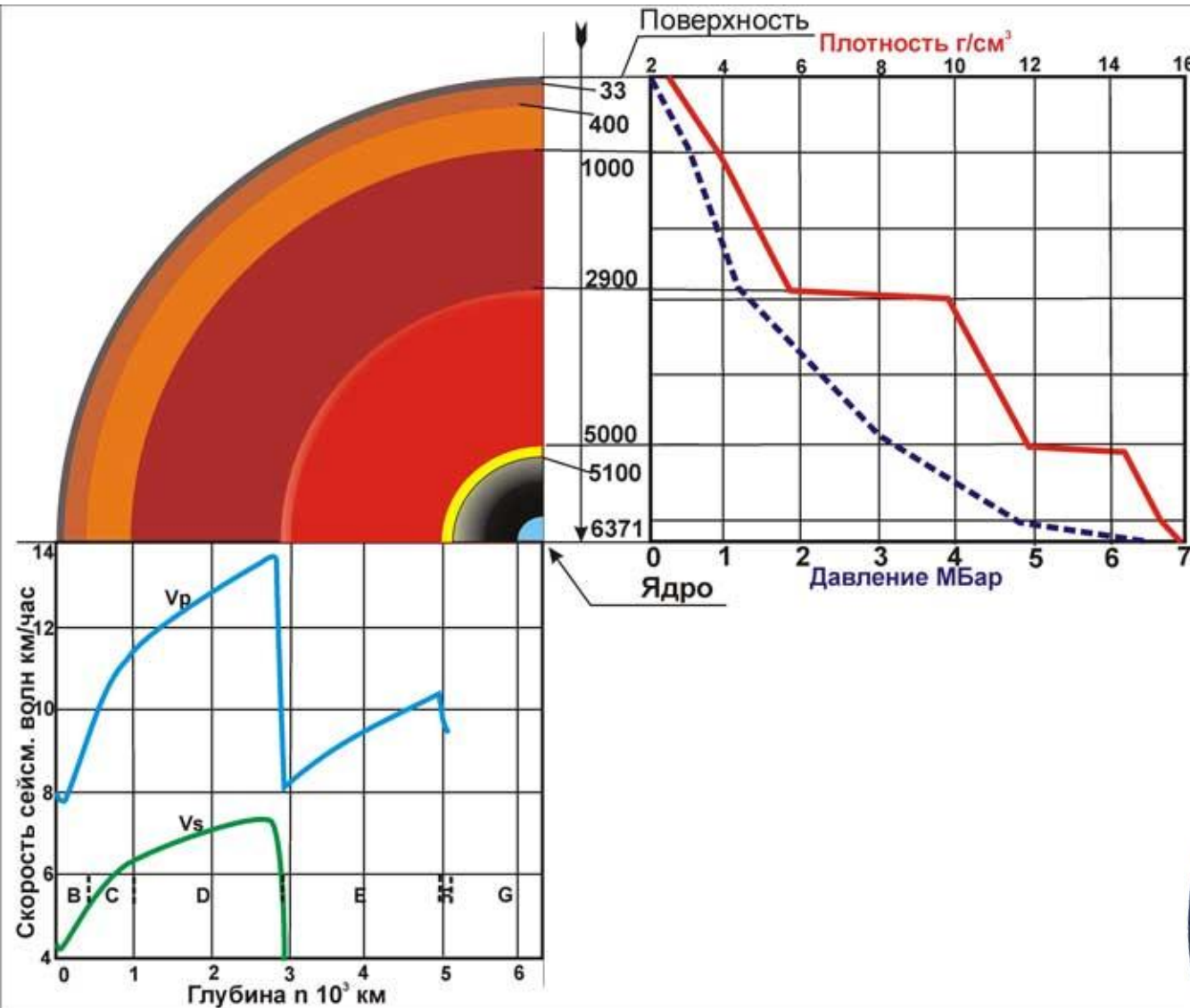
Земной Шар



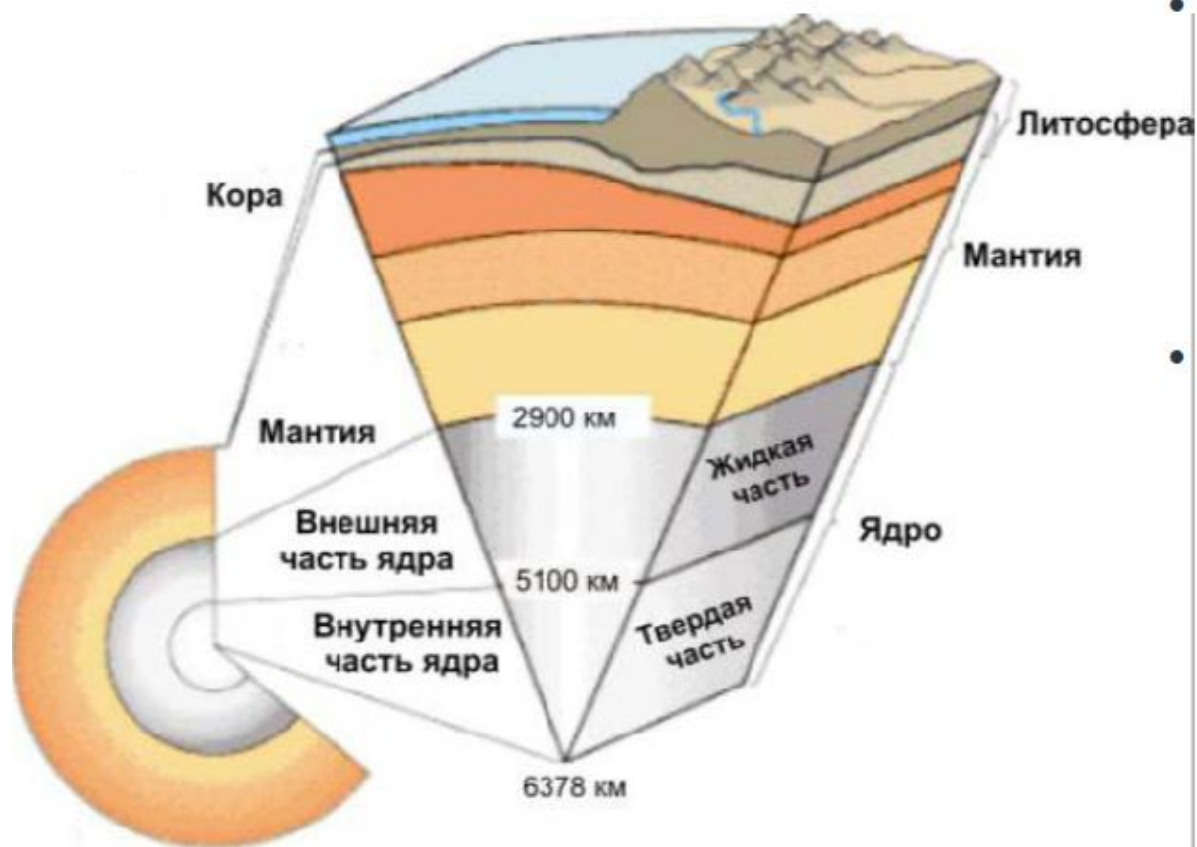
Земля является динамически подвижной системой в которой взаимодействуют процессы **внутренней динамики**, вызванные глубинным развитием планеты и процессы **внешней динамики**, обусловленные влиянием поверхностных факторов

Геология – это наука о вечно меняющейся Земле

Сейсмическая модель Земли



- Земная кора (континентальная и океаническая) – 10 – 76 км
- Мантия (2900 км): верхняя мантия 400-600 км, нижняя мантия – 2500 км



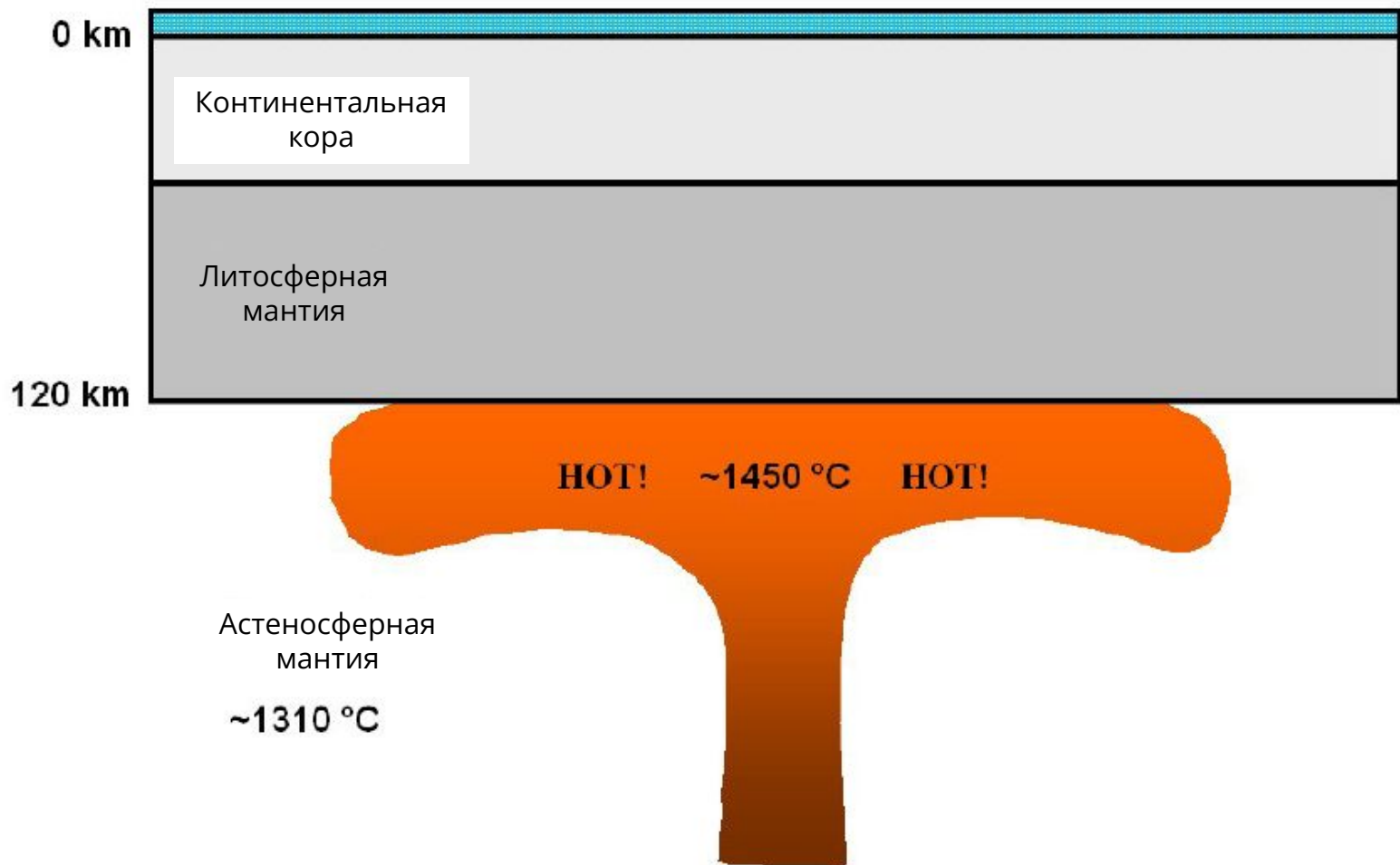
- Астеносфера в верхней мантии, пластичная (до 10% расплавленного материала) на глубине 150-250 км
- Ядро Земли: внешнее жидкое – 2200 км, внутреннее твёрдое - 1255 км

