



# Геологические процессы

□ *Геологические процессы видоизменяют земную кору и ее поверхность, приводя к разрушению и одновременно созданию горных пород.*

□ Делятся на 2 группы:



□ *Эндогенные и*

□ *Экзогенные*

□ *Экзогенные процессы* обусловлены действием силы тяжести и солнечной энергии, а

□ *Эндогенные* - влиянием внутреннего тепла Земли и гравитации

# Эндогенные геологические процессы

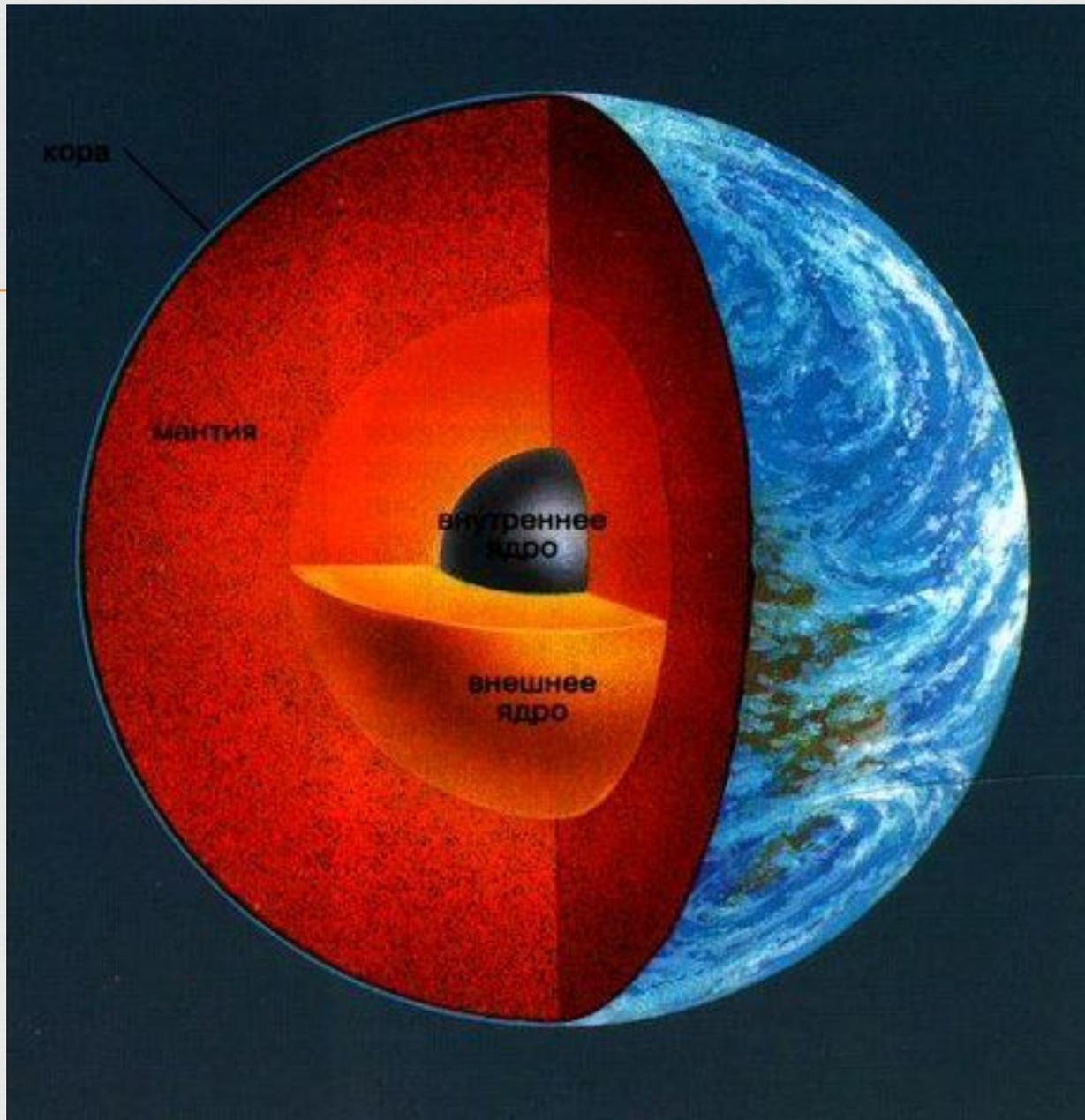
---

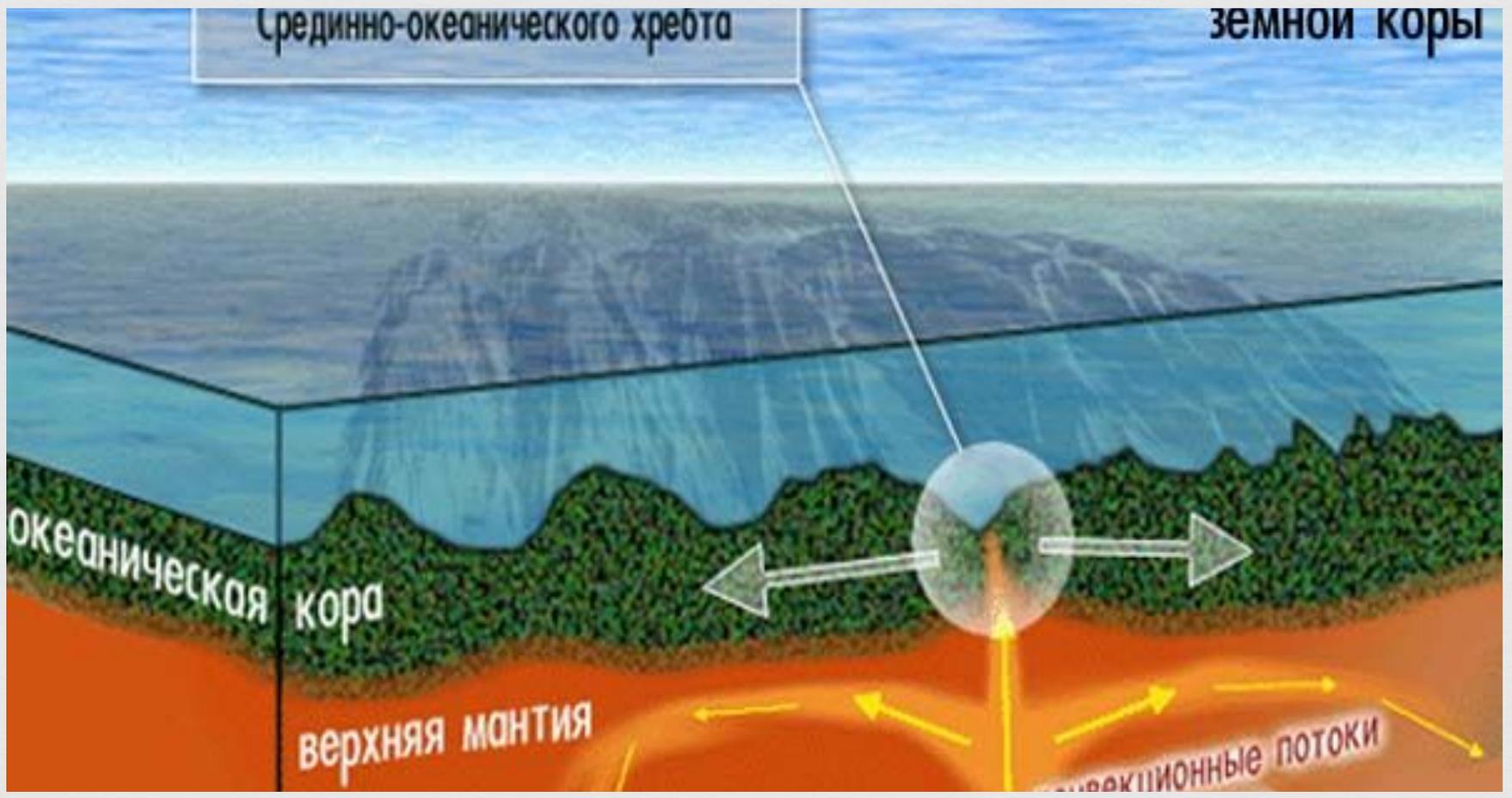
- Это процессы, связанные с энергией, возникающей в недрах Земли.
- К эндогенным процессам относятся тектонические движения земной коры, вулканизм (магматизм), метаморфизм, сейсмическая активность.

