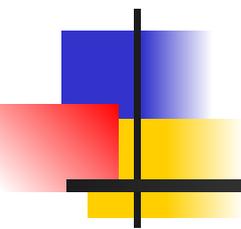


Лекция 8

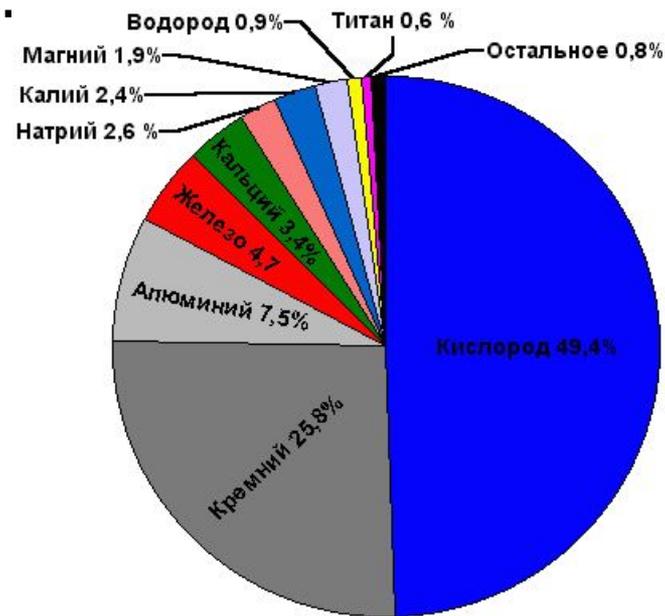
Литосфера – твердая оболочка Земли

- 
-
- 1. Строение, мощность, различия в северном и южном полушариях.**
 - 2. Основные представления об образовании материковых глыб и океанических впадин.**
 - 3. Движение литосферы. Эпейрогенез. Орогенез (тектоногенез).**
 - 4. Геохронология.**

Состав литосферы

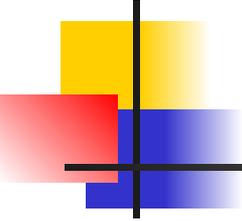
В земной коре – верхней части литосферы – обнаружено 90 химических элементов, но только **8** из них широко распространены и составляют 97,2 %. По А. Е. Ферсману, они распределяются следующим образом:

- кислород – 49 %,
- кремний – 26 %,
- алюминий – 7,5 %,
- железо – 4,2 %,
- кальций – 3,3%,
- натрий – 2,4%,
- калий – 2,4%,
- магний – 2,4%.



Из этих элементов наибольшее значение имеют **кислород и кремний**. Элементы образуют сложные химические соединения – минералы. Общее число минералов приближается к 2000, из них широко распространены всего 400 – 500 видов.

Горные породы



магматические

осадочные

метаморфические



Магматические горные породы – это породы образовавшиеся из магмы при ее остывании и затвердевании.

ИЗЛИВШИЕСЯ

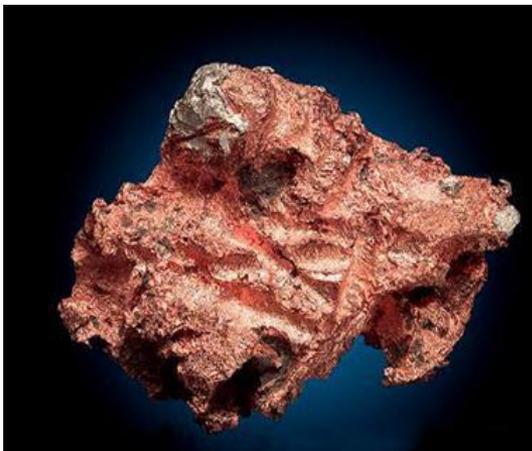
Я

базальт,
андезит,
липарит,
пемза.



глубинные

габбро,
диорит,
гранит.



Магматические породы



Габбро



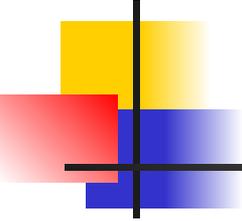
Базальт



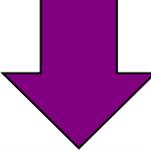
Гранит



Осадочные породы



неорганические



органические

Обломочные

Песок, пемза,
глина

Химические
Гипс
поваренная соль

Уголь, известняк,
мел, ракушечник

Формируются на поверхности Земли при разрушении пород и минералов, а также в результате жизнедеятельности или отмирания организмов.

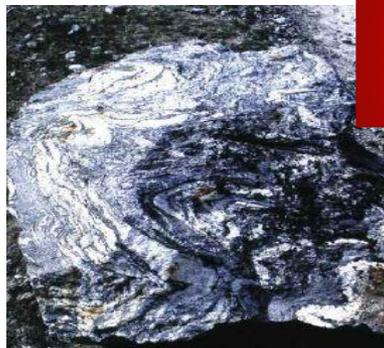


Метаморфические горные породы, образовавшиеся в результате изменения состава или свойств первоначальных пород

мрамор



гнейс



кварцит



**глинистый
сланец**



Метаморфические горные породы

глина



глинистый
сланец

известняк



мрамор

песчаник



кварцит

гранит



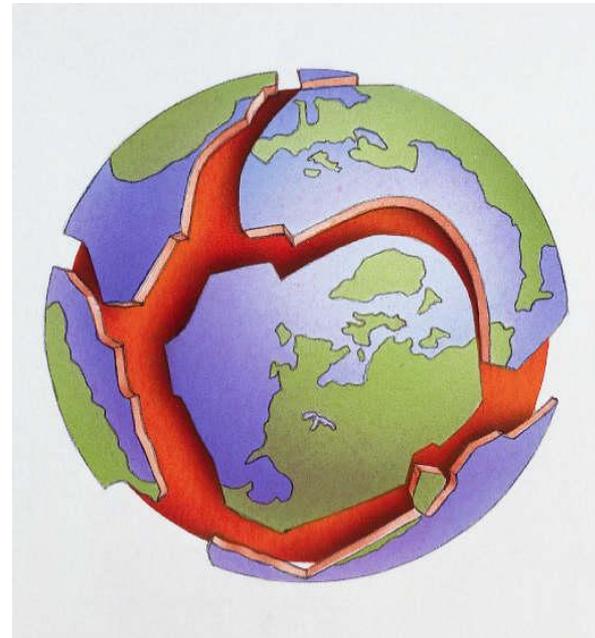
гнейс



Литосферные плиты

Литосфера разбита глубинными разломами на крупные блоки – *литосферные плиты*. Крупных литосферных плит семь:

- **Евразийская,**
- **Тихоокеанская,**
- **Африканская,**
- **Индийская,**
- **Антарктическая,**
- **Североамериканская,**
- **Южноамериканская.**





ГРАНИЦЫ ПЛИТ

— РАСШИРЯЮЩИЙСЯ ХРЕБЕТ

— ТРАНСФОРМНЫЙ РАЗЛОМ

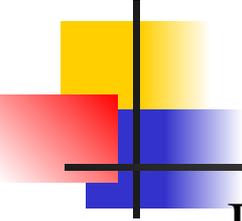
➔ НАПРАВЛЕНИЕ СДВИГА

↑↑↑↑ ЗОНА СУБДУКЦИИ

..... ПРЕДПОЛАГАЕМАЯ ГРАНИЦА

© ООО «Кирилл и Мефодий»

Литосферные плиты Земли.



Тектонические гипотезы

По вопросу о механизме формирования структур земной коры существуют две группы тектонических гипотез:

фиксизма (лат. *fixus* – неизменный)

мобилизма (лат. *mobilitas* – подвижный).

Фиксисты исходят из представлений о незыблемости (фиксированности) положения континентов на поверхности Земли со времени их образования и о решающей роли вертикальных движений в тектонических деформациях пластов земной коры. Значительные перемещения блоков земной коры в горизонтальном направлении ими исключаются. Фиксизм являлся ведущим направлением в тектонике до 60-х гг. XX в.