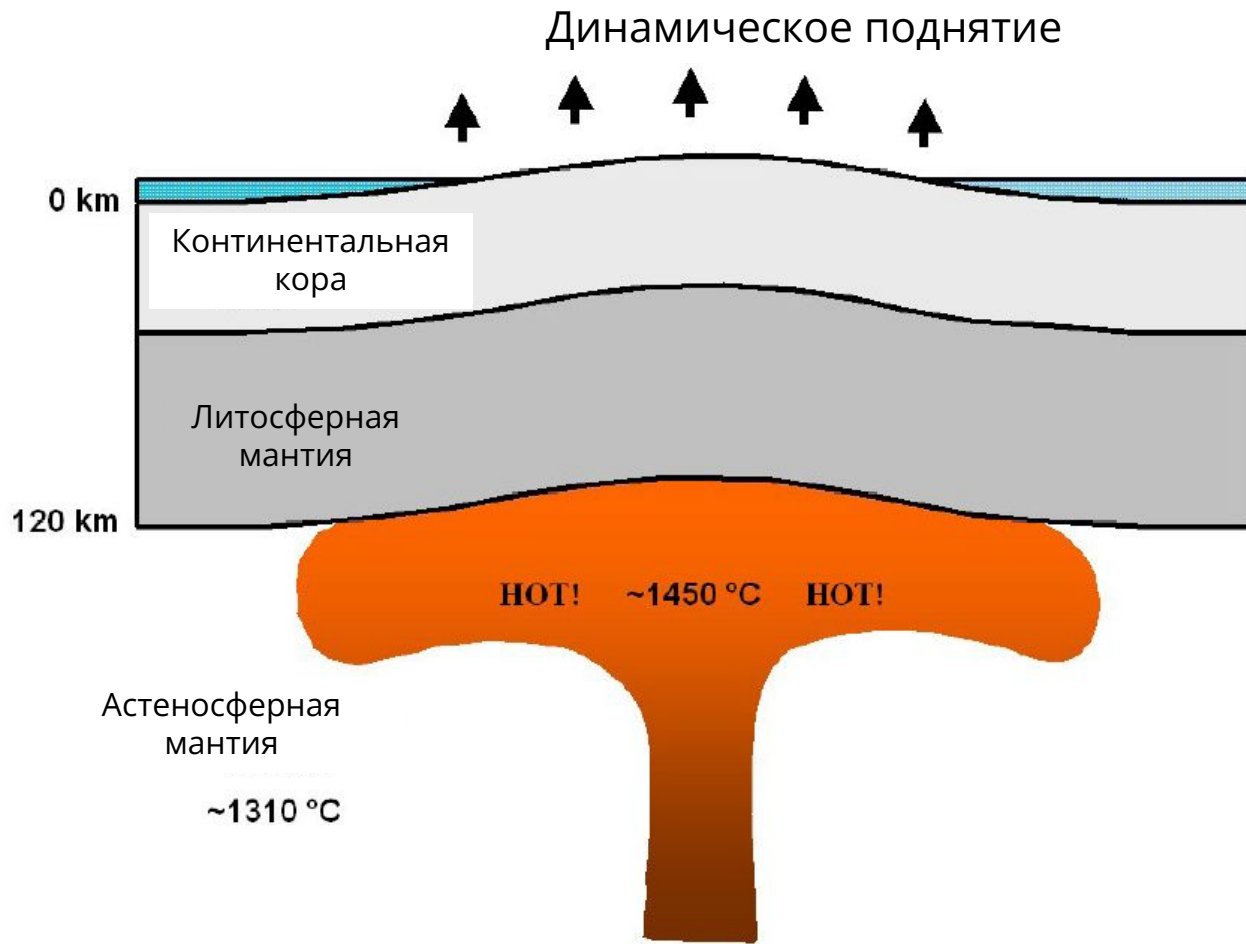
Выводы:

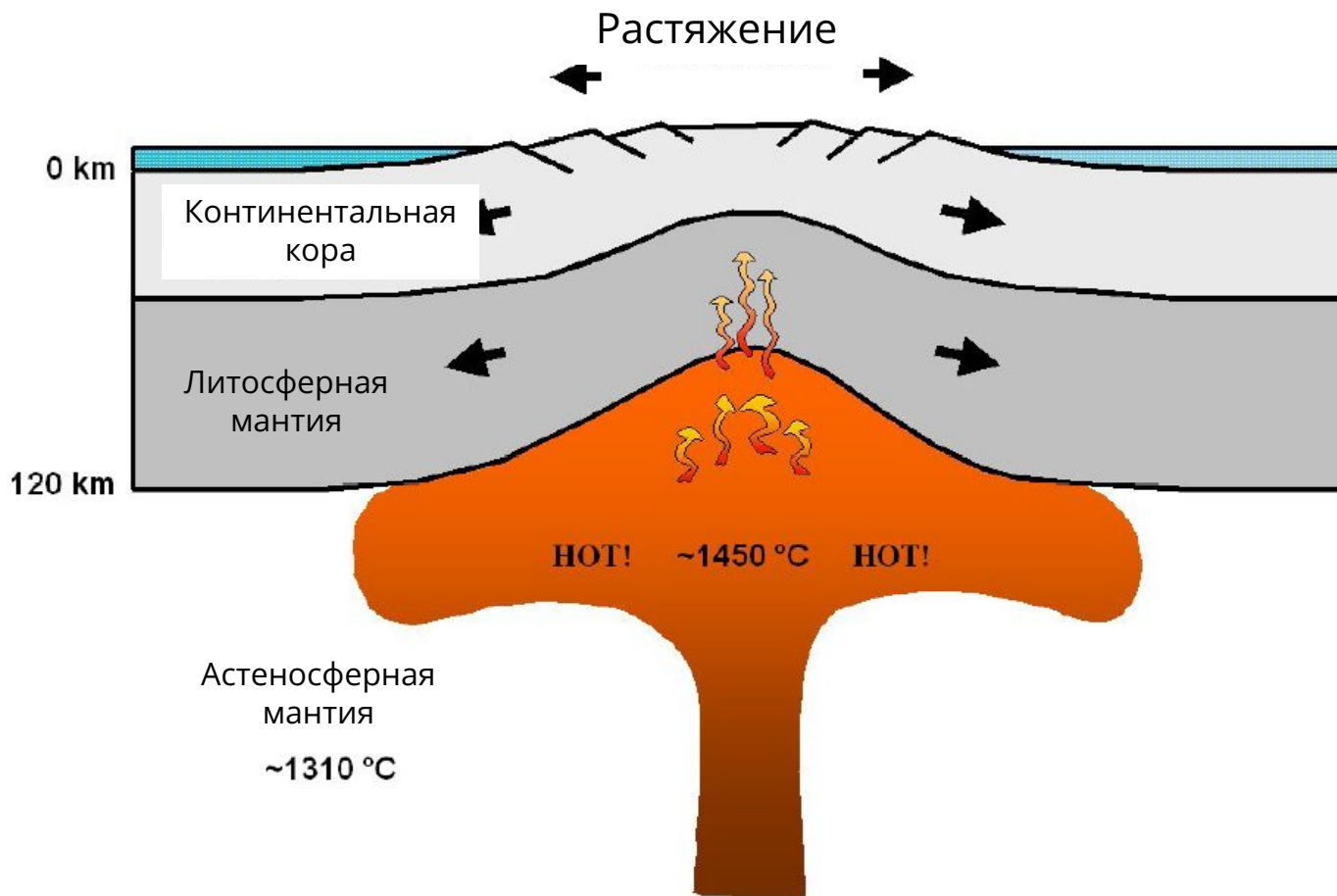
- Внутреннее строение Земли *неоднородно*, представлено оболочками с разным физическим состоянием вещества – *твердым* (земная кора, большая часть мантии, внутреннее ядро) и *вязко-пластичным* (астеносфера, внешнее ядро)
- Физическо-химические процессы в мантии обеспечивают проявление динамических процессов – *зарождение и перемещение магмы, возникновение деформаций и структурообразование*
- Саморазвитие глубинных процессов в недрах Земли обеспечивает современное динамическое состояние планеты – *вулканизм, сейсмичность, движение литосферных плит*

2. Процессы внутренней динамики Земли

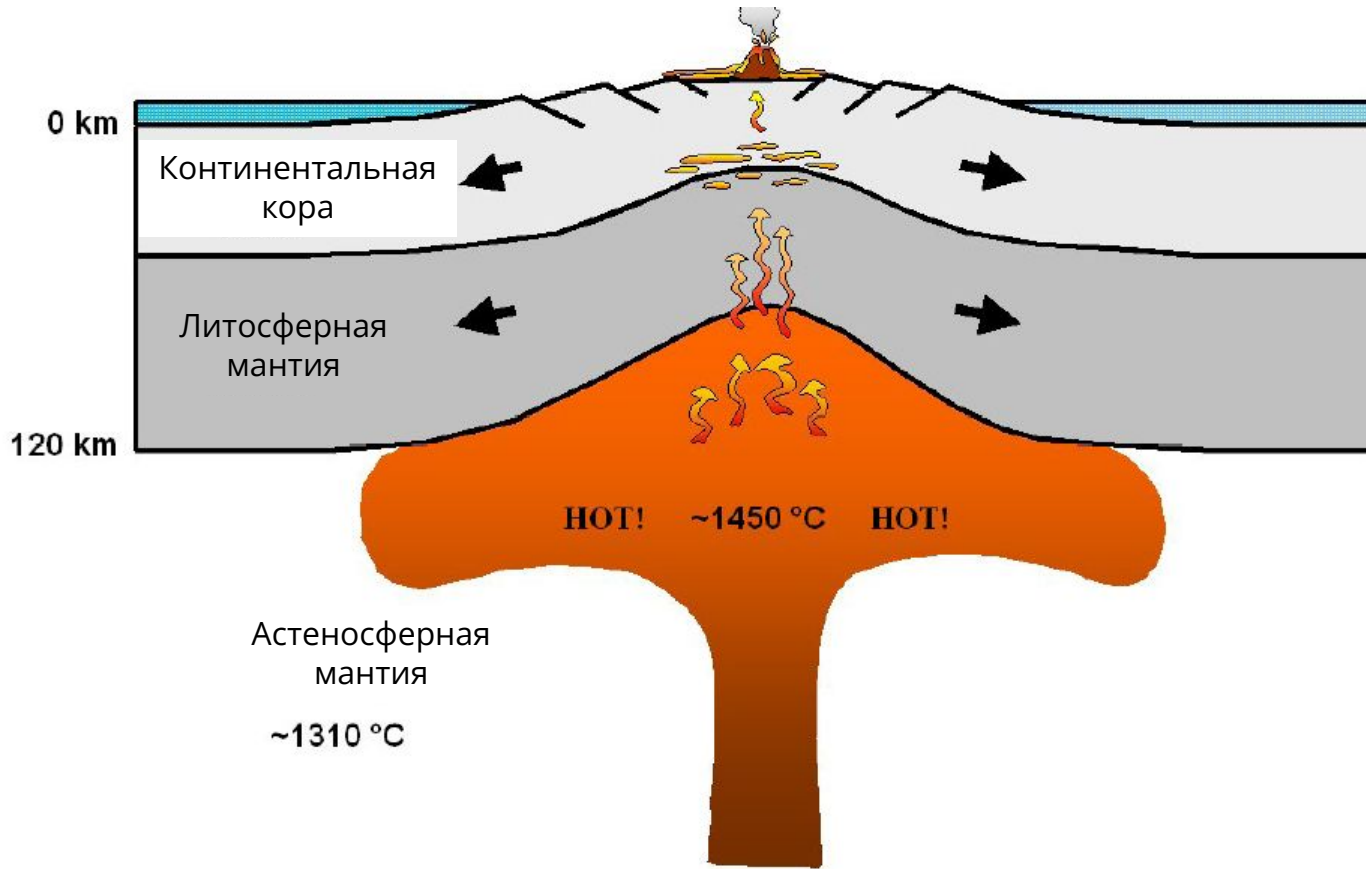
Мантия активно воздействует на жесткую и хрупкую литосферу