- *Магма* - это расплавленное вещество земной коры.
- Она образуется при высоком давлении и температуре, содержит в своем составе соединения с кремнеземом (Si) и кислородом (O) и летучие вещества, присутствующие в виде газа (пузырьков), либо растворенные в расплаве.
- При затвердевании магматического расплава он теряет летучие компоненты (образуется лава), поэтому горные породы гораздо беднее последними, нежели магма.

- Магма - это флюидно-силикатный расплав, состоящий из нелетучих главных окислов:  $\text{SiO}_2$ ,  $\text{TiO}_2$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ,  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ,  $\text{FeO}$ ,  $\text{CaO}$ ,  $\text{MgO}$ ,  $\text{Na}_2\text{O}$ ,  $\text{K}_2\text{O}$ , по объему составляющих 90-97 %.
- Летучие компоненты в магме представлены  $\text{CO}_2$ ,  $\text{H}_2$ ,  $\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{F}_2$ , В и др.
- Оксид углерода, водород, вода легко (раньше всего) отделяются от расплава, способствуя образованию "сухих" магм.
- Фтор и другие летучие компоненты накапливаются в расплаве, так как они трудно отделимы от него.







# ВУЛКАНИЗМ



- Если жидкий магматический расплав достигает земной поверхности, происходит его *извержение*,
- характер которого определяется составом расплава, его температурой, давлением, концентрацией летучих компонентов и другими параметрами.
- Одной из самых важных причин извержений магмы является ее *дегазация*. Именно газы, заключенные в расплаве, служат тем "двигателем", который вызывает извержение.

### Схема строения стратовулкана:

1- кальдера на вершине, 2- вершинный конус, 3- побочные лавовые вулканы, 4- экструзивный конус на склоне, 5- основной конус вулкана с чередованием лавовых потоков и туфовых покровов, 6- более ранние кислые туфы в вулканотектонической впадине, 7- периферический магматический очаг.

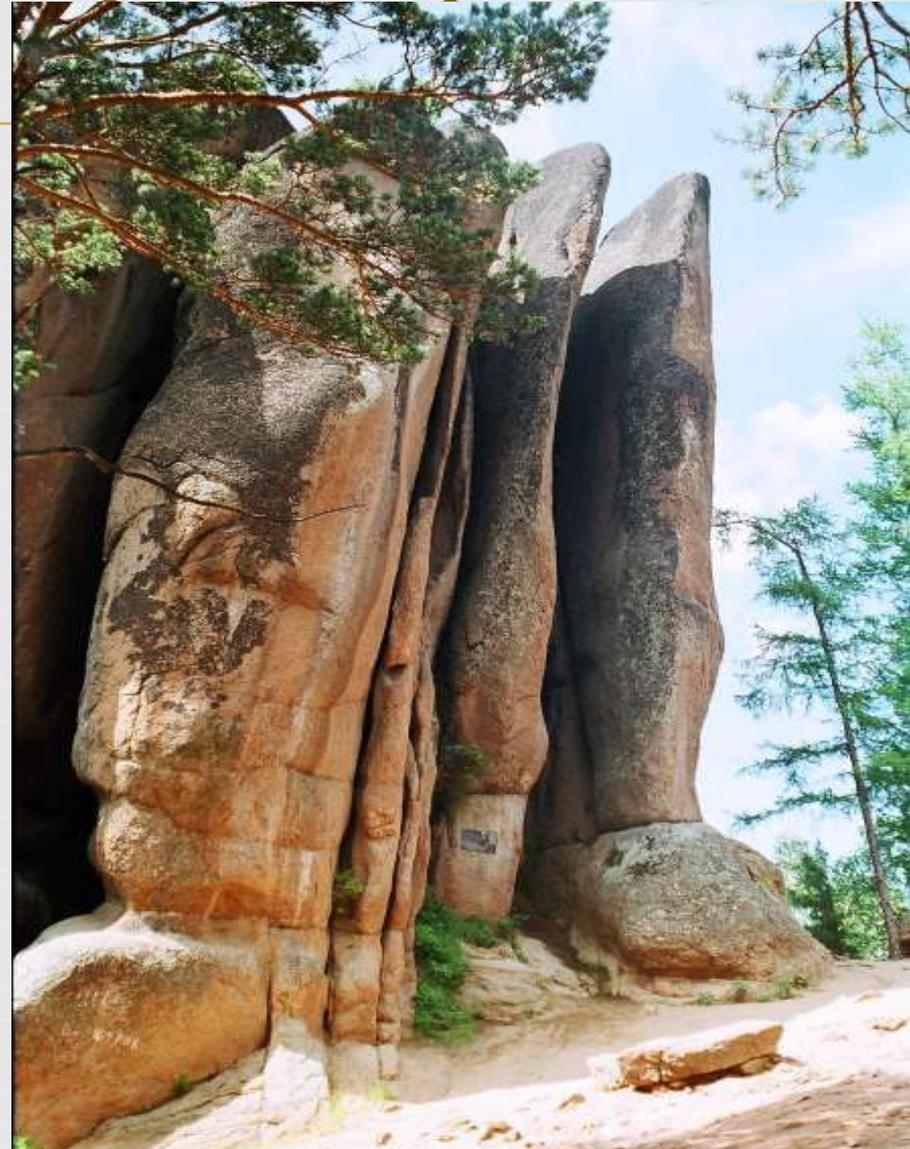
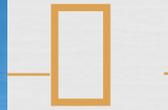






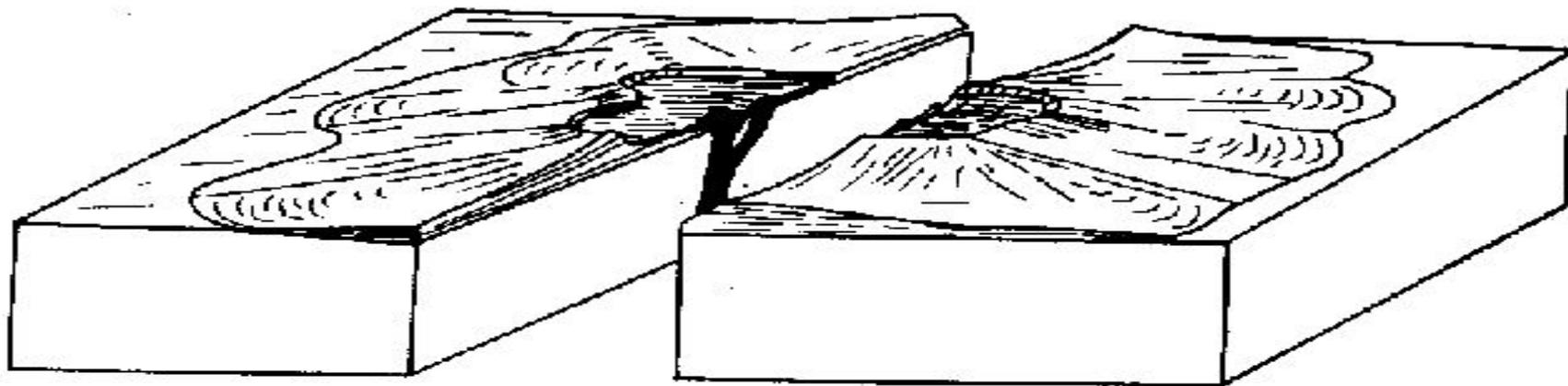
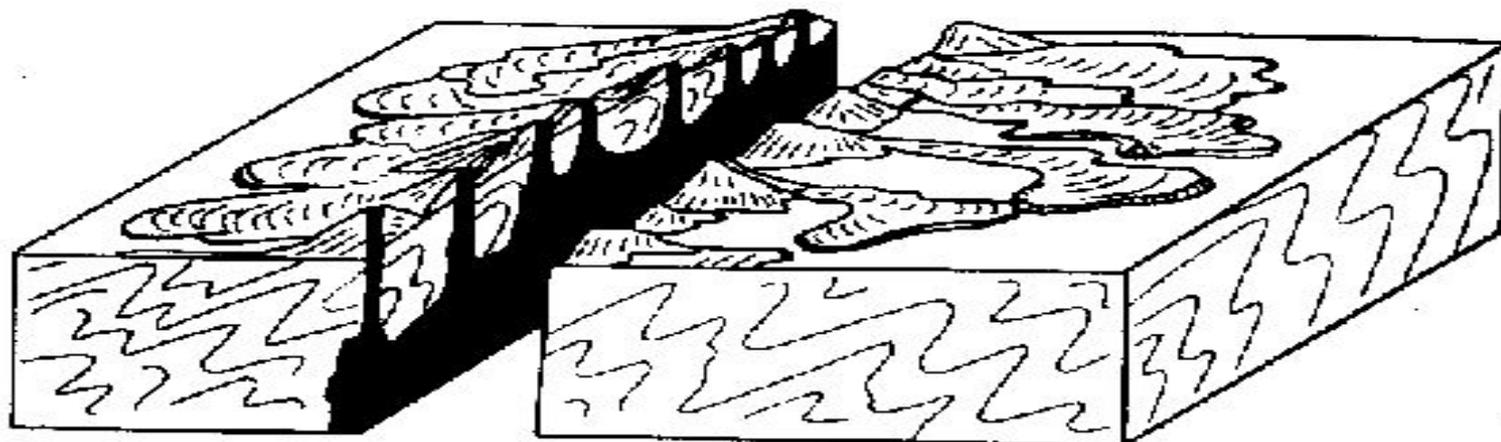
- Жидкие вулканические продукты представлены *лавой* - магмой, вышедшей на поверхность и уже сильно дегазированной.
- Термин "лава" произошел от латинского слова "лавер" (мыть, стирать)
- Главные свойства лавы -химический состав, вязкость, температура, содержание летучих - определяют характер эффузивных извержений, форму и протяженность лавовых потоков. Шире всего распространены основные - базальтовые лавы