Альфред Лотар Вегенер (нем. Alfred Lothar Wegener; 1880—1930) — немецкий геолог и метеоролог, создатель теории дрейфа материков



Идеи **мобилизма** зародились давно, в XVIII в., когда было обращено внимание на сходство контуров береговой линии материков по обе стороны Атлантического океана. Наиболее полно гипотеза дрейфа материков была сформулирована немецким ученым А. Вегенером в 1912 г. Но его представления не были приняты научной общественностью.

Идеи мобилизма возродились в 60-х гг. XX в. на основании новых фактов о строении земной коры и рельефе дна океана, полученных геофизиками и геологами (*неомобилизм*).

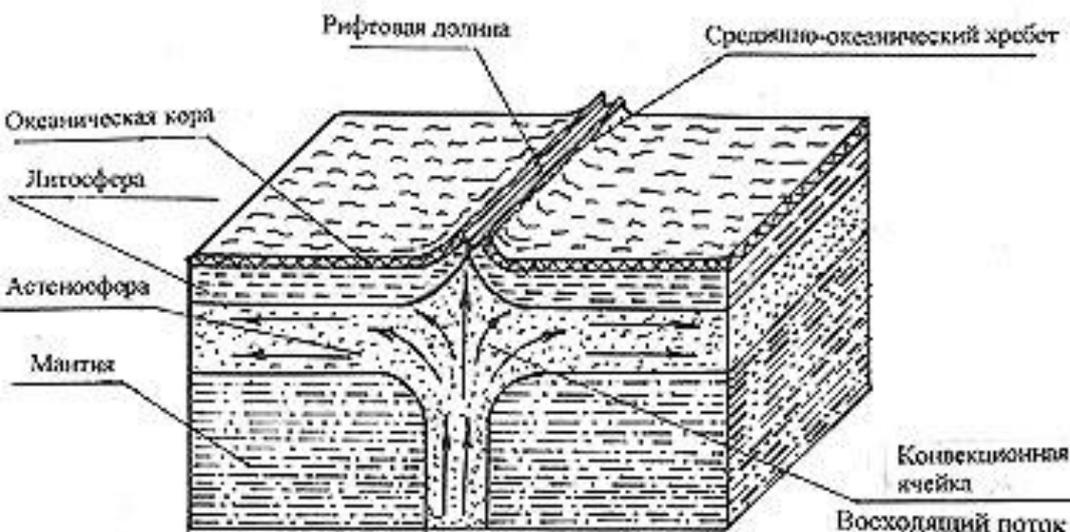


Рис.1 Схема движения литосферных плит, лежащая в основе теории новой глобальной тектоники.

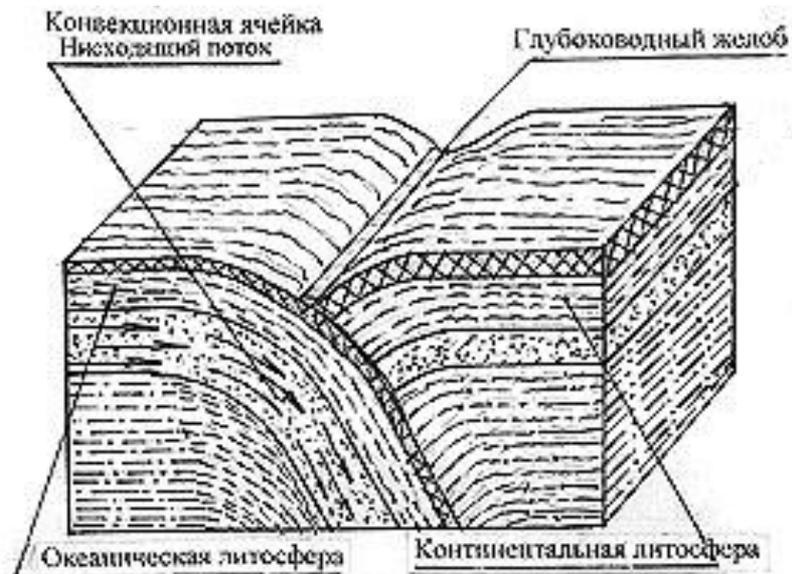
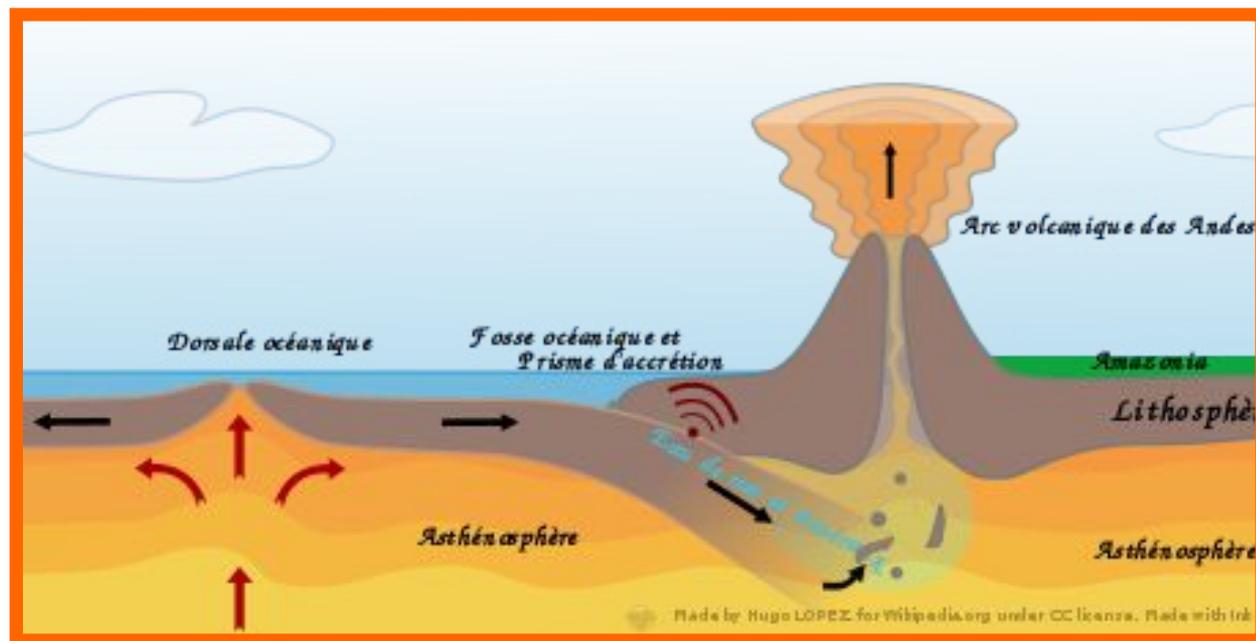


Рис. 2 Схема поддвига (субдукции) литосферных плит и уничтожения литосферы в нисходящем потоке.

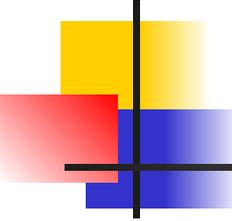


2. Основные представления об образовании материковых глыб и океанических впадин



В.Е. Хаин считал, что история образования континентальной земной коры – **процесс необратимый**, поскольку она обладает плавучестью. Образование континентальной коры – двухступенчатый процесс:

1. сначала происходит образование **океанической коры** за счет плавления астеносферы;
2. потом, благодаря **накоплению осадков**, вулканитов, их скучиванию, **метаморфизму** и, наконец, **гранитизации** образуется кора континентального типа.



Основная масса континентальной коры образовалась **в докембрии**, когда тепловая активность Земли была более высокой. Потом происходили лишь вспышки тектономагматической активности, которые приводили к увеличению площади континентальной земной коры за счет образования новых складчатых поясов на месте геосинклинальных и их присоединения к существующим массивам суши.

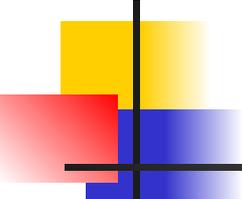
По мнению В.Е. Хаина, эпохи активизации тектонических движений и периоды их затухания были в значительной степени общими как для континентальных, так и для океанических областей Земли, т. е. существовал общепланетарный ритм тектонических процессов.

3. Движение литосферы

Тектонические движения характеризуются различной направленностью и интенсивностью во времени и в пространстве.