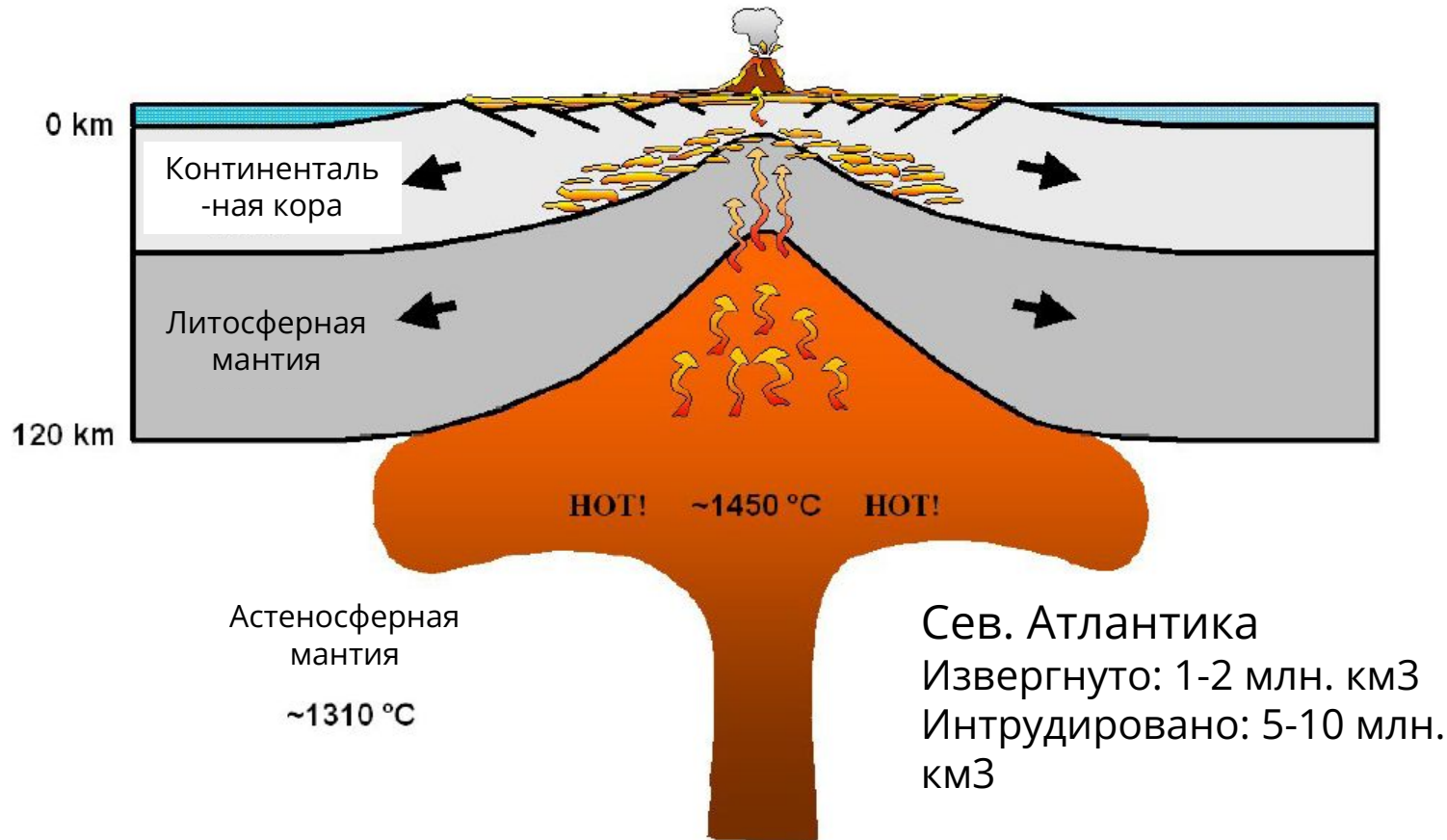


Начальный вулканизм

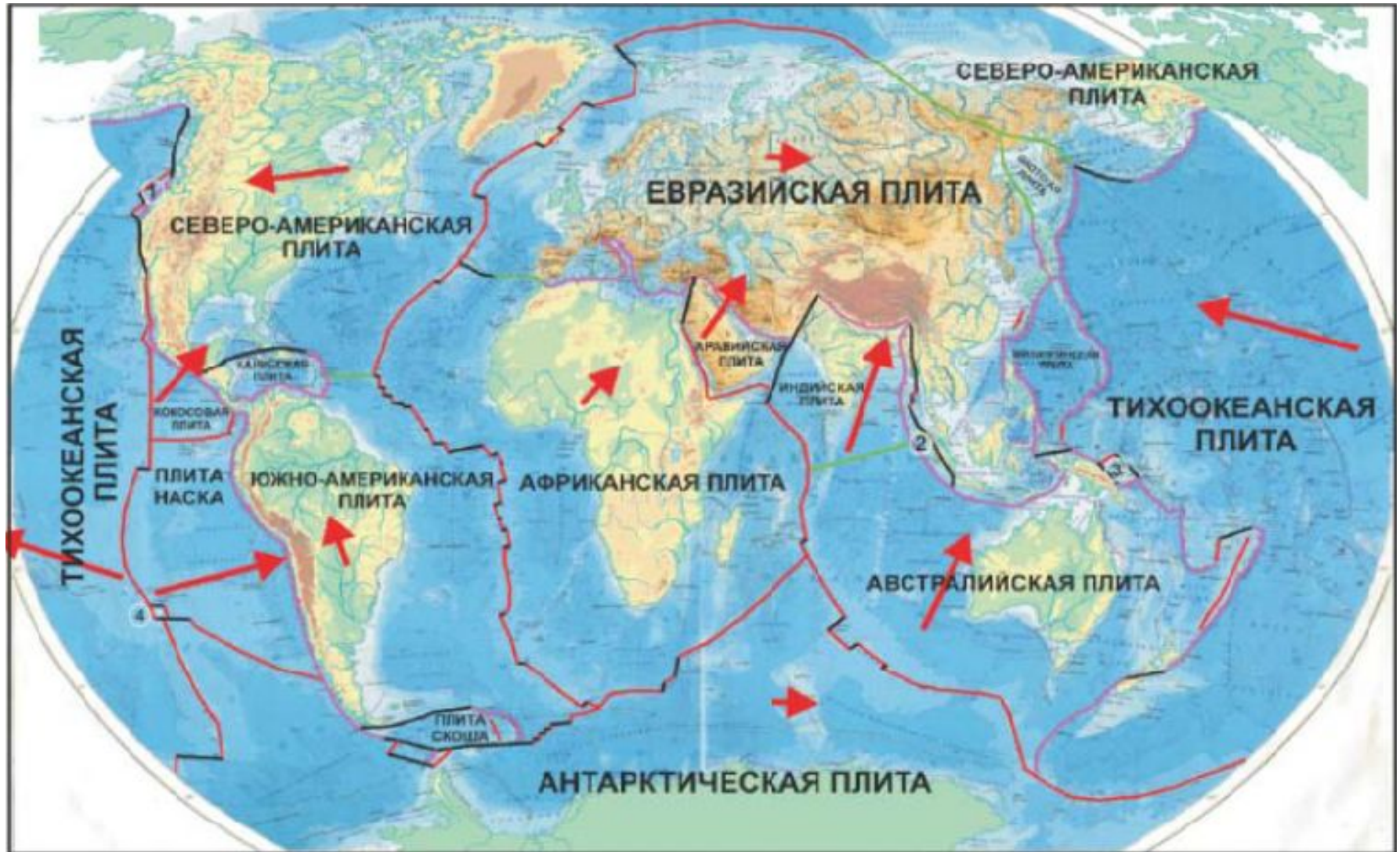


Следствие: разрыв литосферы и формирование впадин – Атлантический океан

Масштабный вулканизм



Литосферные плиты



Типы границ литосферных плит

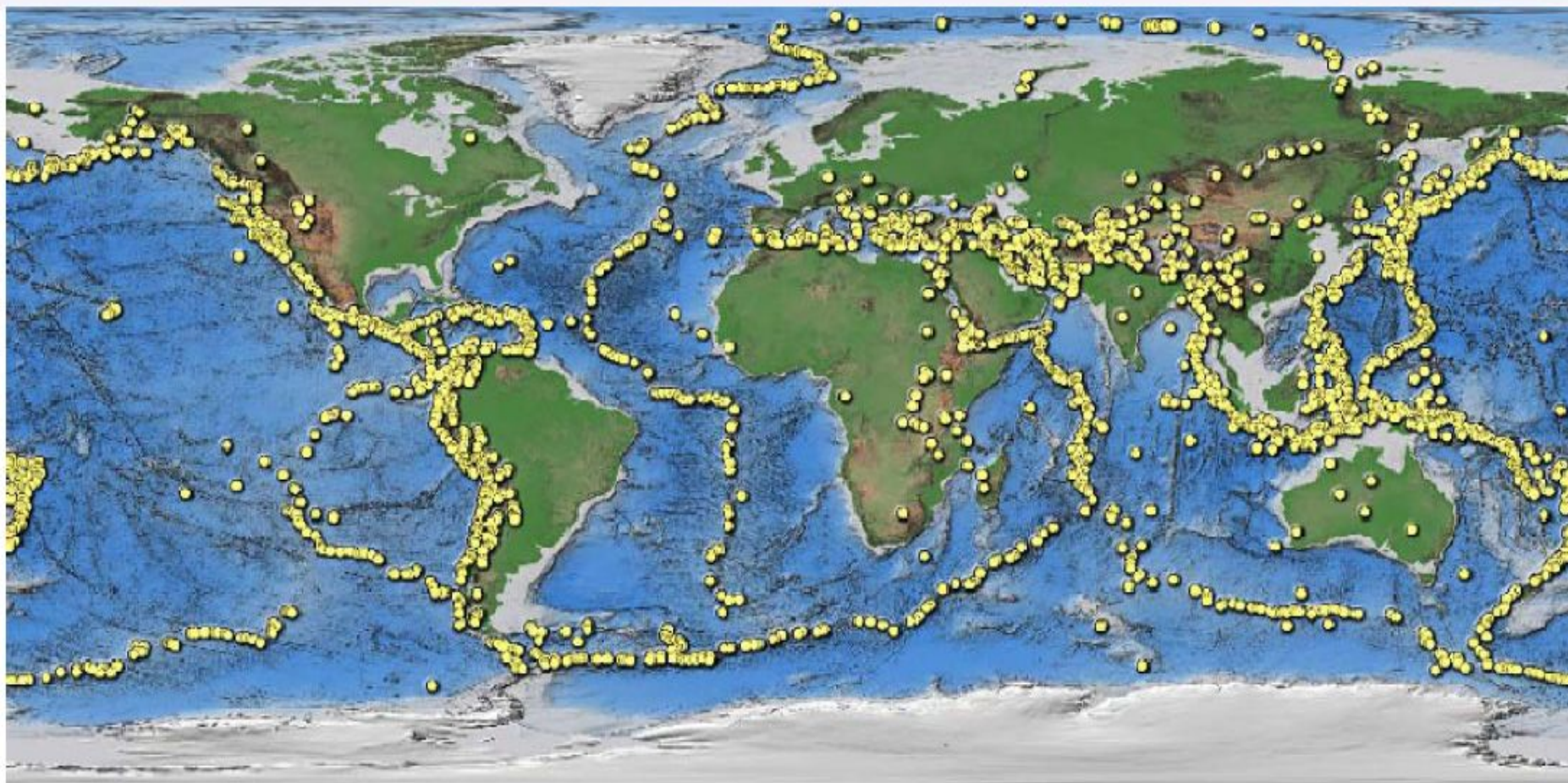
- раздвижение плит (спрединг океанической коры)
- схождение плит (субдукция литосферы)
- сдвиговая (трансформная) граница
- диффузная граница (деформации рассредоточены в широкой полосе)