# Выражение интрузивных тел в современном рельефе



# Типы вулканических построек

Вулканы трещинного (А) и щитового центрального (Б) типов



Б

- В общем виде вулканы подразделяются на *линейные* и *центральные*.
- Линейные вулканы, или вулканы трещинного типа, обладают протяженными подводными каналами, связанными с глубоким расколом.
- Как правило, из таких трещин изливается базальтовая жидкая магма, которая, растекаясь в стороны, образует крупные *лавовые покровы*.
- Вдоль трещин возникают пологие *валы разбрызгивания*, широкие плоские *конусы*, *лавовые поля*. Часто трещины возникают параллельно друг другу.

- Вулканы центрального типа имеют центральный подводный трубообразный канал, или *жерло*, ведущее к поверхности от магматического очага.
-  Жерло оканчивается расширением, называемым кратером, который по мере роста вулканической постройки перемещается вверх.
- Кратеры меняют свою форму и размеры после каждого извержения.
- У вулкана центрального типа кроме главного кратера могут быть и побочные, или паразитические, кратеры, расположенные эксцентрично на его склонах и приуроченные к кольцевым или радиальным трещинам.

# Тектонические движения

---

- Под тектоническими движениями понимают механические перемещения в литосфере, вызывающие изменение структуры геологических тел. Движения отражаются в рельефе земной поверхности. Они связаны с физико-химическими процессами, проходящими на разных уровнях в недрах Земли.
- Земная поверхность не остается неподвижной, она "дышит". Одни ее участки в настоящее время испытывают поднятия, другие медленно опускаются.
- Судить об этих движениях стало возможным только всего лишь несколько веков назад, когда начали использовать точные инструментальные геодезические методы. Сначала это были простые наблюдения, например, делали засечки, отметины на прибрежных скалах морей и озер.
- В настоящее время используют геодезические и геофизические методы.

- Тектонические движения разделяют на:
  - - современные и новейшие движения земной коры (до 10 тыс. лет)
  - - ~~неотектонические движения (до 35-40 млн. лет)~~
  - - тектонические движения геологического прошлого (древнее палеогена)
- 
- Современный рельеф Земли сформировался в результате современных и новейших, а также неотектонических движений. Для изучения данного отрезка геологической истории могут быть использованы разнообразные геоморфологические методы.

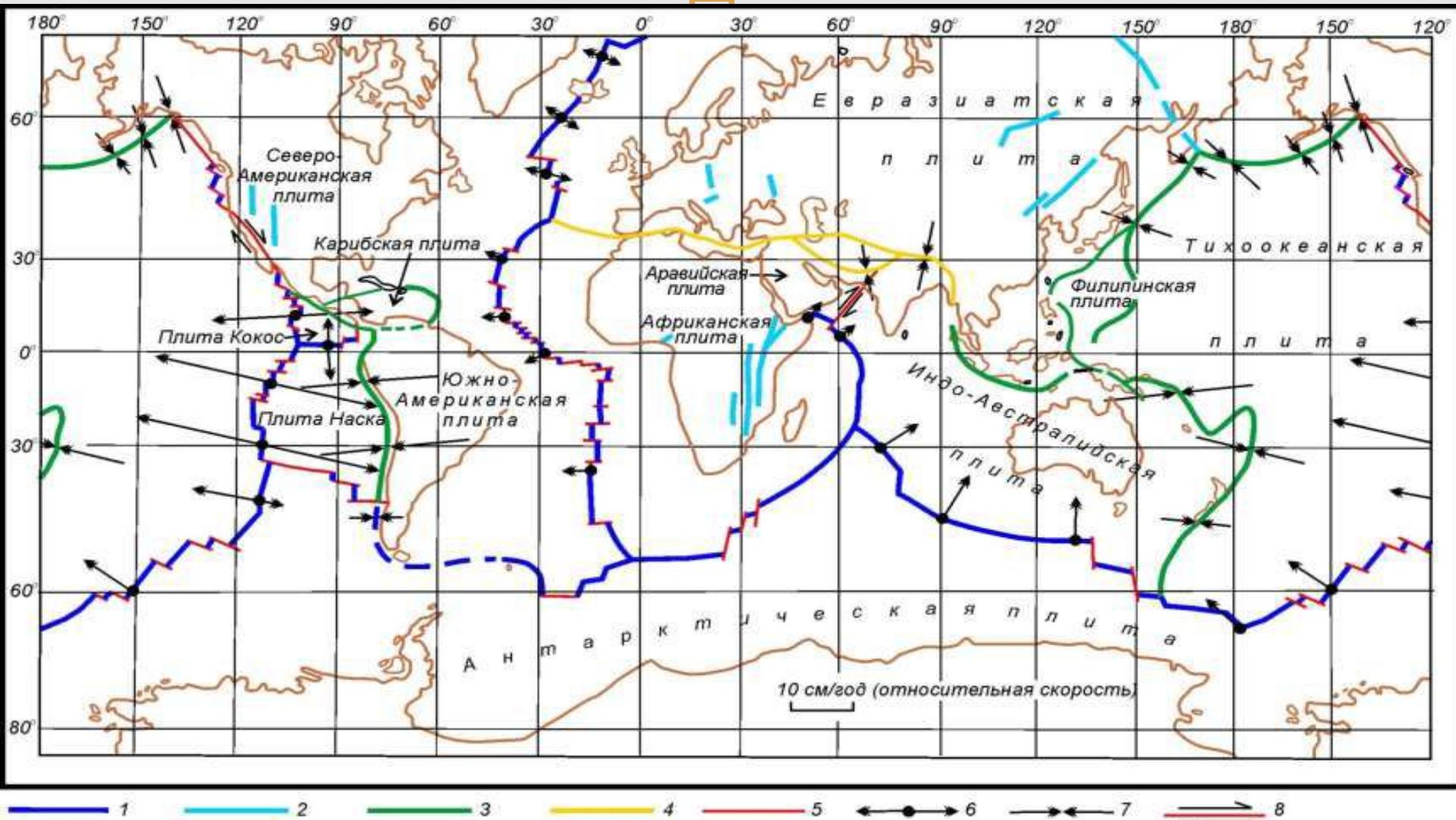
# Тектонические движения:

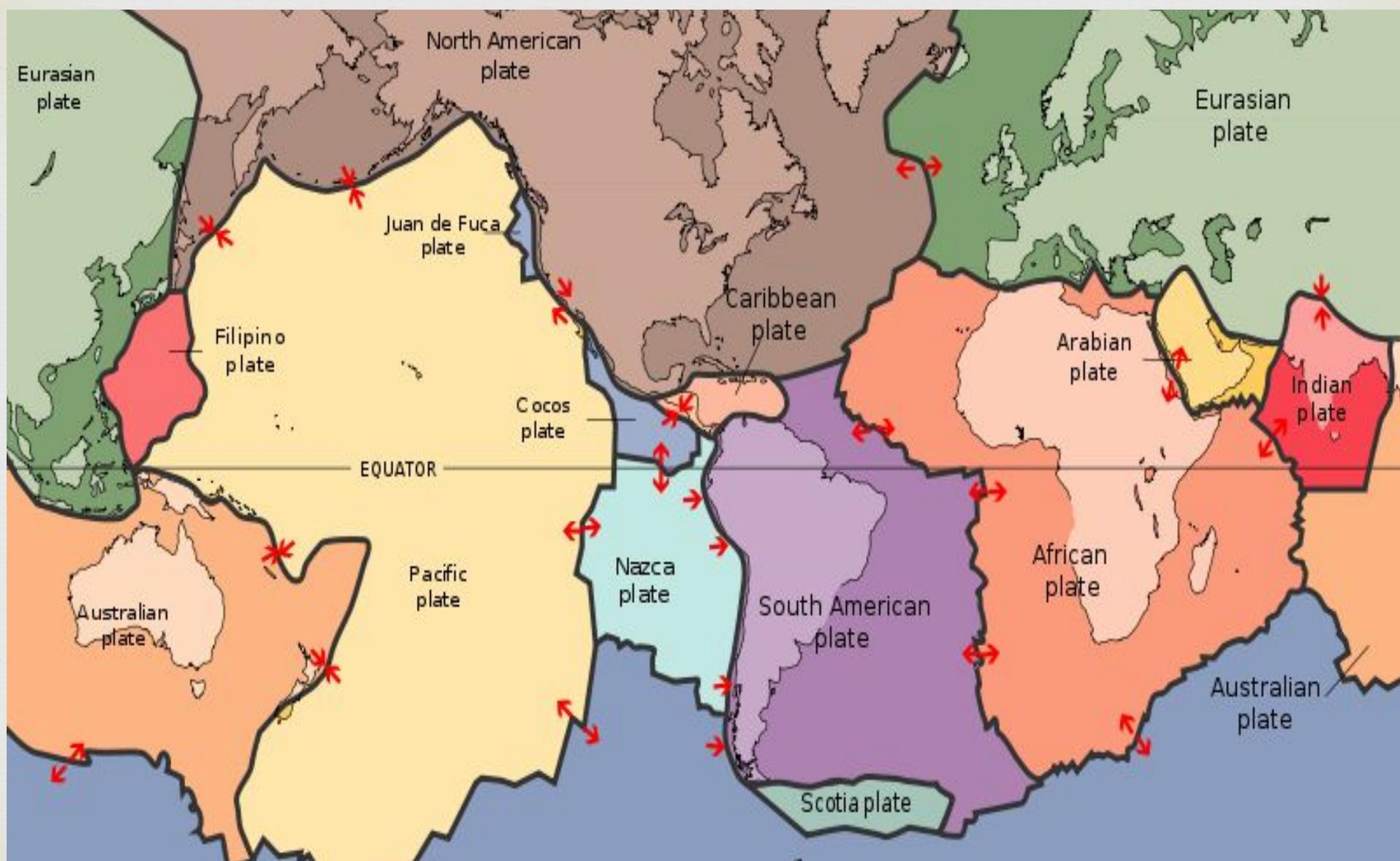
---

- Вертикальные - (Малый Кавказ поднимается сейчас со скоростью от 8 до 13,5 мм/год; складчатое сооружение Восточных Карпат 1,5-1,7 мм/год; Черноморское побережье Кавказа погружается со скоростью до 12 мм/год )
- Горизонтальные – движение литосферных плит (Австралия движется навстречу Тихоокеанской плите со скоростью 46 мм/год. Южная Америка сближается с Австралией со скоростью 28 мм/год; Южная и Северная Америка в районе Карибского бассейна движутся навстречу друг другу - 8 мм/год)

# Схема расположения литосферных плит.

Стрелки указывают направления относительного движения плит, определенные по магнитным аномалиям морского дна и записям землетрясений: 1-2 – конструктивные границы плит: 1- срединно-океанические хребты, 2- рифты континентов, 3-4 – деструктивные границы: 3- зоны субдукции, 4- зоны коллизии; 5 – трансформные границы; 6 – вектор скорости раздвижения; 7 – вектор скорости сближения; 8 – вектор сдвигового



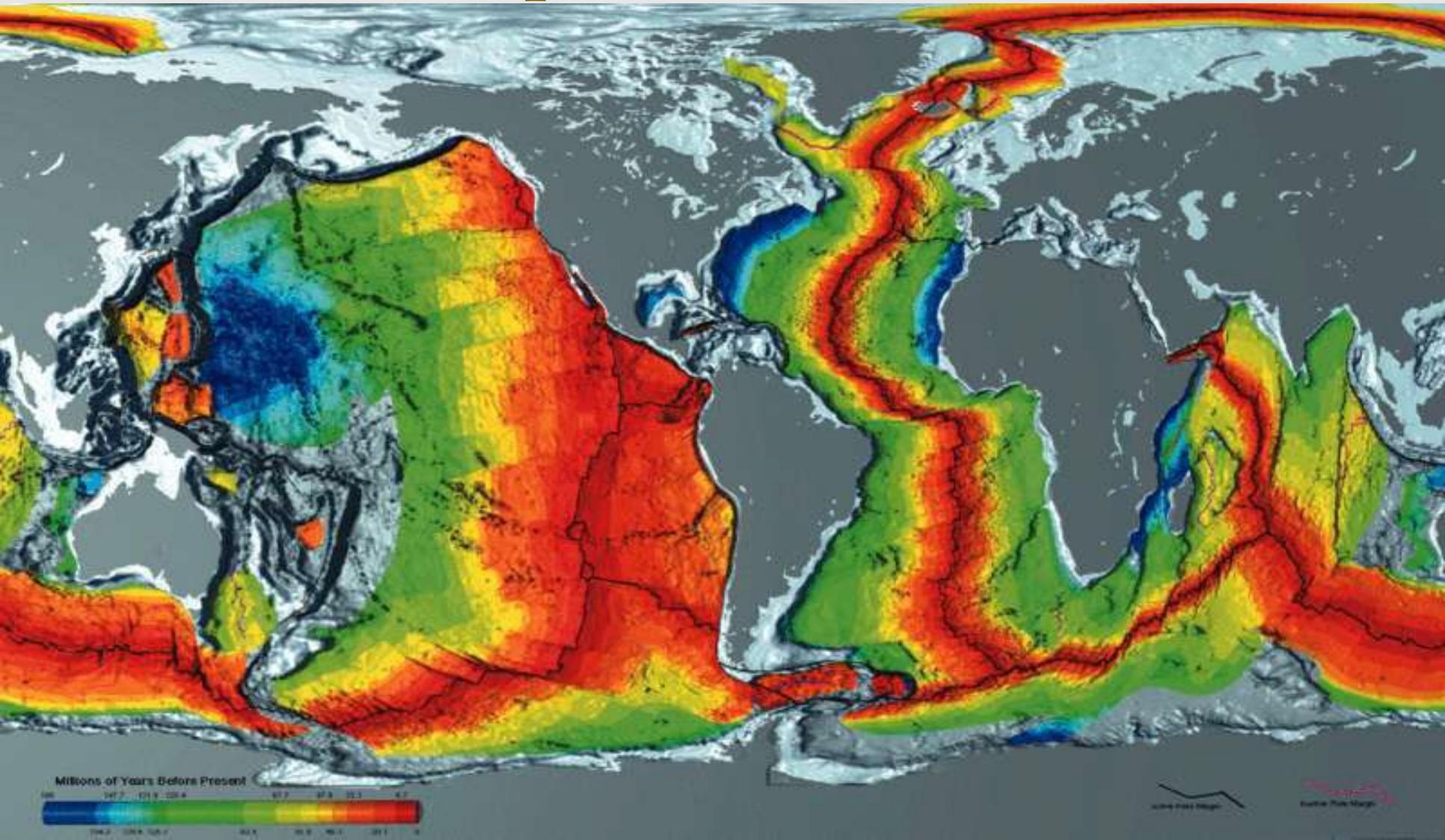


# Основные структурные элементы земной коры: 1) континенты, 2) океаны

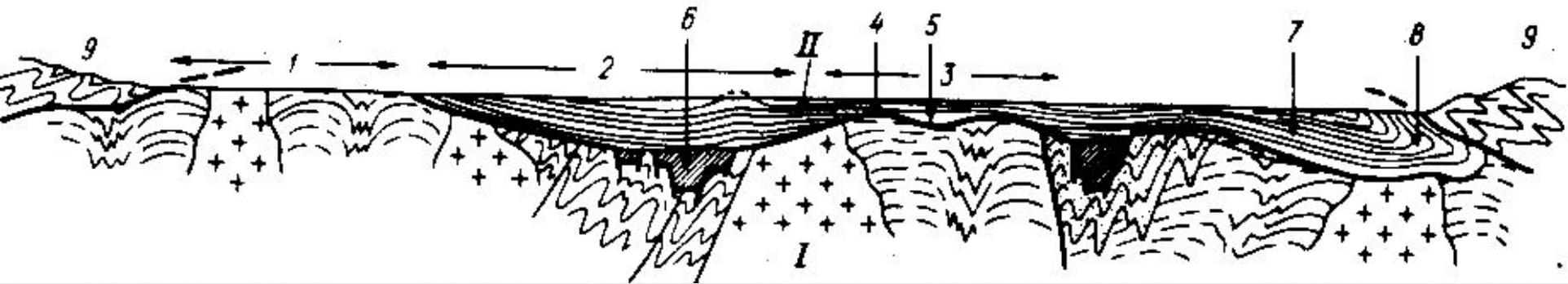


- Эти структурные элементы должны пониматься в геологическом, или в геофизическом смысле.
- Не все пространство, занятое водами океана, представляет собой в геофизическом смысле океанскую структуру.
- Различия между этими двумя крупнейшими структурными элементами не ограничиваются типом земной коры, а прослеживаются и глубже, в верхнюю мантию, которая под континентами построена иначе, чем под океанами, и эти различия охватывают всю литосферу, а местами и тектоносферу, т.е. прослеживаются до глубин примерно в 700 км