- по направлению относительно поверхности Земли выделяют **вертикальные** (радиальные) и **горизонтальные** (тангенциальные) движения,
- по направленности – **обратимые** (колебательные) и **необратимые**,
- по скорости проявления – **быстрые** (землетрясения) и **медленные** (вековые),
- по времени проявления – **движения отдаленного геологического прошлого, новейшие** (олигоцен-четвертичные) и **современные**. Все типы геотектонических движений взаимосвязаны.

Так, разделение тектонических движений на вертикальные и горизонтальные во многом условно. В природе, как правило, осуществляется переход горизонтальных движений в вертикальные и наоборот, так как один тип движений порождает другой: горизонтальное растяжение приводит к опусканию, горизонтальное сжатие – к смятию пород в складки и их поднятию.



Эпейрогенические движения

Под вертикальными колебательными движениями земной коры понимают постоянные, повсеместные, обратимые движения разных масштабов по площади и по амплитуде, не создающие складчатых структур.

В зарубежной литературе их называют **эпейрогеническими** (греч. *epeiros* – материк, суша, *genesis* – происхождение).

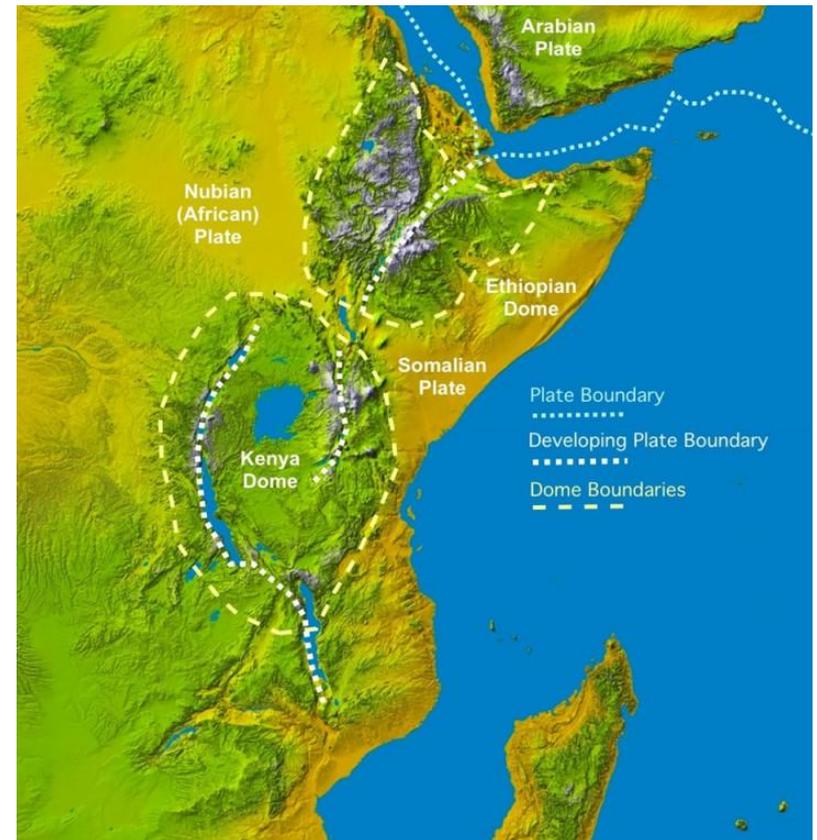
Рельефообразующая роль этих движений огромна. Вертикальные движения высшего порядка лежат в основе формирования планетарных форм рельефа земной поверхности. Они обуславливают морские трансгрессии и регрессии и тем самым контролируют площади суши и океанов и их конфигурацию.

Вертикальные движения более низкого порядка в тектонически спокойных областях (на платформах) образуют синеклизы и антеклизы, которые в случае унаследованного характера этих движений в новейшее время находят прямое отражение в рельефе в виде мега- и макроформ: низменностей и возвышенностей (Среднерусская возвышенность в основном соответствует Воронежской антеклизе, Прикаспийская низменность – Прикаспийской синеклизе).



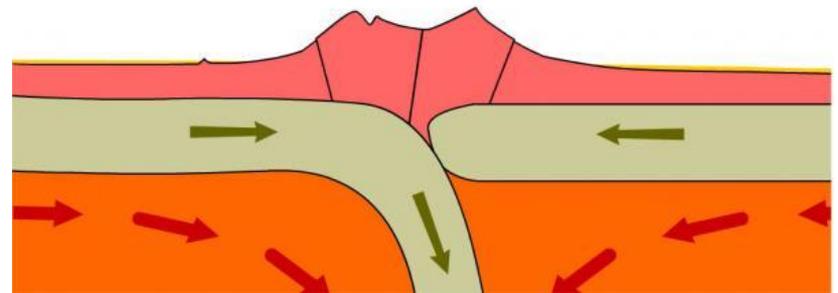
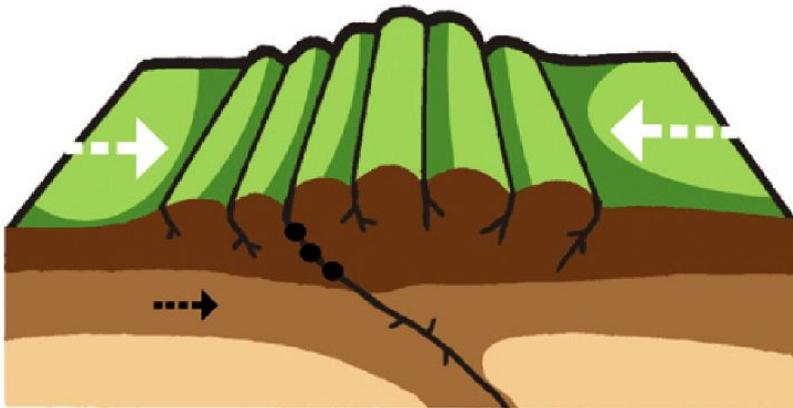
Марши и польдеры в Голландии

рифты Восточной Африки



Орогенез

Тектонические движения, приводящие к нарушению первичного горизонтального залегания пород, т. е. к *формированию дислокаций*, называются *орогеническими*, создающими горы (греч. *oros* – гора, *genesis* – происхождение).





Дислокации

На вертикальные и горизонтальные тектонические движения земная кора реагирует деформациями пластов горных пород, приводящими к двум типам дислокаций:

складчатым (пликативным) – изгибам слоев без нарушения их сплошности

разрывным (дизъюнктивным), вдоль которых, как правило, происходит перемещение блоков коры в вертикальном и горизонтальном направлениях.

Оба вида дислокаций свойственны подвижным поясам Земли, где образуются горы. Складчатые и разрывные дислокации находят проявление в рельефе.