Микроплиты

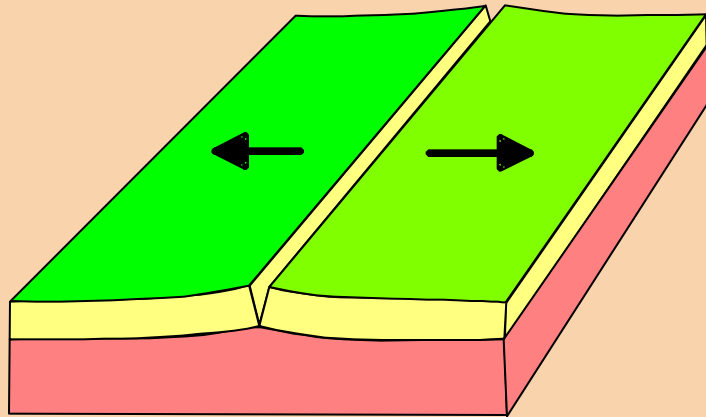
- 1 — Хуан-де-Фука
- 2 — Бирманская
- 3 — Бисмарка
- 4 — Хуан-Фернандес

➔ направление движения плиты

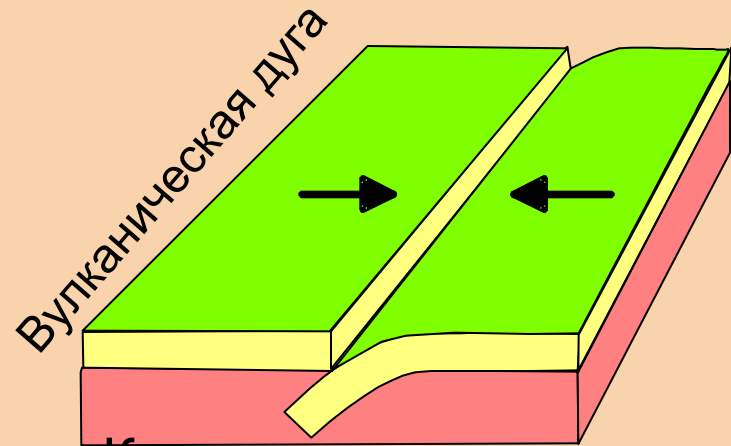
Расположение очагов сейсмичности



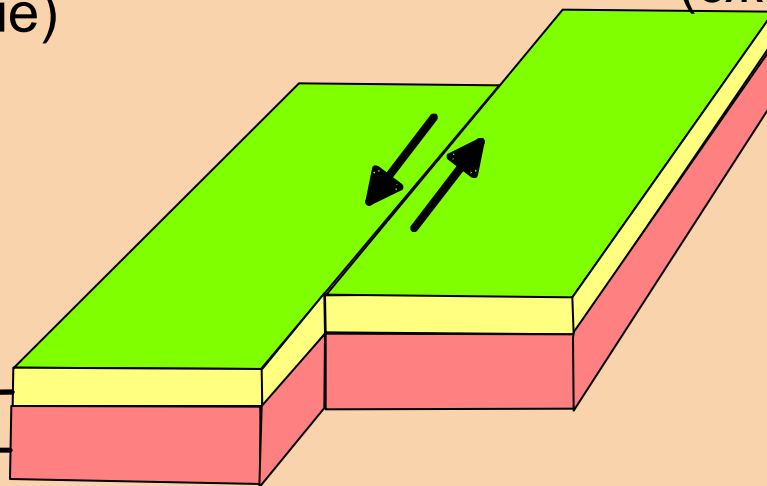
Границы между плитами



Дивергентная граница
(растяжение)



Конвергентная граница
(сжатие)



Трансформная граница (скольжение)

Земная
корона
литосфера
(мантия)

Что происходит на континенте в результате растягивающих деформаций?

Начальная стадия растяжения сопровождается формированием впадины и заполнением ее осадочными отложениями. Так возникает будущий осадочный/нефтегазоносный бассейн

Схема строения пострифтового бассейна

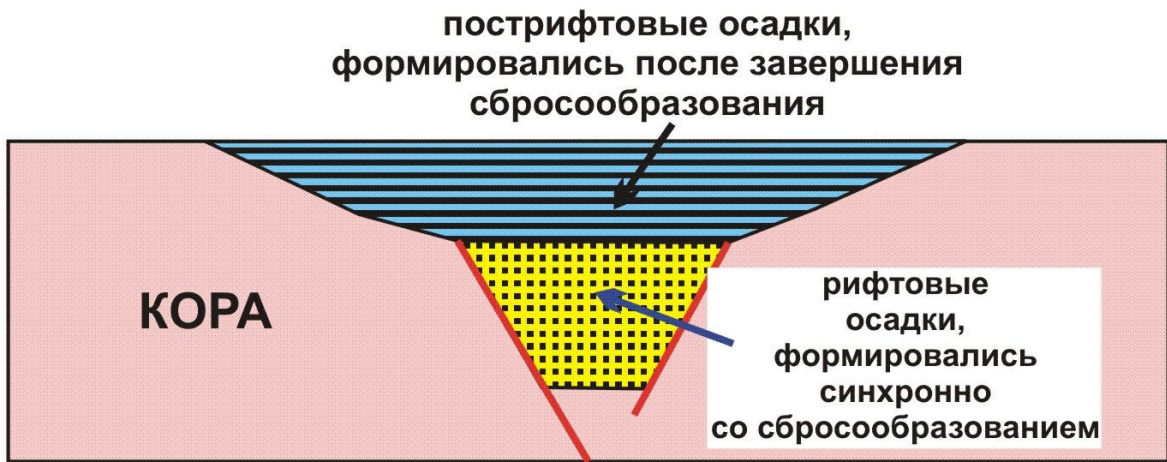
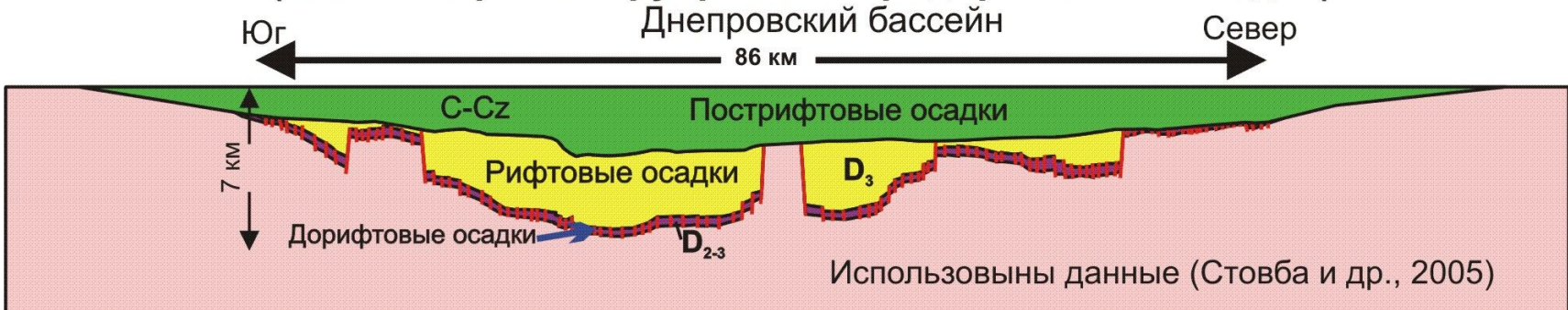


Схема строения Днепровского пострифтового бассейна (частично реконструированы эродированные осадки)

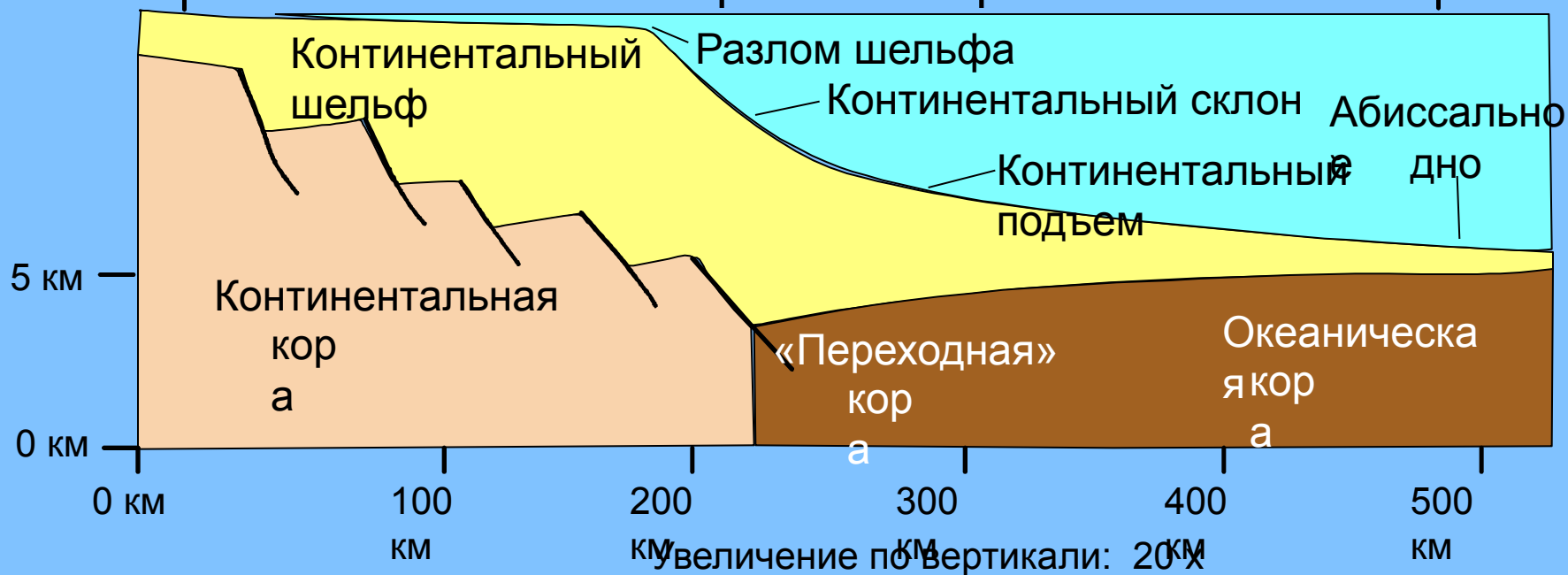


Что происходит на границе континент - океан?