# Зоны спрединга и возраст земной коры в океанах



# Схема строения древней платформы



□ Характерно 2-этажное строение:

I- фундамент;

II- чехол;

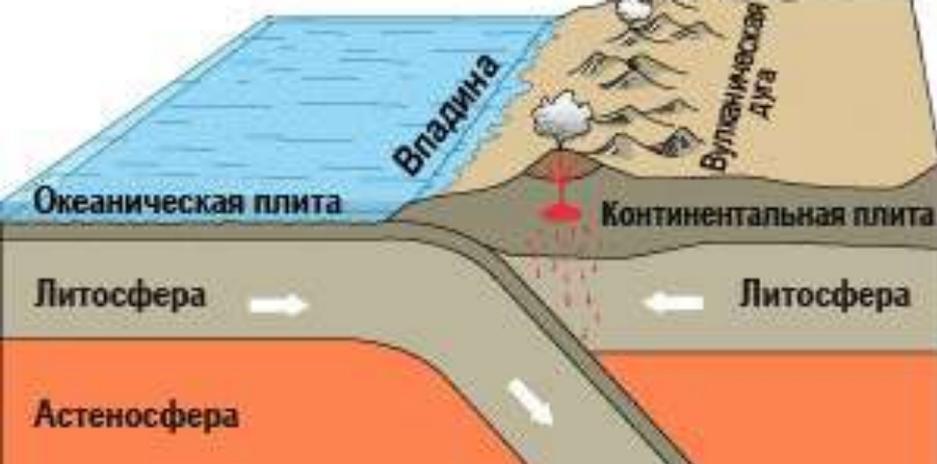
1- щит, 2- синеклиза, 3- антеклиза, 4- свод, 5- впадина, 6- авлакоген, 7- перикратонный прогиб, 8- передовой прогиб, 9- складчатая область

# Український щит на території Беларусі у д. Глушковічы



# Платформенный чехол, карьер «Гралево», Беларусь

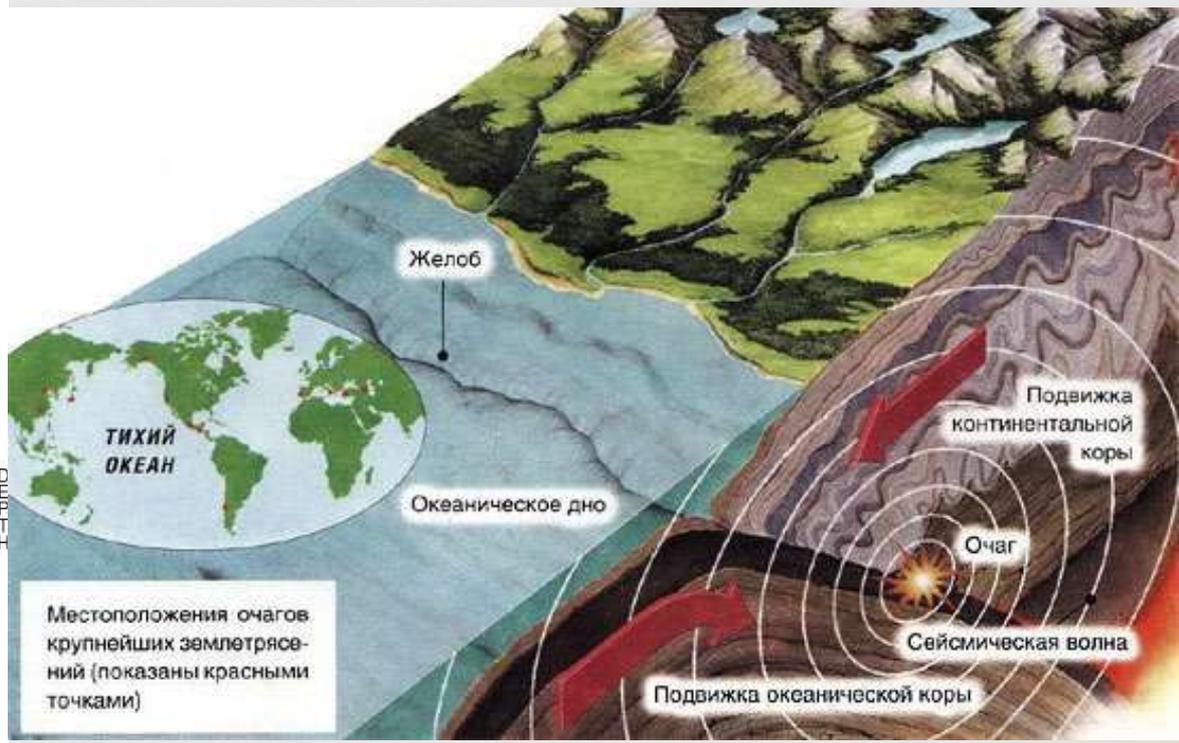
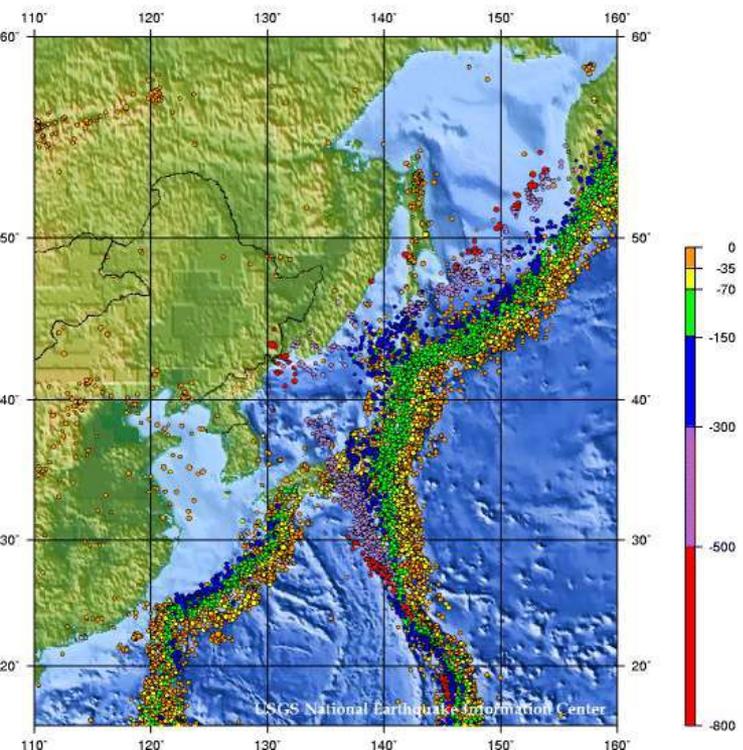




# Зона субдукции (активная континентальная окраина )

место, где океаническая кора погружается в мантию, с ней связана повышенная вулканическая активность и