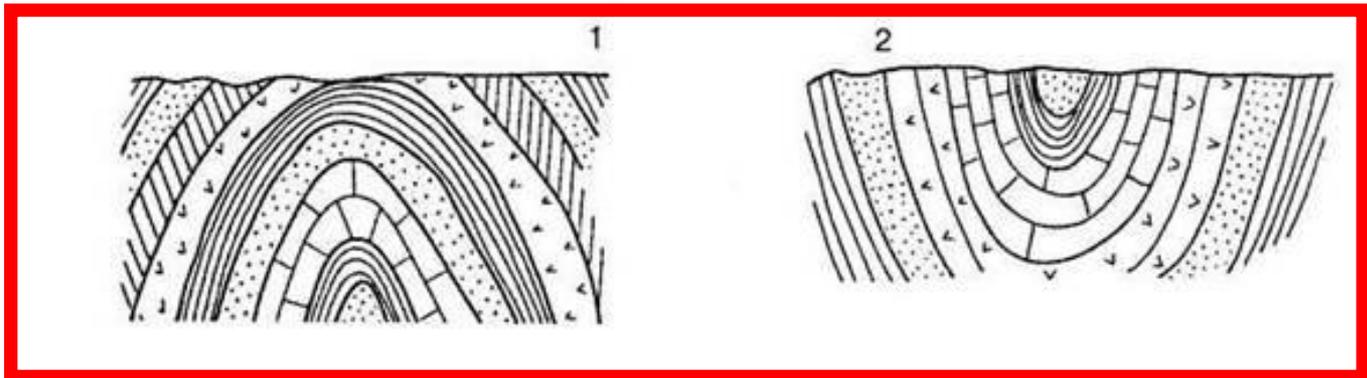
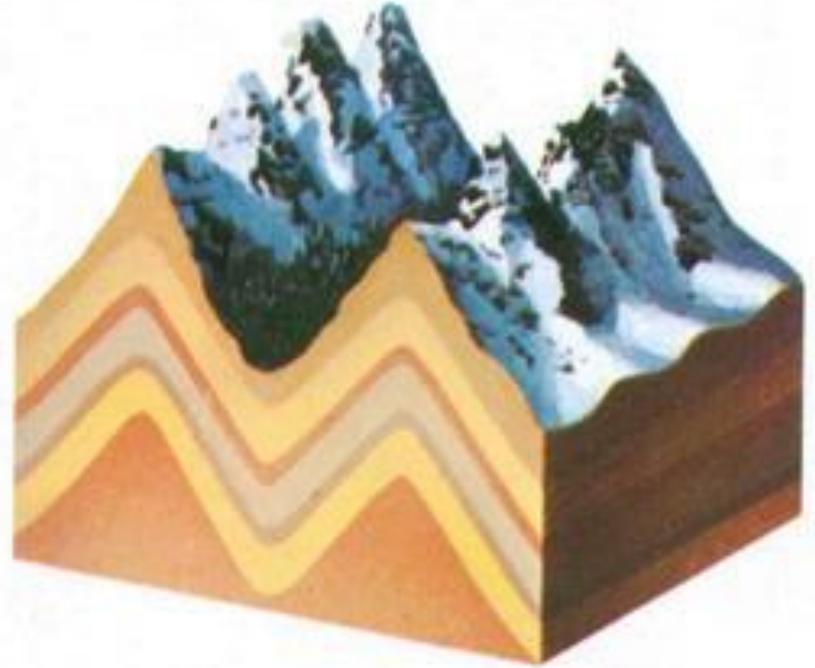
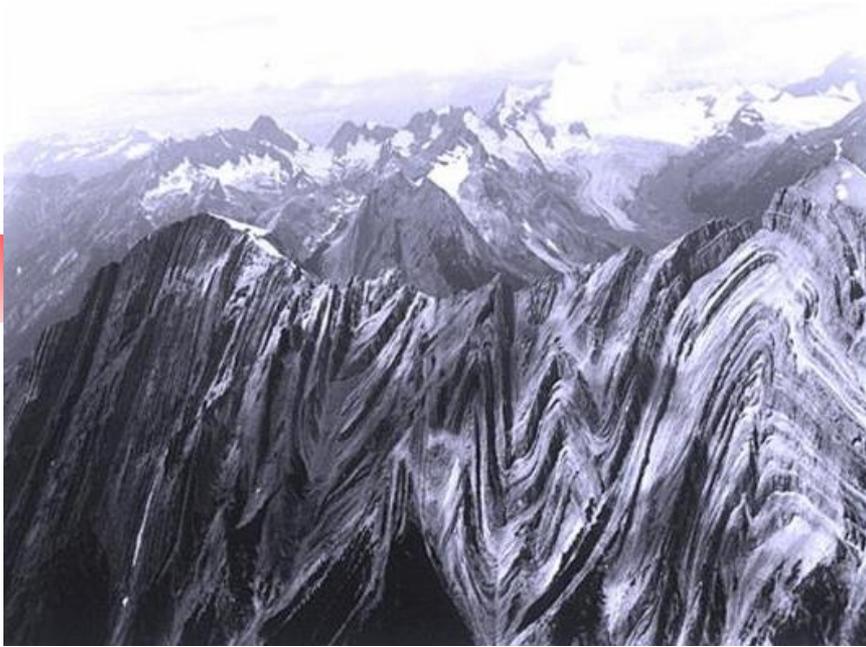


Складчатые дислокации

Складчатые дислокации ярко выражены в геосинклиналях и молодых эпигеосинклинальных областях и практически отсутствуют в чехле платформ. Сравнительно простые выпуклые складки – антиклинали обычно образуют невысокие складчатые хребты (Терский, Сунженский хребты на Северном Кавказе), а вогнутые складки – синклинали – межгорные и предгорные впадины.

Более крупные и сложные по внутреннему строению выпуклые складки (антиклинории) выражены в рельефе высокими хребтами, а вогнутые складки (синклинории) – крупными, глубокими межгорными впадинами. Однако, как правило, они имеют более сложную складчато-глыбовую структуру, как, например, Главный и Боковой хребты Кавказа.

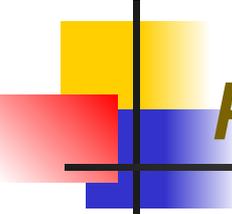
Самые крупные и сложные складки образуют эпигеосинклинальные горные страны (Кавказ, Альпы и др.). Их образование сопровождается крупными сводовыми поднятиями большого радиуса, вызванными увеличением мощности земной коры, которая легче океанической и в силу закона изостазии обладает плавучестью.





Геологический профиль через Внутренний Дагестан



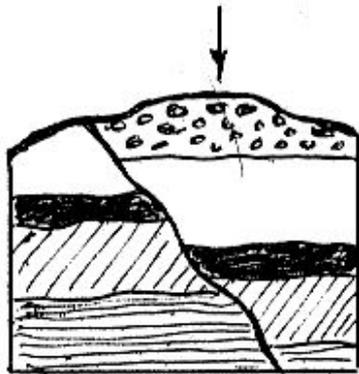


Разрывные дислокации

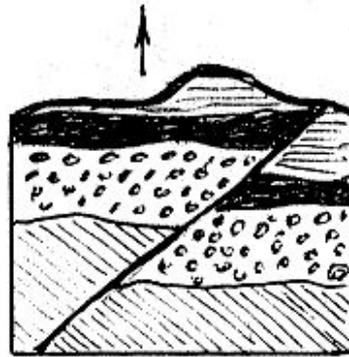
Разрывные дислокации имеют место не только в пределах складчатых поясов, но и на платформах, как на суше, так и на дне Мирового океана. Так как они сопровождаются вертикальными и горизонтальными перемещениями блоков земной коры, то являются мощным фактором рельефообразования.

Крупнейшими формами рельефа Земли, обусловленными разрывной тектоникой, являются *рифты* – глубокие, узкие впадины, ограниченные зонами разломов. Они образуются при растяжении земной коры за счет проседания осевых частей крупных волнообразных вздутий, сформировавшихся, в свою очередь, под влиянием восходящих мантийных потоков. Им свойственно уменьшение мощности земной коры и литосферы в целом, высокая сейсмичность, вулканическая активность, высокий тепловой поток. Рифты есть как на дне океанов, так и на материках.

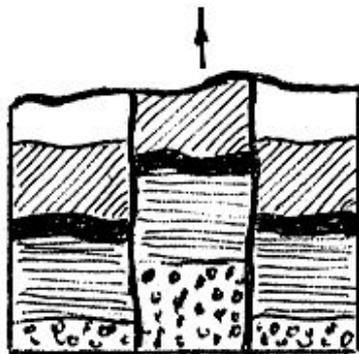
При вертикальном смещении нескольких блоков земной коры вдоль разломов вверх-вниз на приподнятых участках – *горстах* образуются глыбовые горы, на опущенных участках – *грабенах* – котловины. Глубокие грабены заняты озерами.