Профиль дивергентной (пассивной) континентальной

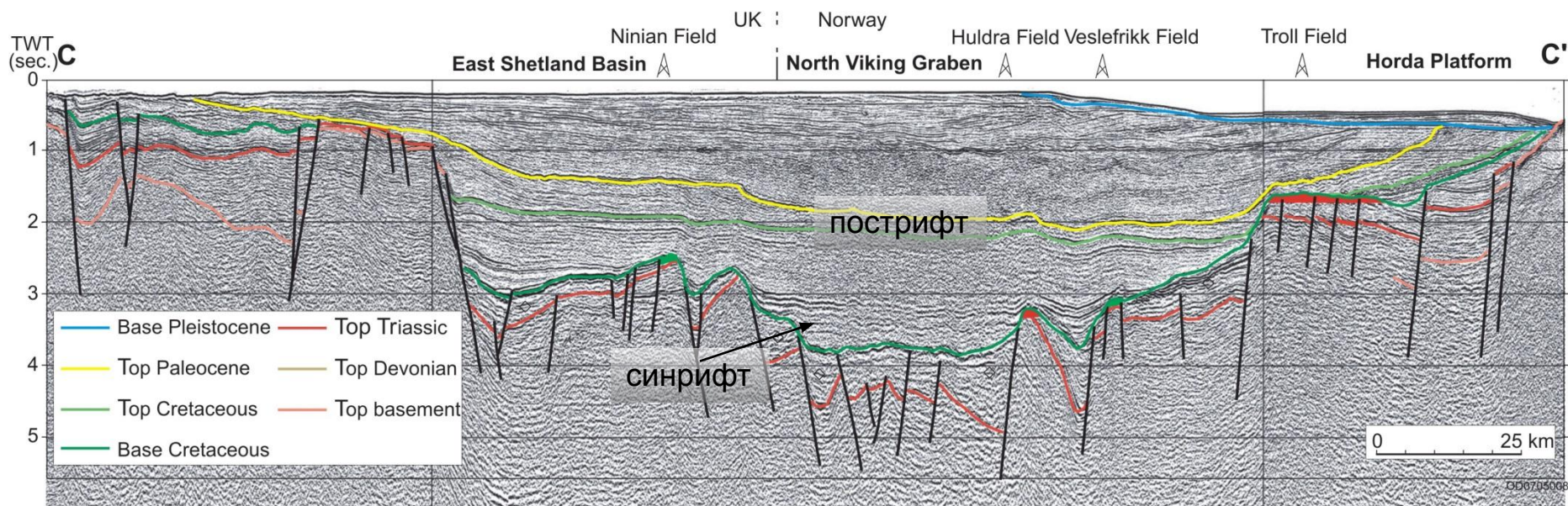
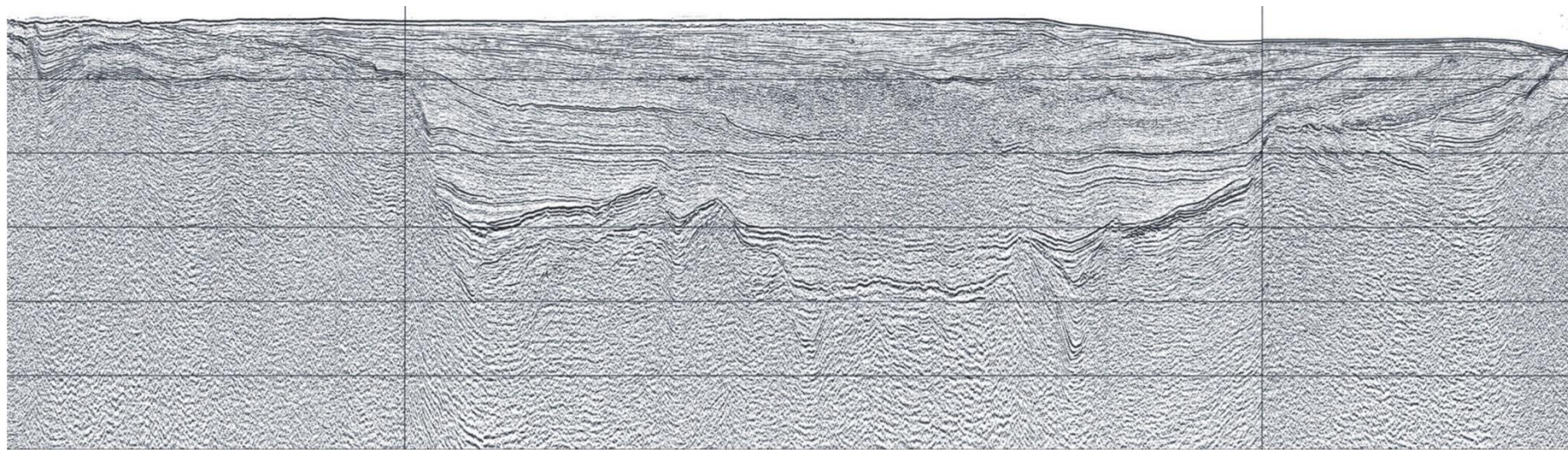
окраины

Материковая окраина



Оседание земной коры и формирование шельфового (мелководного) краевого бассейна осадконакопления. Потенциально нефтегазоносный бассейн!