Seismicity of Japan and Kuril Islands: 1990 - 2000



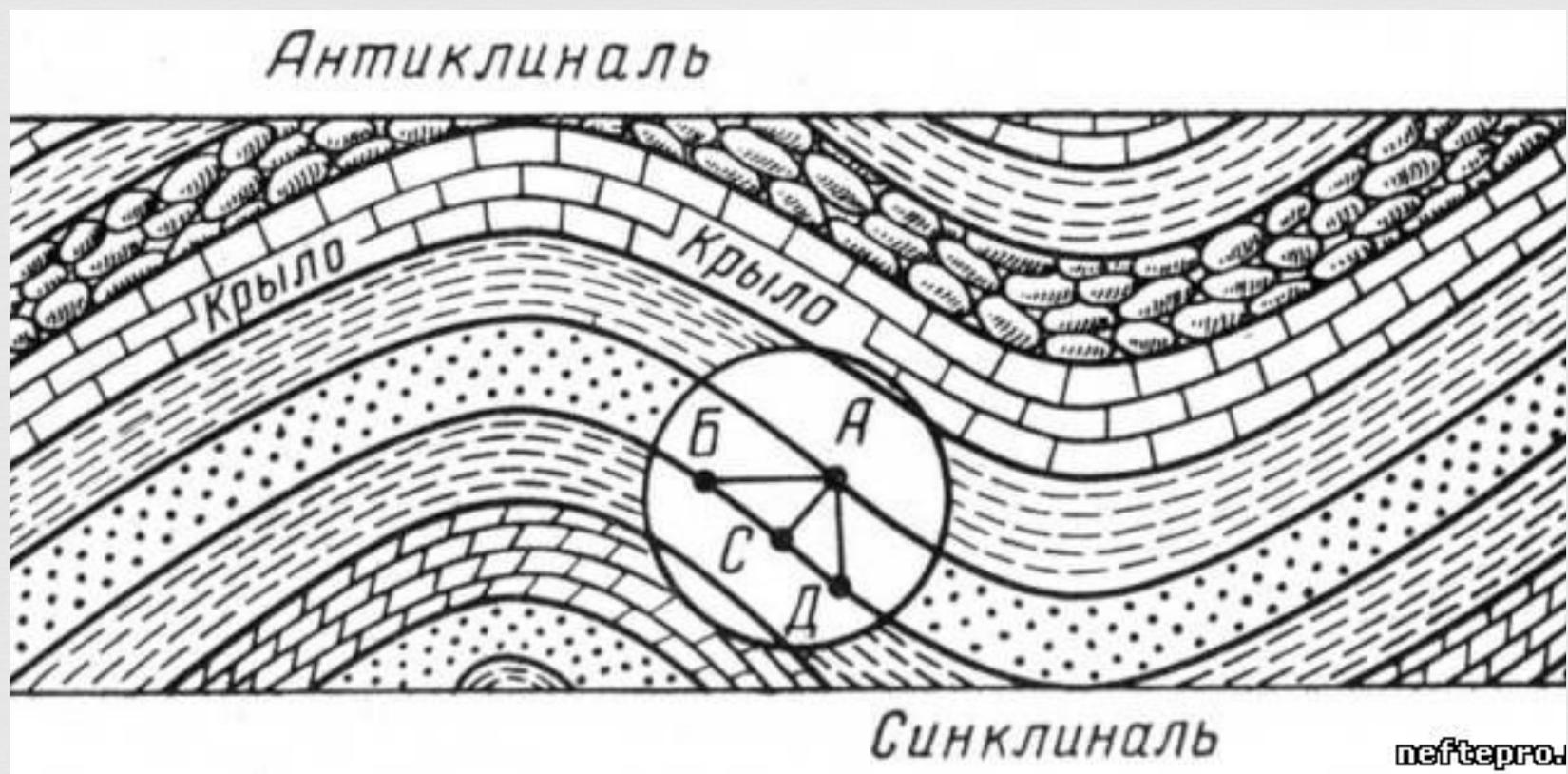
Местоположения очагов крупнейших землетрясений (показаны красными точками)

- Под влиянием глубинных процессов происходят колебательные, складчатые и разрывные движения земной коры. Вследствие колебательных движений нарушается горизонтальное положение пластов осадочных горных пород, и образуются пологие прогибы (синеклизы) и вздутия (антеклизы).
- Складчатые движения приводят к образованию складок, характеризующихся антиклиналями и синклиналями.
- *Складкой* называется изгиб слоя без разрыва его сплошности.



- В складке выделяются:
- крылья-пласты, боковые части складки, располагающиеся по обе стороны перегиба или свода;
- *ядро* - внутренняя часть складки, ограниченная каким-либо пластом;
- *угол при вершине складки* - угол, образованный продолжением крыльев складки до их пересечения;
- *замок*, или *свод*, - перегиб пластов

*Полная складка* Складка имеет следующие элементы: крылья *А* — боковые части складки (в синклиналях они называются бортами); замок *Б* — линия перегиба, соединяющая между собой крылья (борта); замковая часть антиклинали называется седлом





- Выделяются два основных типа складок:  
*антиклинальная*, в ядре которой залегают древние породы, и *синклинальная*, в ядре которой располагаются более молодые породы по сравнению с крыльями

В зависимости от положения осевой плоскости в пространстве и характера падения крыльев складка может быть прямой (а), косой (б), опрокинутой (в), лежащей (г)



и однокрылой, называемой моноклиналью или флексурой.



- Классифицировать складки по их форме в поперечном сечении можно, основываясь на разных признаках, например по характеру наклона осевой поверхности.
- В этом случае выделяются складки:
- *прямые* (симметричные) - осевая поверхность вертикальна;
- *наклонные* - осевая поверхность наклонена, но крылья падают в разные стороны, хотя и под разными углами;
- *опрокинутые* - осевая поверхность наклонная, крылья падают в одну и ту же сторону под разными или одинаковыми углами;
- *лежащие* - осевая поверхность горизонтальная;
- *ныряющие* - осевая поверхность "ныряет" ниже линии горизонта.

Северный Ледовитый океан



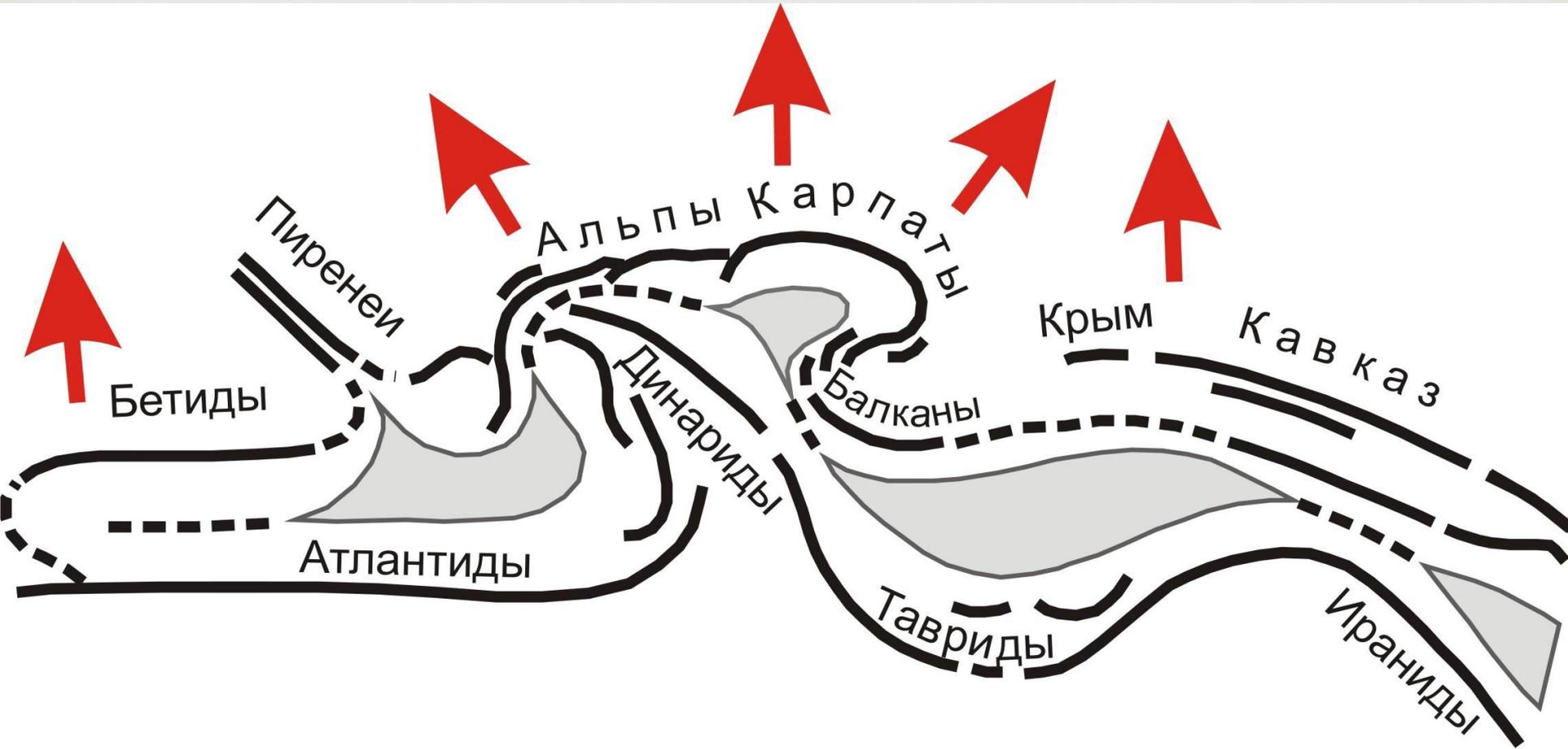
Подведите курсор к маркеру

- Супервулканы ?
- Действующие вулканы и тихоокеанское «кольцо огня» ?
- Тектонические плиты ?