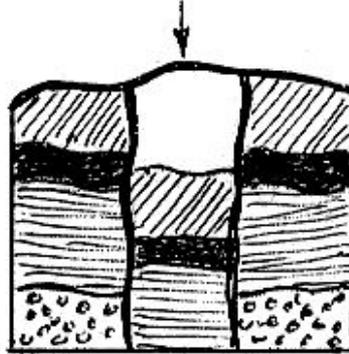
а



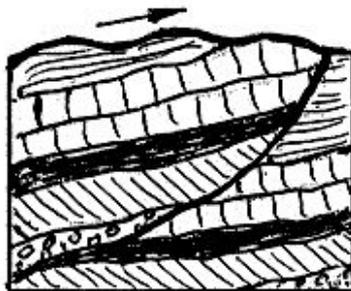
б



в

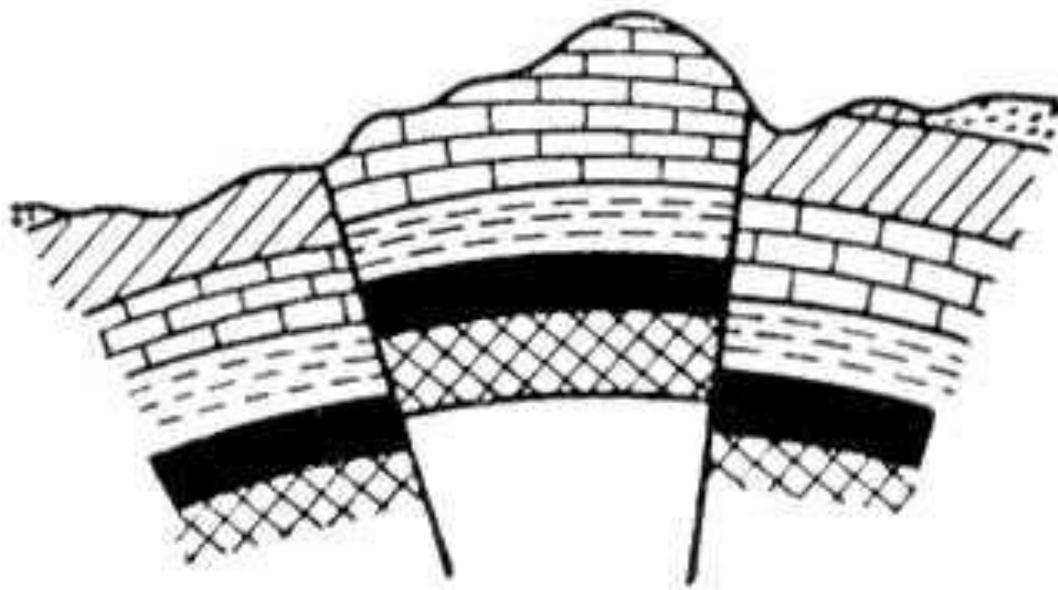


г



д

*разрывные
дислокации*



Горст

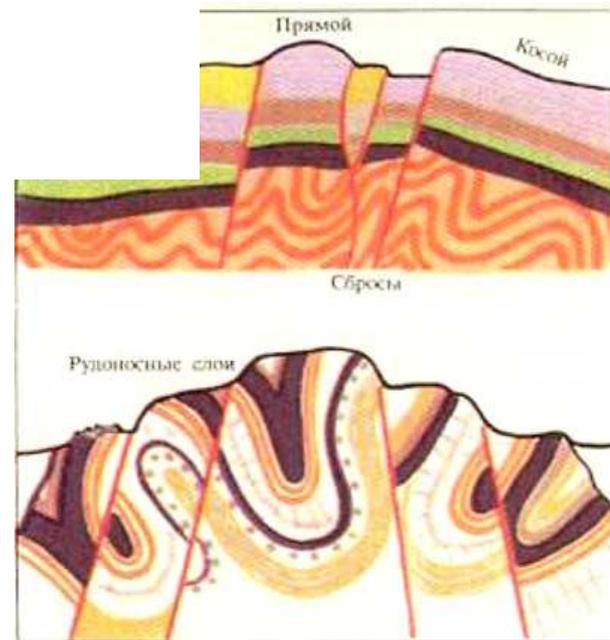
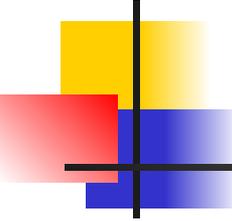


Схема горста в Вогезах

г. Вогезы

г. Шварцвальд



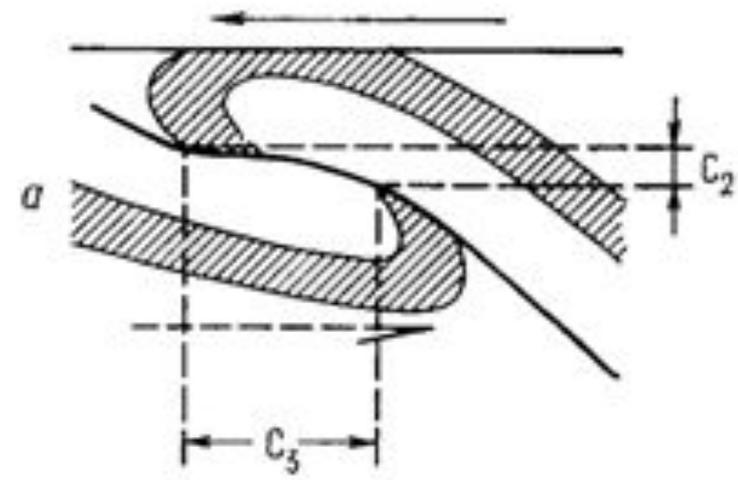
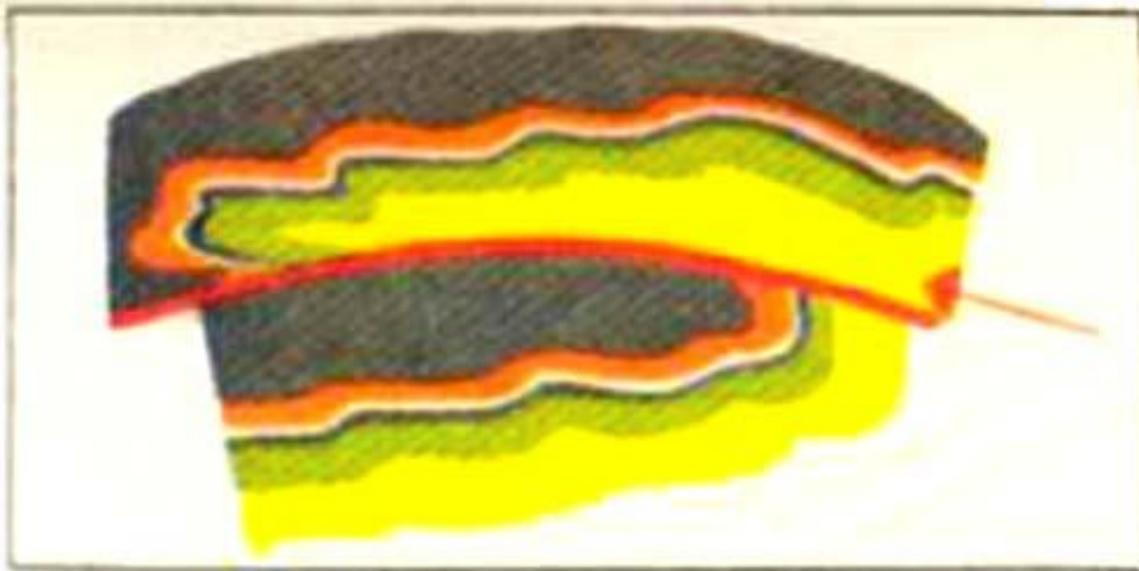


Образованию *куэстовых гряд* и *хребтов* тоже нередко сопутствуют разломы, по которым один склон блока поднимается в виде уступа, а по разлому закладывается речная долина.

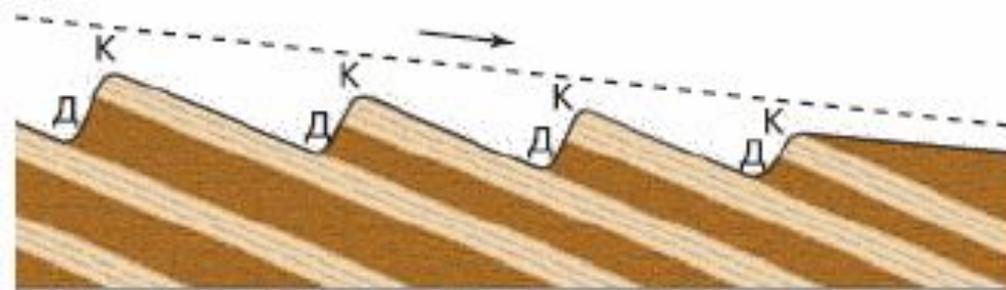
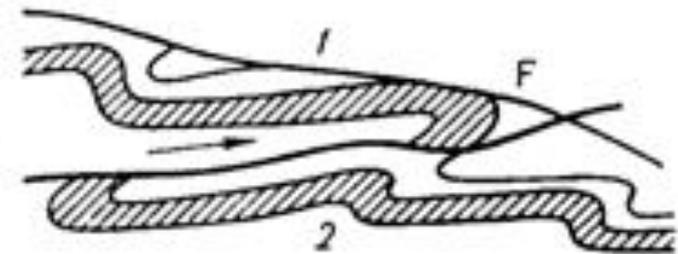
При субгоризонтальных разломах и последующих смещениях пластов в горах один участок земной коры может быть надвинут на другой на десятки километров – это *надвиги (шарьяжи)*. Они выражены в Альпах, Пиренеях, Гималаях и других горных сооружениях.