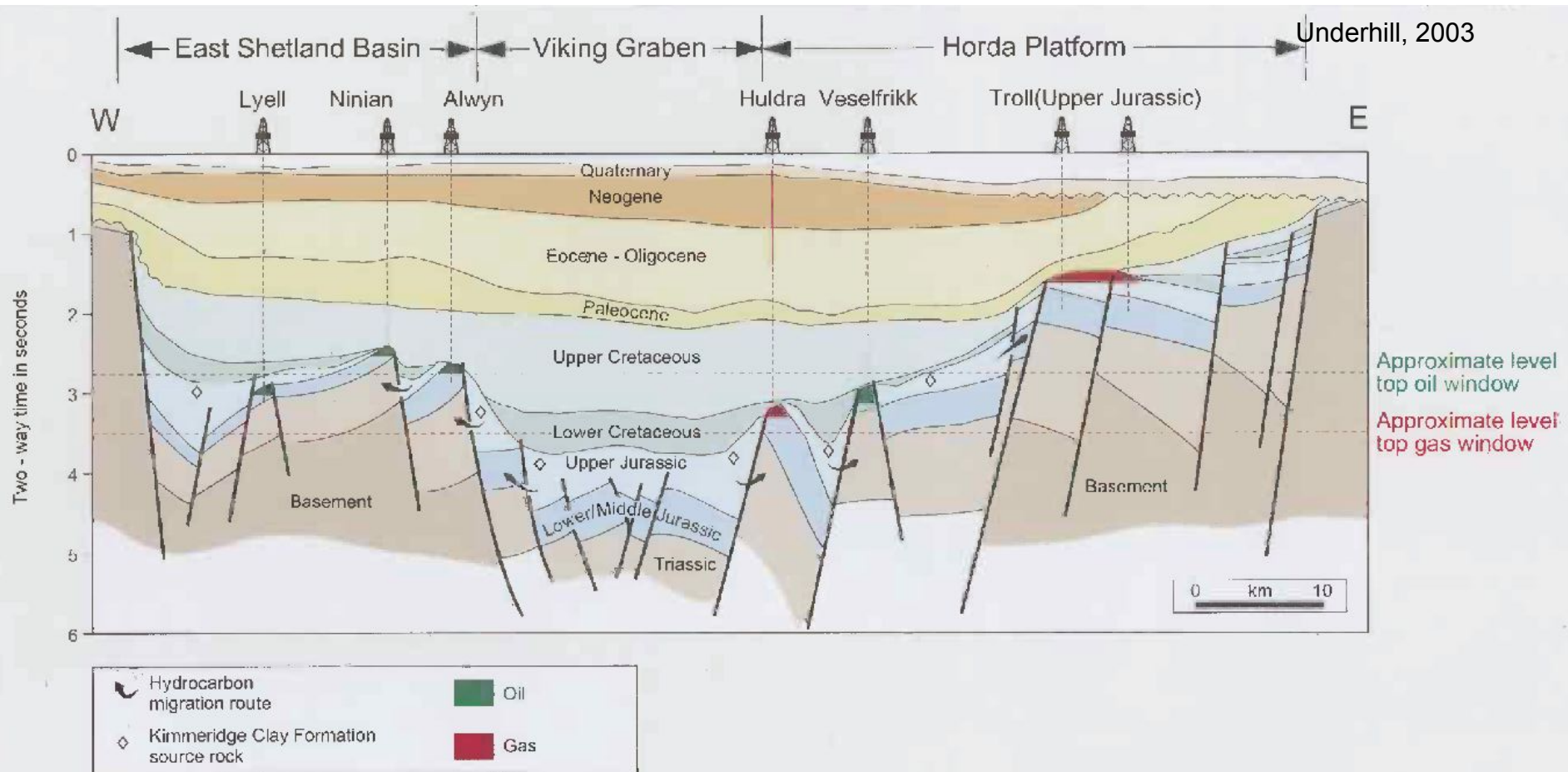
Пример: Северное море, грабен Викинг



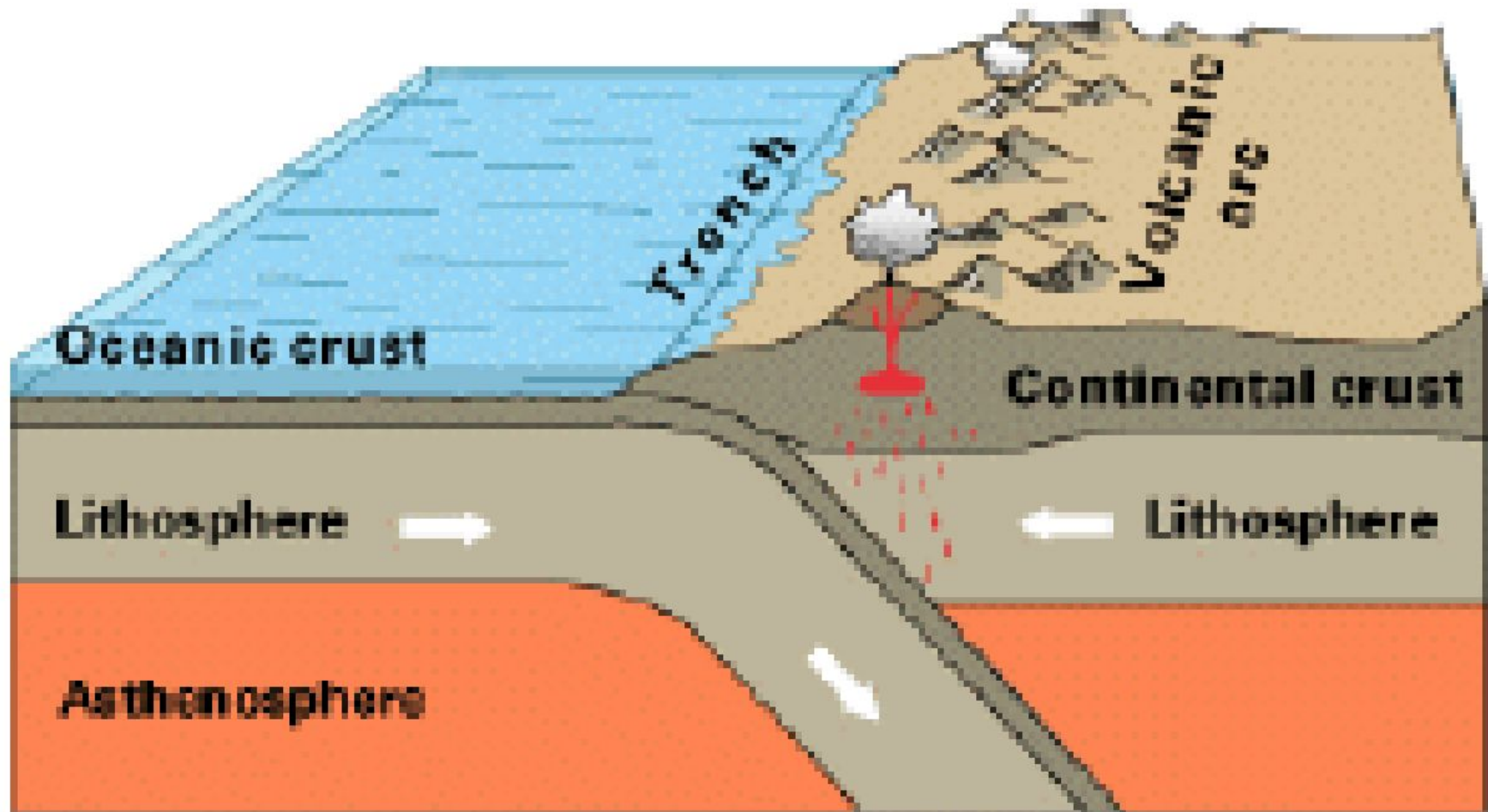
Пример: Надрифтовые впадины

- Основной тип ловушек рифтового и дорифтового комплексов – повернутые разломные блоки

НГБ Северного моря



Что происходит на конвергентных границах литосферных плит?



Поглощение океанической коры, ее плавление и мощный магматизм.
Продукты магматизма - источник материала для будущих осадочных пород.
Формирование передового потенциально нефтеносного осадочного бассейна.

Основные выводы из функционирования внутренней динамической системы:

- 1. Образование разнообразных бассейновых впадин как главных областей осадконакопления и формирования нефтегазоносных систем (бассейны растяжения, сжатия, сдвига на границах литосферных блоков)**
- 2. Образование магматических и метаморфических пород, которые при разрушении дают исходный материал для формирования осадочных пород – потенциальных нефтегазоносных отложений**
- 3. Образование положительных форм рельефа (горных сооружений), обеспечивающих ускоренную эрозию и формирование больших объемов обломочного материала – источника вещества для будущих осадочных пород**
- 4. Образование разномасштабных геологических структур (складок, разломов, трещин) как потенциальных ловушек УВ**

3. Процессы внешней динамики Земли

Обеспечиваются геологической работой:

1) рек

2) ледников

3) ветра

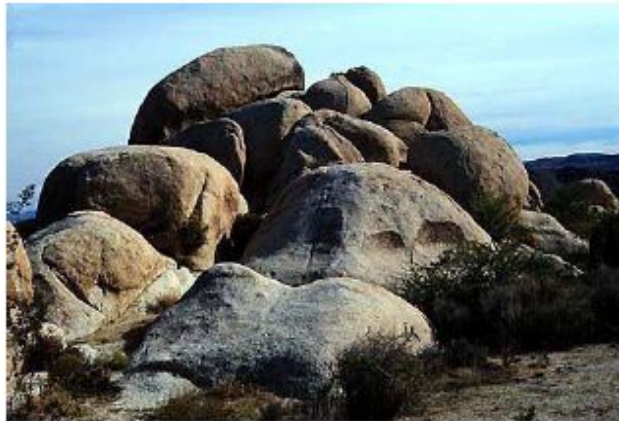
4) климатических факторов



Выветривание

Виды выветривания

Сложная совокупность естественных процессов, как химических, так и механических, приводящих к полному или частичному разрушению горных пород, происходящих на поверхности Земли и в верхних ее слоях выше уровня грунтовых вод.



Что подвергается выветриванию? Горные породы, выходящие на дневную поверхность – магматические, метаморфические, осадочные породы

Выветривание физическое

Вызывается разнообразными факторами.

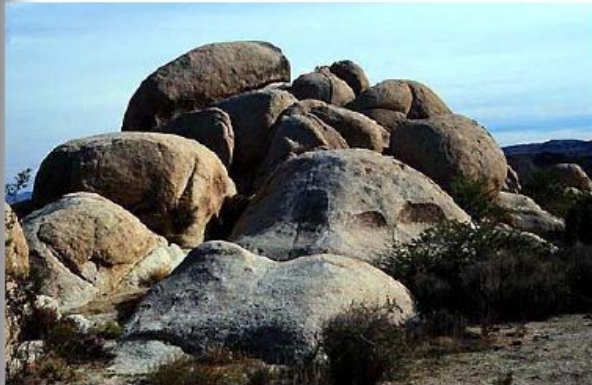
В одних случаях процесс разрушения происходит внутри самой горной породы без участия внешнего, механически действующего агента. Сюда относится изменение объема составных частей породы, вызываемое колебанием температуры. Такое явление может быть названо температурным выветриванием.

В других случаях горные породы разрушаются под механическим воздействием посторонних агентов. Такой процесс может быть условно назван механическим выветриванием.

Под физическим выветриванием понимается механическое измельчение горных пород без изменения их химического состава. Оно осуществляется под воздействием солнечной энергии (температурное выветривание) и при участии воды (морозное выветривание).

Морозобойные трещины





Выветривание морозное

Главный агент: вода

Вода попадая в трещины и поры горных пород, при низких температурах замерзает, увеличивается в объеме на 9 -10%, производя при этом огромное давление. Такая сила раскалывает на отдельные обломки горные породы.

Наиболее интенсивно расклинивающее действие производит замерзающая вода в трещинах пород.

Оно наблюдается в высоких полярных и субполярных широтах, а также в горных районах выше снеговой линии, где в ряде случаев проявляется и температурное выветривание.

В результате огромные пространства сплошь покрыты обломками (глыбовые и щебнистые развалы).

Итог физического выветривания: различные по размерам (от глыб до песка) обломки горных пород – исходный материал для будущей осадочной породы

Выветривание химическое

Разрушение пород под влиянием химических процессов. Физическая дезинтеграция резко увеличивает реакционную поверхность выветривающихся пород.

Главными факторами являются вода, кислород, углекислота и органические кислоты, существенно изменяющие структуру и состав минералов.

Наиболее благоприятные условия: гумидные области, тропики (сочетание большой влажности, высокой температуры, пышной растительности и огромного ежегодного отпада органической массы)

Процессы химического выветривания обусловлены: реакциями: окисления, гидратации, растворения, гидролиза.

Основные гипергенные процессы

1. Окисление

2. Гидратация

3. Растворение

4. Гидролиз

Итог химического выветривания – истинные и коллоидные растворы различных веществ из которых возможно осаждение нового материала!!!

1. **Окисление** характерно для элементов с несколькими степенями валентности: Fe, Mn, S и др.
2. **Гидратация** – процесс связывания частиц растворимого в воде вещества с молекулами воды ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$)
3. **Растворение** – переход из твердого состояния в раствор:
 $\text{CaCO}_3 + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2 \rightleftharpoons \text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$
4. **Гидролиз** – реакция обменного разложения между водой и различными химическими соединениями, способными под действием воды расщепляться на более низкомолекулярные соединения с присоединением элементов воды (H и OH):
 $4\text{KAlSi}_3\text{O}_8 + 6\text{H}_2\text{O} \rightarrow 4\text{KOH} + 8\text{SiO}_2 + \text{Al}_4(\text{Si}_4\text{O}_{10})(\text{OH})_8$

**Химическое
выветрвание активно
происходит в породах,
способных растворяться
(известняки) –
образуются карстовые
формы рельефа**



Процесс выветривания: контролирующие факторы и продукты

КЛИМАТ

Теплый и влажный

Холодный и сухой



Профиль глубокого выветривания

Преобразование минералов
исходной породы в глинистые
минералы

Растворение минералов

Исходная порода

Продукты выветривания:

Обогащенный глиной
кварцевый песок



Профиль поверхностного
выветривания

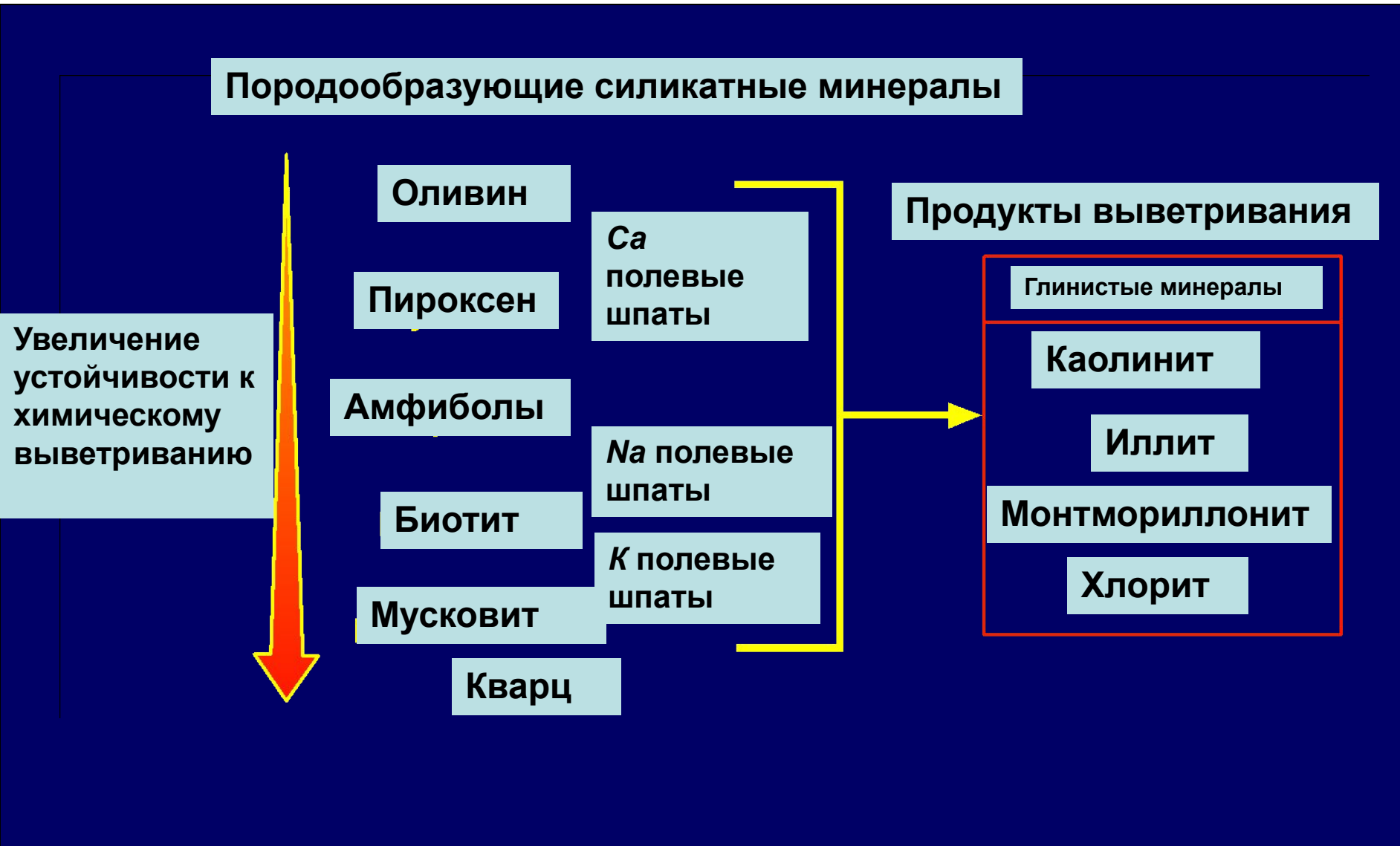
Слабое преобразование
исходной породы

Исходная порода

Продукты выветривания:

Обломки породы,
нестабильные
минералы (полевые
шпаты), немного глины

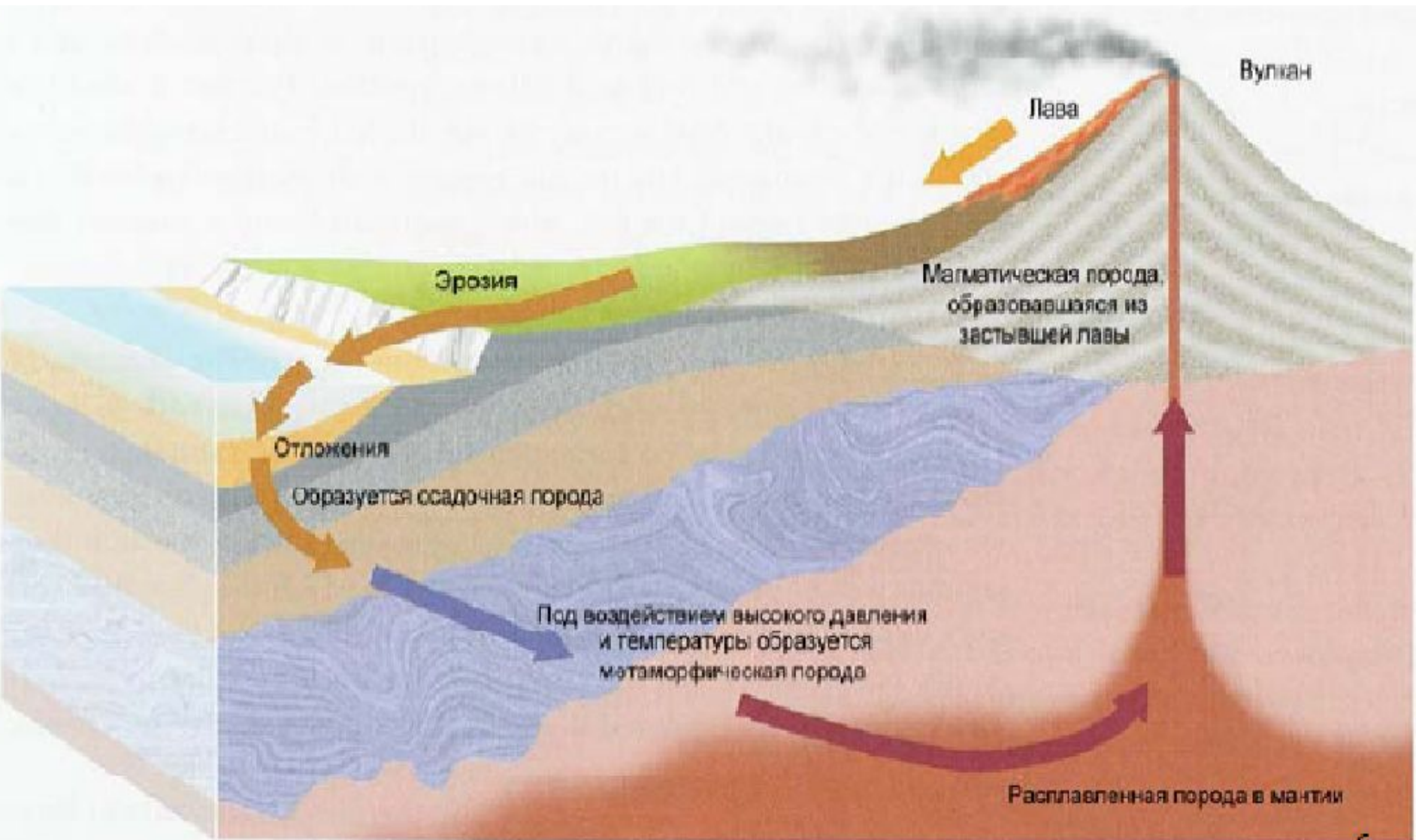
Химическое выветривание силикатных минералов



Цикл преобразования пород



Цикл горной породы

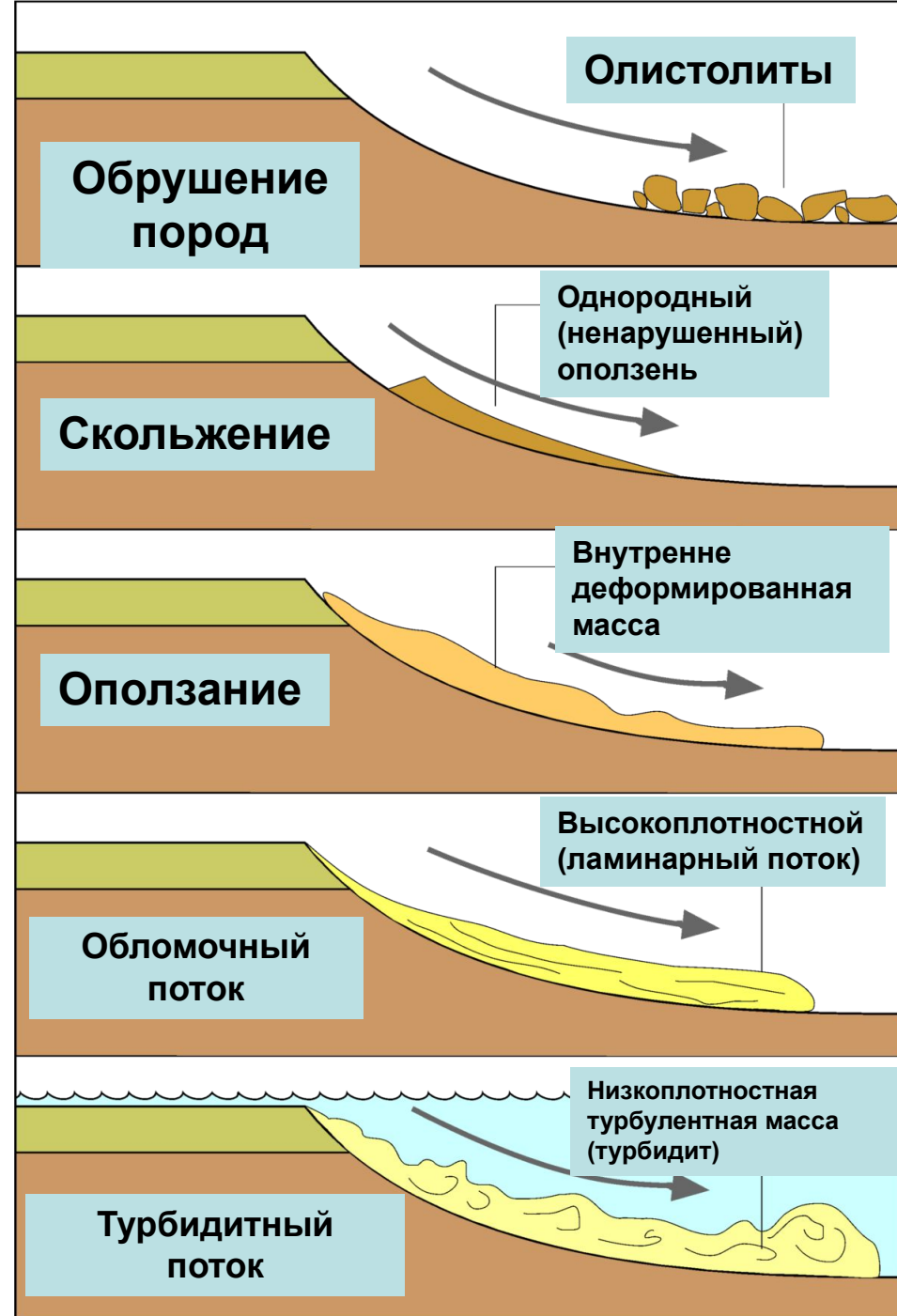


Как перемещаются осадки ?

Осадки в целом транспортируются под действием трех основных процессов

- Под действием движения масс / *mass movement* (гравитационные потоки) / *gravity flows*
- Флюидами (вода и воздух) / *fluids*
- Ледниками / *glaciers*

1. Перемещение осадка под влиянием гравитации



**Транспортировка
под влиянием
гравитации (конус
выноса)**



2. Перемещение осадка флюидами (вода, воздух)

Существует 3 способа переноса материала:

- *влекомый (тащится по дну, перекатывается)*
- *во взвешенном состоянии*
- *в растворённом виде*

При скорости воды:

0,3 м/с - переносится тонкий песок:

0,6 м/с - крупный песок

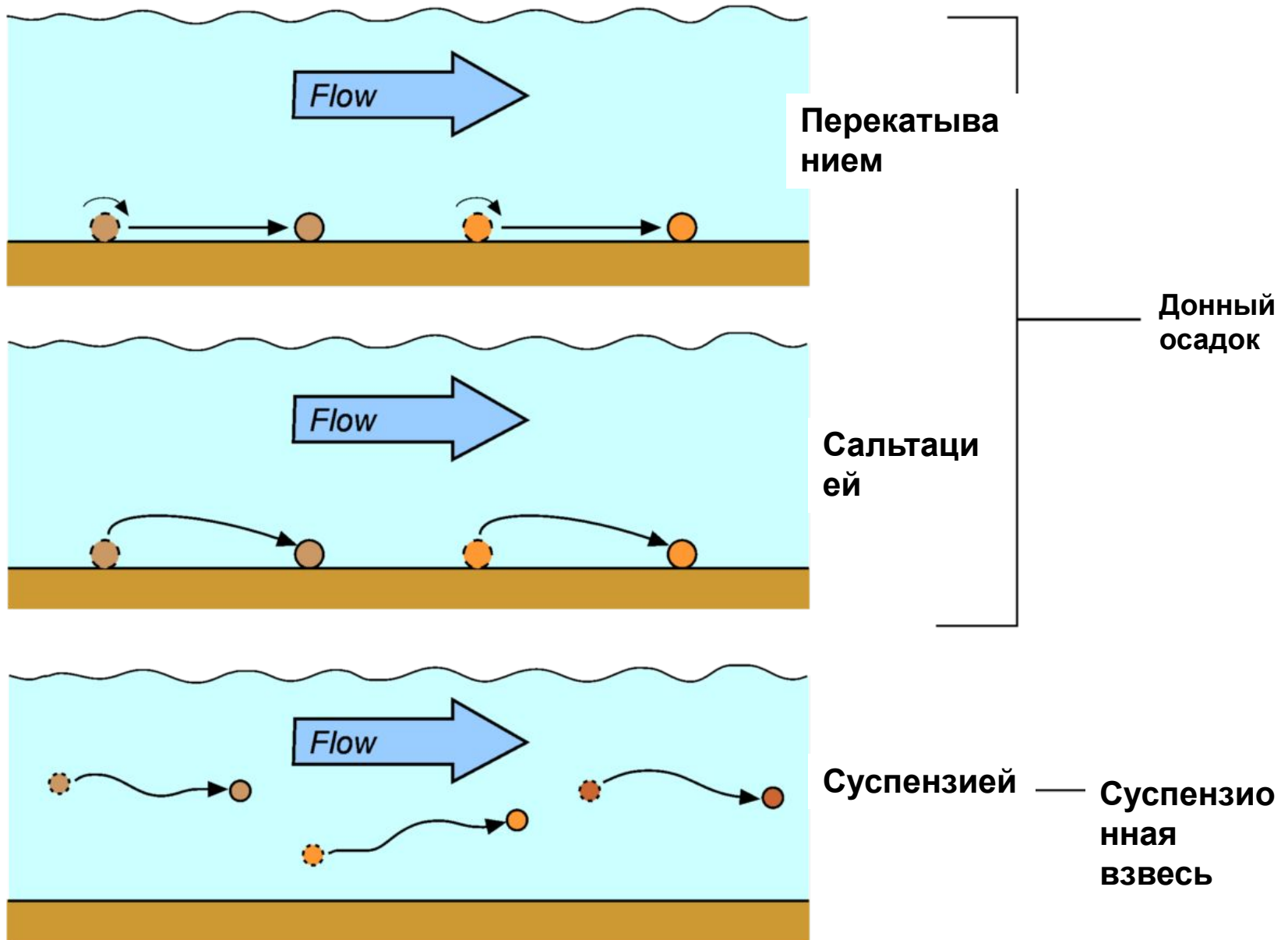
1,0 м/с - мелкий гравий

1,2 м/с - галька

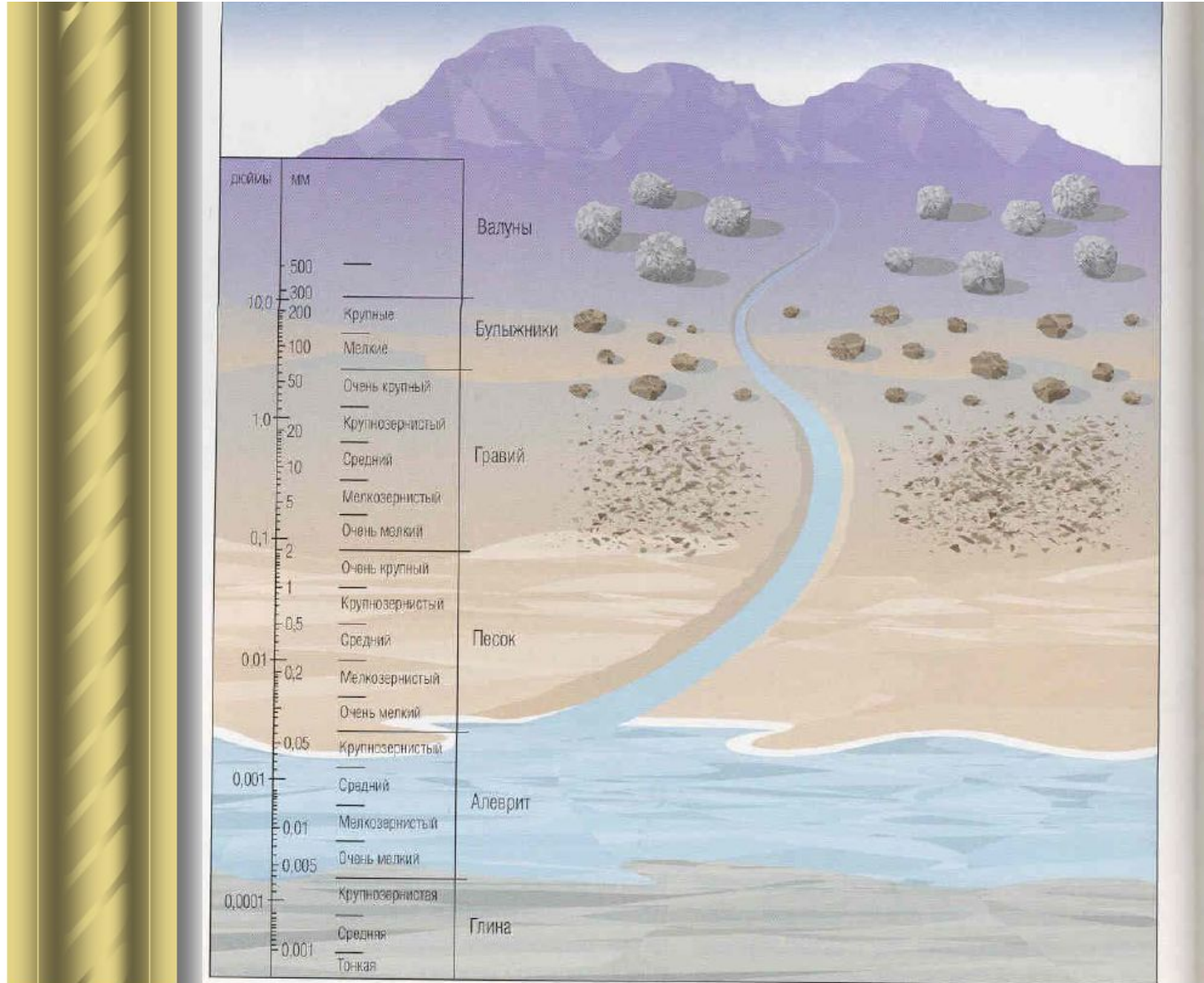
2,0 м/с - галька до 10 см

2,4 м/с - галька до 20 см

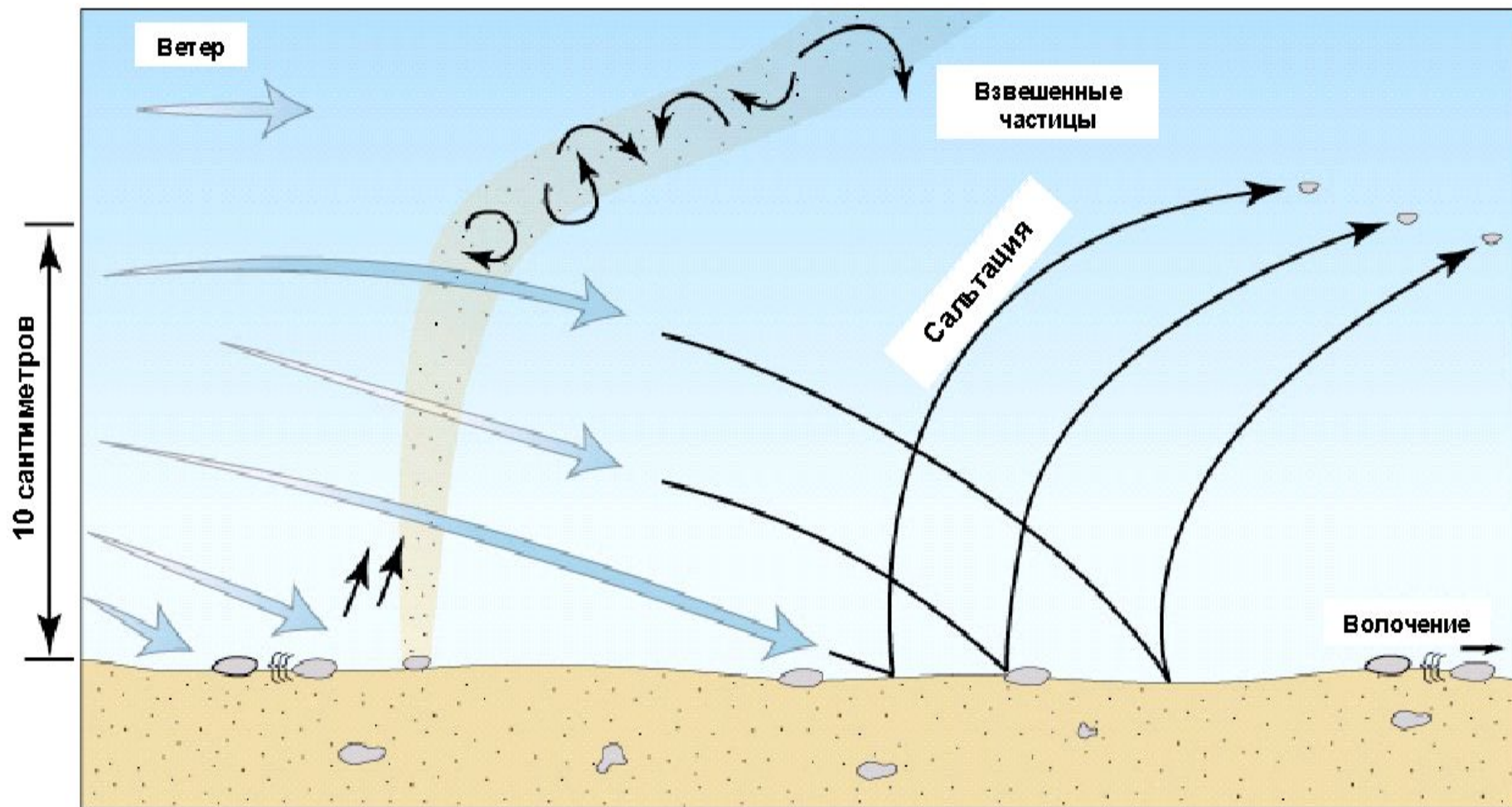
Перенос осадка в потоке



Перенос реками: 1) твердые частицы различных размеров; 2) истинные растворы: легко растворимые соли (хлориды, сульфаты, карбонаты, соединения железа, марганца, фосфора); 3) коллоиды – глинистые минералы, кремнезем, ОВ, соединения Fe, Mn, P, V.



Способы транспортировки обломочных частиц ветром



В процессе переноса и отложения происходит разделение (дифференциация) осадка

.....
1. Механическая дифференциация – сортировка по мере переноса в водной среде

Глыбы Валуныгальки.....гравий.....песок

Алеврит....пелит (осадок чистый)

2. Химическая дифференциация – последовательный переход растворенных веществ в твердую фазу

В пространстве: Осадки откладываются одновременно, но на разных глубинах: окислы Al, Fe, Mn

Во времени: по мере возрастания минерализации – кальцит, доломит, гипс, галит, сильвин, карналлит и т. д.

Осадок поликомпонентный

Основные выводы из функционирования внешней динамической системы:

- Процессы внешней динамики Земли обеспечивают **физическое разрушение и химическое разложение** выходящих на дневную поверхность пород и **формирование исходного материала для будущих осадочных пород**
- Продукты физического разрушения являются исходным материалом для формирования **механического (обломочного) класса осадочных пород**; продукты химического разложения служат исходным материалом для образования **химического и органогенного классов осадочных пород**
- Динамические системы, функционирующие на поверхности Земли, обеспечивают **перемещение и концентрацию продуктов выветривания в конечных водоемах стока, где образуются пласты горных пород**