# АЛЬПИЙСКО-ГИМАЛАЙСКИЙ СКЛАДЧАТЫЙ ПОЯС



ВОЗДЕЙСТВИЕ ЗАПАДНОЙ ВЕТВИ АЛЬПИЙСКО-ГИМАЛАЙСКОГО  
СКЛАДЧАТОГО  
ПОЯСА НА ЕВРАЗИЙСКУЮ ЛИТОСФЕРНУЮ ПЛИТУ



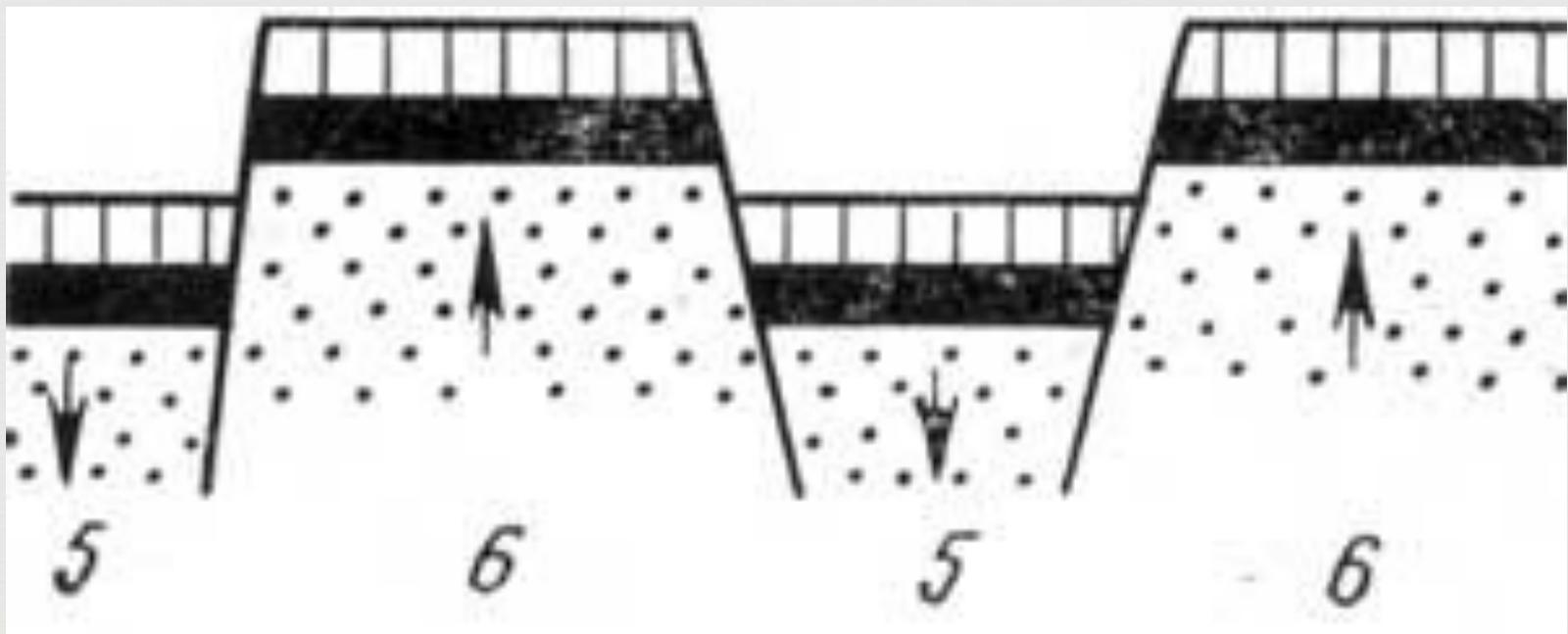
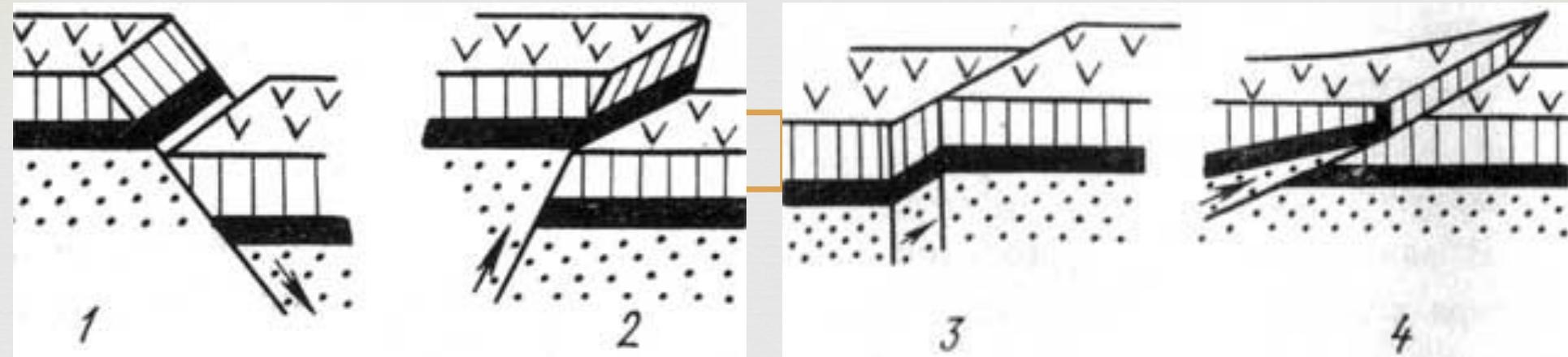
# РАЗРЫВНЫЕ НАРУШЕНИЯ

---

- Разрывным нарушением называется деформация пластов горных пород с нарушением их сплошности, возникающая в случае превышения предела прочности пород тектоническими напряжениями.
- Тектонические разрывы, как и складки, необычайно разнообразны по своей форме, размерам, величине смещения и другим параметрам.
- Виды разрывных форм: сброс, взброс, сдвиг, надвиг, горст, грабен.

# Разрывные нарушения

1 – сброс, 2 – взброс, 3 – сдвиг, 4 – надвиг, 5 – грабен, 6 – горст



## Нарушение сплошности горных пород в виде разрыва





Зона  
разлом  
а

# Проявление зоны активного разлома в современном рельефе



# ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЯ

- Ежегодно на земном шаре регистрируется более 100 000 землетрясений.
- Землетрясения – одно из наиболее страшных природных катастроф, уносящих десятки и сотни тысяч человеческих жизней и приносящих огромный материальный ущерб.
- От землетрясений за историческое время погибло 13 млн. человек (что намного меньше погибших в войнах).
- Примеры: Ашхабад (5.10.1948 г.) – более 100 тыс. чел.; Спитак (7.12.1988) – 28854 чел. (неофициально 55 тыс. чел.); Нефтегорск на Сахалине (1995) – 2 тыс. чел. Для сравнения: Китай (1920) – 200 тыс. чел., Токио и Иокогама (1923) – 150 тыс. чел., Токио (1703) – 200 тыс. чел., японский город Неддо (1730) – 137 тыс. чел., Италия (1980) – 3100 чел., Иран (1981) – 2500 чел.
- Продолжительность землетрясений от 5-6 сек до 5-6 мин. Ежегодно регистрируются сотни тысяч землетрясений, но только около 100 из них можно отнести к разрушительным.



- Любое землетрясение-это тектонические деформации земной коры или верхней мантии, происходящие вследствие того, что накопившиеся напряжения в какой-то момент превысили прочность горных пород в данном месте.

# Причины землетрясений

- Любое землетрясение – это мгновенное высвобождение энергии за счет образования разрыва горных пород, возникающего в некотором объеме, границы которого не могут быть определены достаточно строго и зависят от структуры и напряженно-деформированного состояния горных пород в данном конкретном месте.
- Деформация пород происходит скачкообразно с образованием упругих волн.
- Объем пород определяет силу сейсмического толчка и выделившуюся энергию. Чем меньше объем очага, тем слабее толчки.
- **Гипоцентром**, или **фокусом** землетрясения называют условный центр очага на глубине, а **эпицентром** – проекцию гипоцентра на поверхность земли.
- В зависимости от глубины гипоцентра различают: 1) *мелкофокусные землетрясения* – до 70 км, 2) *среднефокусные* – 70-300 км, 3) *глубокофокусные* – 300-700 км.
- Чаще очаги землетрясений находятся на глубине 10-30 км, т.е. в нижней части литосферы. Главному толчку часто предшествуют локальные **форшоки**, а после главного удара следуют **афтершоки**.