Разломы нередко определяют очертания береговой линии материков на платформах: так называемый сбросовый тип побережий встречается на севере Кольского полуострова, на полуострове Сомали и других берегах Гондванских материков.

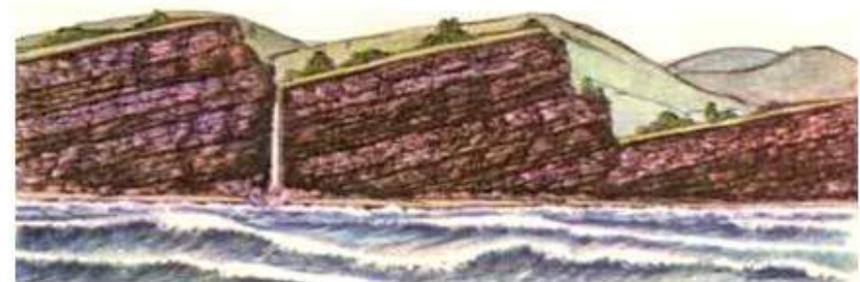
Вдоль разломов, являющихся зонами повышенной трещиноватости пород, как в горах, так и на равнинах почти всегда закладываются речные долины. Этому способствует также концентрация в них поверхностных и подземных вод.



шарья:

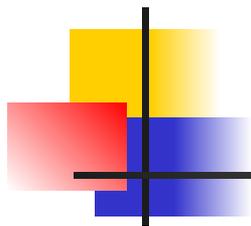


куэсты





Геологический профиль через куэсты Кавказа

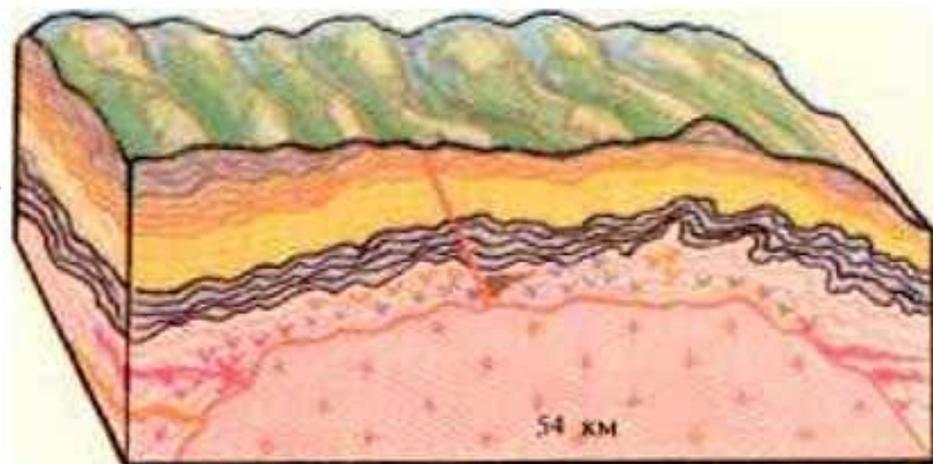


Складчатые и разрывные дислокации пластов, особенно в горах, сопровождаются *глубинным (интрузивным) и поверхностным (эффузивным) магматизмом* и *землетрясениями*, которые тоже отражаются в рельефе.

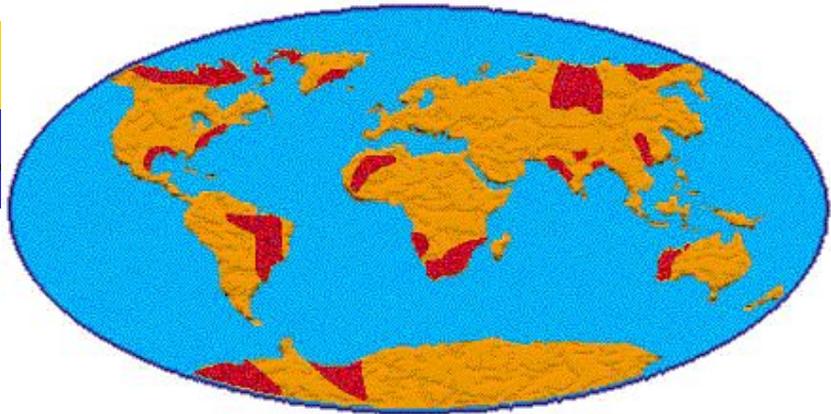
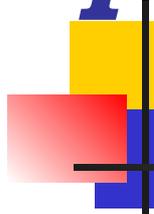
Интрузивные тела