# Оценка силы землетрясения



- производится при помощи сейсмографов.
- *Интенсивность сейсмического эффекта* выражают в *баллах* или в *магнитуде*.
- Для строительных целей в России с 1952 года применяют 12- балльную шкалу MSK-64 (Медведев – Шпонхойнер - Карник).
- До недавнего времени действовал ГОСТ 6249-52 для оценки силы землетрясений в баллах. Каждый балл шкалы соответствует определенному сейсмическому ускорению  $\alpha$ :



Балл	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
$\alpha$ , мм/сек <sup>2</sup>	2,5	2,5-5	5-10	10-25	25-50	50-100	100-250	250-500	500-1000	1000-2500	2500-5000	>5000

Сейсмическое ускорение определяют по формуле:

$$\alpha = A \cdot 4\pi^2 / T^2,$$

Где

$\alpha$  – сейсмическое ускорение, мм/сек<sup>2</sup>;

A - амплитуда колебаний, мм;

T – период колебаний сейсмической волны, сек.

По величине  $\alpha$  вычисляют коэффициент сейсмичности  $K_s = \alpha/g$ , где  $g$  - ускорение силы тяжести, мм/сек<sup>2</sup>.



- Коэффициент сейсмичности  $K_S$  необходим для расчета добавочных горизонтальных сил  $Q$  при оценке прочности сооружения:
- $Q = K_S \cdot P$ ,
- где  $P$  - вес сооружения.

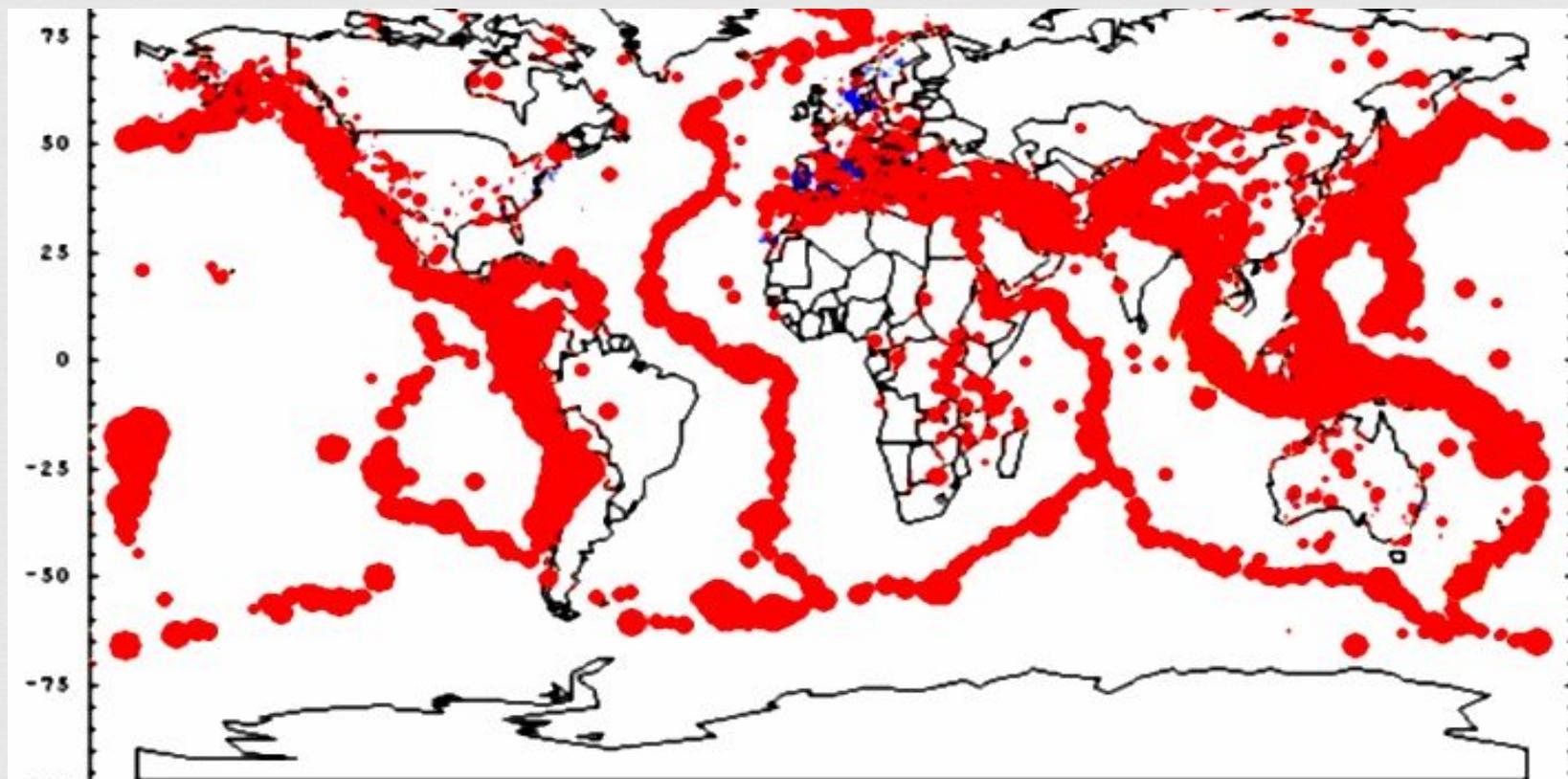
- Землетрясения 1-3 балла считаются *слабыми*,
- 4-5 баллов – *ощутимыми*,
- 6-7 баллов – *сильными* (разрушаются ветхие постройки),
- 8 баллов - *разрушительными* (частично разрушаются прочные здания, падают фабричные трубы),
- 9 баллов – *опустошительными*, разрушается большинство зданий, в грунтах образуются трещины до 10 см,
- 10 баллов – *уничтожительными*, разрушаются мосты, образуются большие оползни, обвалы, трещины в грунтах до 1 м,
- 11 баллов – *катастрофическими*, разрушаются все сооружения, изменяется ландшафт,
- 12 баллов – *сильная катастрофа*, то же, но на более обширной территории.

- *Магнитуда* характеризует энергию в центре землетрясения. Для этого Чарльз Рихтер в 1935 г. предложил шкалу энергии землетрясений, которую пользуют сейсмические службы.
- Шкала балльности служит для строительных расчетов и при районировании территорий. Идея Рихтера состоит в том, что принято «стандартное» (эталонное), очень слабое землетрясение с амплитудой  $A^*=1$  мк, которое еще фиксируют сейсмографы.
- Затем определяют амплитуду  $A$ , мк любого землетрясения, превышающего минимальное, и рассчитывают его магнитуду по формуле:
  - $M = \lg A/A^*$ .
  -
- Землетрясения с  $M=1-3$  очень слабые, т.к. их амплитуда всего в 10-1000 раз больше минимального.

# *Районирование территорий*

---

- Землетрясения происходят только в районах геосинклиналей,
- точнее в зонах, где литосферные плиты либо сталкиваются друг с другом, либо расходятся, наращивая образование новой океанической коры.



- *Карты сейсморайонирования в СССР* впервые приведены в СНиП 1962 года.
- Методика их составления учитывает: 1) геологическое строение, тектонику, разломы и другие нарушения земной коры, 2) сведения о прошлых землетрясениях (в г. Ставрополе – с 1688 г.).
- При СМР вводят понятие «среднего» грунта (плотные глины, плотные пески).
- Для слабых грунтов (пывунов, просадочных лессов, рыхлых песков и т. д.) добавляют 1 балл к среднему, фоновому баллу.
- Для прочных грунтов (скальных, галечников, мерзлых) уменьшают 1 балл.
- Балл строительной площадки можно снизить также укреплением грунтов основания.

# *Строительство в сейсмических районах*

---

- Антисейсмическое усиление зданий начинается с 7-ми баллов.

- Землетрясения происходят не только на суше, но и в морях и океанах.
- В пределах океанского дна над очагом могут возникать поднятия или впадины, что сразу же изменяет объем воды и возникает волна, которая в открытом океане практически незаметна из-за своей очень большой длины в первые сотни километров.
- Распространяясь со скоростью до 800 км/ч, при подходе к побережью на мелководье волна становится круче, достигая 15- 20 м, и, обрушиваясь на берег, уничтожает все на своем пути.
- Такие волны, вызванные землетрясениями, называются *цунами*.