батолит



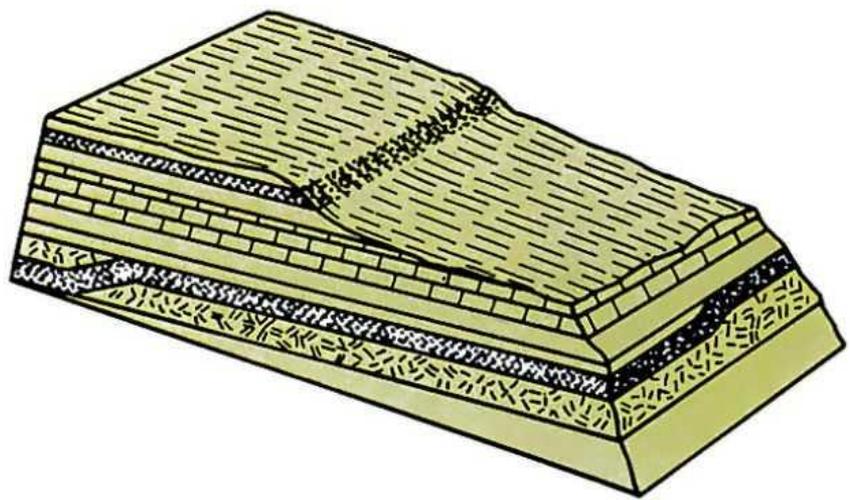
Трапп



р. Снейк



Путорана





Плато Пудорана

эффузивный магматизм, или вулканизм

ТИПЫ ВУЛКАНОВ

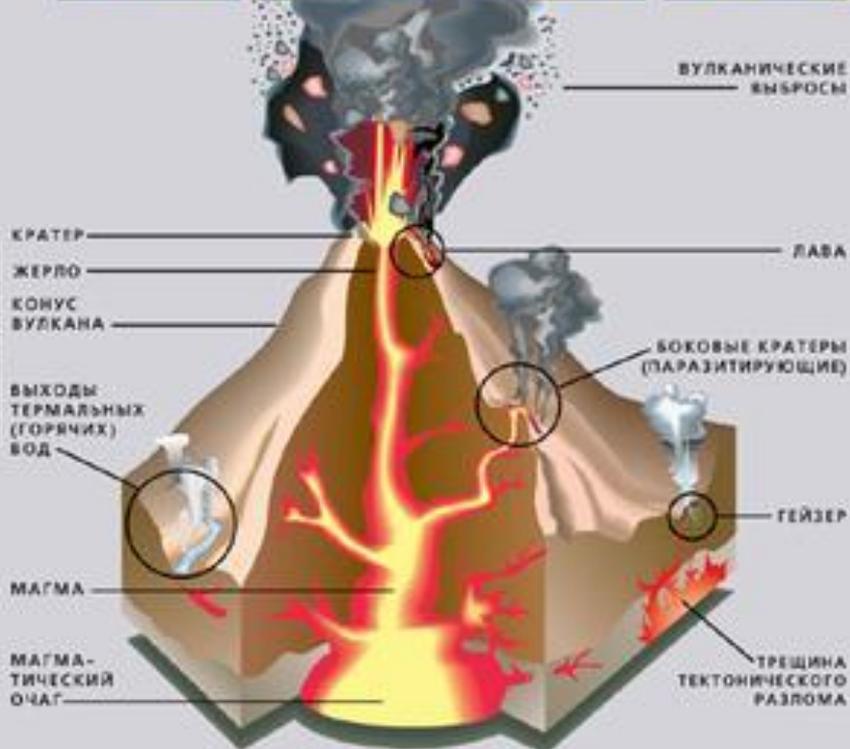
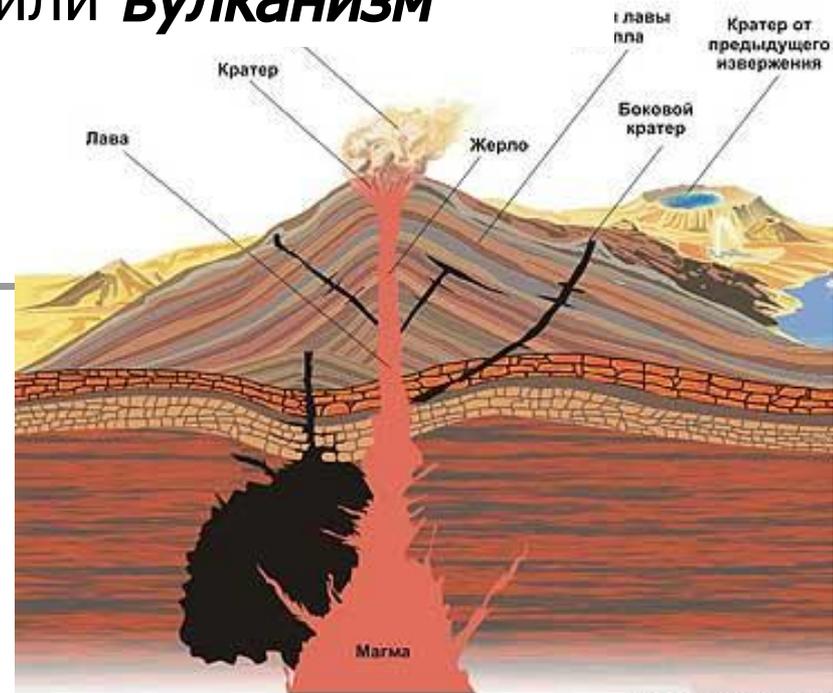


СХЕМА ДЕЙСТВИЯ ГЕЙЗЕРА



© ООО «Кирилл и Мефодий»





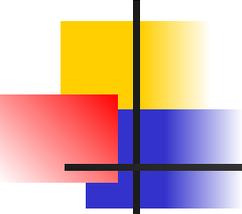
кальдера



Грязевой вулкан

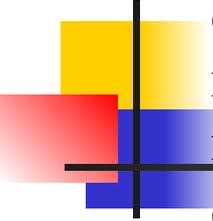


Долина гейзеров Камчатка



К эндогенным процессам относят также *землетрясения* – внезапные подземные удары, сотрясения и смещения пластов и блоков земной коры. Очаги землетрясений приурочены к зонам разломов. В большинстве случаев центры землетрясений, т. е. *гипоцентры*, находятся на глубине первых десятков километров в земной коре. Однако иногда они располагаются в верхней мантии на глубине до 600–700 км, например вдоль побережья Тихого океана, в Карибском море и других районах. Возникающие в очаге упругие волны, достигая поверхности, вызывают образование трещин, колебания ее вверх-вниз, смещение в горизонтальном направлении. Наибольшие разрушения наблюдаются в *эпицентре* землетрясений, расположенном над гипоцентром.

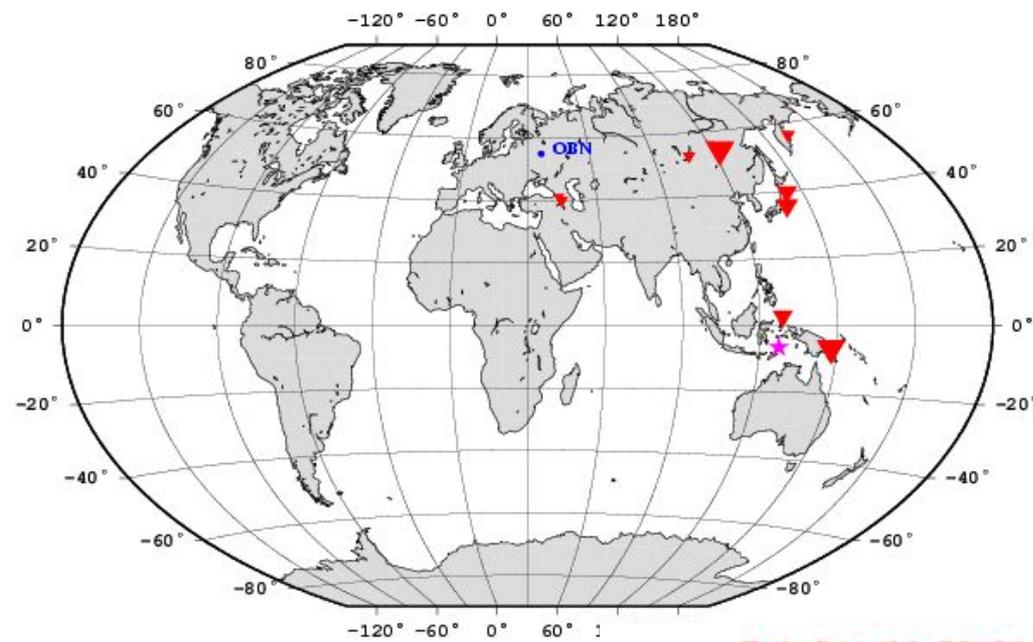




При катастрофических землетрясениях в считанные секунды изменяется рельеф, в горах происходят обвалы и оползни, разрушаются города, гибнут люди. Землетрясения на побережьях и дне океанов вызывают волны – цунами. К числу катастрофических землетрясений последних десятилетий относятся

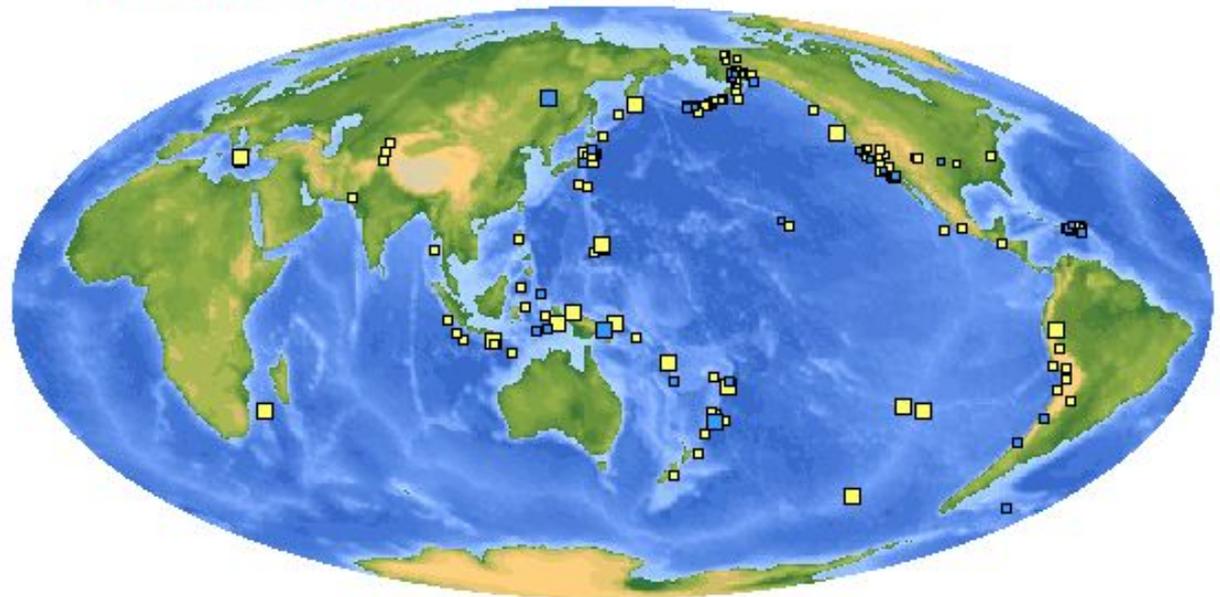
Эквадор (1906)	Аляска (1965)
Камчатка (1923)	Ташкентское (1966)
Море Банда (1938)	в Китае (1976)
Ашхабадское (1948)	в Мехико (1985)
Ассам – Тибет (1950)	Армянское (1988)
Камчатка (1952)	Японское (1995)
Аляска (1957)	Турецкое (1999)
Чилийское (1960)	Индийское (2001)
Курильские острова (1963)	Суматра (2004)
Аляска (1964)	Гаити (2010)

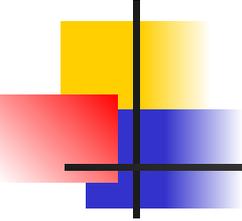
Последние 10 землетрясений



Fri Oct 14 20:04:35 UTC 2011 178 earthquakes on this map

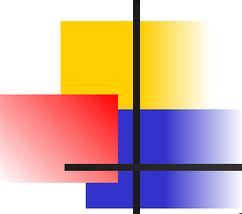
**Карта
землетрясений за
последнюю неделю**





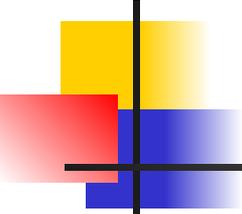
Интересно знать

- **Самое сильное землетрясение по шкале Канамори** - "Чили" 22 мая 1960 г. в Чили произошло крупнейшее землетрясение в 9,5 балла по шкале Канамори (магнитудой 8,5 по шкале Рихтера).
- **Сильнейшее зарегистрированное землетрясение** - "Индия" В 1950 г. в индийском шт. Ассам случилось настолько сильное землетрясение, что все сейсмографы зашкалило. По оценкам, его магнитуда составила 9 по шкале Рихтера.
- **Самое большое число погибших** - "Шэньси и Хэнань" Согласно оценкам, от землетрясения, происшедшего 2 февраля 1556 г. в провинциях Шэньси и Хэнань, Китай, погибло 830 000 человек.

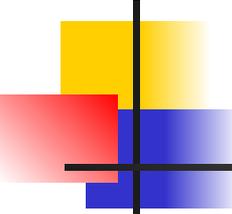


Интересно знать

- **Самое большое число погибших** - "Тянь-шаньское землетрясение" В наше время к наибольшему числу жертв привело тянь-шаньское землетрясение, которое произошло 28 июля 1976 г. в Восточном Китае и имело магнитуду $M_s = 7,9$. Число погибших достигло 750 000 человек.
- **Наибольший материальный ущерб** - "Канто" Самым разрушительным было землетрясение 1 сентября 1923 г. на равнине Канто в Японии ($M_s = 8,2$). В Токио и Иокогаме оно уничтожило 575 000 жилых домов. По официальным данным, число погибших и пропавших без вести составило 142 807 человек.
- **Самое большое количество оставшихся без крова** - "Мотагуа" Когда 4 февраля 1976 г. в результате появления трещины в разломе Мотагуа, служащего границей между Карибской и Северо-Американской литосферными плитами, произошло катастрофическое землетрясение, в Гватемале свыше 1 млн. жителей осталось без крова в одно мгновение.



В целом эндогенные процессы выполняют конструктивную роль по отношению к рельефу: при тектонических поднятиях любого генезиса поверхность Земли повышается, рельеф испытывает восходящее развитие, отметки его увеличиваются, что способствует накоплению масс в верхней («рельефной») части земной коры. Очевидно, что эндогенные



4. Геохронология

Байкальская складчатость, произошедшая в конце протерозоя (рифей) – начале палеозоя (кембрий), примерно 1000-550 млн. лет назад, затронула краевые части геосинклинальных поясов (Восточный Саян, Прибайкалье и Забайкалье и др.) и частично внутриплатформенные области (Бразилия, Аравия, Африка). В результате к древним платформам присоединились участки байкальских складчатых сооружений. На месте Сибирской платформы за счет южного обрамления байкалид возник материк *Ангарида*.



Каледонская складчатость

~~Каледонская складчатость~~ проявилась в раннем палеозое, в основном в ордовике-силуре, 550-400 млн. лет назад, в Северо-Атлантическом геосинклинальном поясе (Северные Аппалачи, Великобритания, Скандинавия и др.); в Урало-Монгольском геосинклинальном поясе (Алтае-Саянская область, Кузнецкий Алатау, Тува, Западный Казахстан, Центральная Монголия, Центральное Забайкалье и др.), частично в Средиземноморском геосинклинальном поясе (Наныпань и др.) и по периферии Тихоокеанского пояса (Юго-Восточный Китай, Юго-Восточная Австралия). В результате каледонской складчатости Северо-Американская платформа спаялась с Восточно-Европейской в единый материк – *Лаврессию (Северо-Атлантический материк)* и существенно сократился в размерах Урало-Монгольский пояс. Ангариды за счет присоединения к ней каледонид увеличилась в размерах.

Герцинская складчатость

Герцинская складчатость, произошедшая в позднем палеозое, в основном в карбоне-перми, 350-200 млн. лет назад, охватила огромные пространства на Земле. Почти полностью закрылись геосинклинальные пояса: Арктический (Канадский Арктический архипелаг); Урало-Монгольский (Урал, Западная Сибирь, Тянь-Шань, восточный Казахстан и Западный Алтай, Монголия, Северный Китай и т. д.); Северо-Атлантический пояс (Южные Аппалачи, береговые Приатлан-тическая и Примексиканская низменности); Средиземноморский пояс (Центральная, т. н. герцинская Европа, Пиренейский полуостров, юг Восточно-Европейской равнины, Туранская равнина, в Центральной Азии – Куньлунь, хребет Циньлин, который «спаял» Восточно-Китайскую и Южно-Китайскую платформы в одну).

В Тихоокеанском геосинклинальном поясе герцинская складчатость проявилась в Австралии – Центральный Водораздельный хребет. Па юге Африки к герцинидам относятся Капские горы, на севере – Атлас.

Таким образом, в течение палеозоя на месте четырех геосинклинальных поясов возникли эпигеосинклинальные складчатые горные сооружения, увеличившие площадь континентов на Земле. К концу палеозоя на месте каледонид, а затем герцинид появились первые молодые платформы. За счет слияния Лаврус-сии с Ангаридой и единой Китайской платформой образовалась Лавразия – антипод Тондваны. На короткое время в самом конце палеозоя – начале мезозоя суперконтиненты Гондвана и Лавразия в районе современного Западного Средиземноморья даже объединялись в гигантский суперконтинент – *Пангею II* (в отличие от рифейского суперконтинента Пангеи I)

К началу мезозоя на Земле был один океан – палео-Тихий, по окраинам которого размещались Западно-Тихоокеанский и Восточно-Тихоокеанский геосинклинальные пояса.

Мезозойская складчатость

Мезозойская складчатость проявилась 150-50 млн. лет назад, в основном именно в этих поясах на Северо-Востоке Азии, в хребте Сихотэ-Алинь, на полуострове Индокитай и в Кордильерах Северной Америки (за исключением береговых хребтов).

В начале мезозоя (триас) начался распад Пангеи II в связи с образованием нового геосинклинального пояса – океана Тетиса, который протягивался в широтном направлении от Центральной Америки через Средиземное море и Гималаи до Индокитая и Индонезии (южнее палеозойского палео-Тетиса). В мезозое окончательно произошел распад Гондваны, обусловленный раскрытием новых океанов – Индийского и Атлантического (сначала его южной половины, потом северной). В результате Северная Америка отделилась от Евразии.

Таким образом, с начала мезозоя начался важный этап развития структуры земной коры – этап становления современных океанов и обособления современных континентов. По предложению академика И.П. Герасимова, мезозойско-кайнозойский этап выделяют в качестве особого *геоморфологического этапа* развития Земли (230-235 млн. лет).

В это время, в мезозое, на месте разрушенных палеозойских складчатых структур, на материках продолжали формироваться молодые платформы на гетерогенном (греч. *heteros* – другой, соответствует русскому «разно») складчатом основании с осадочным чехлом мезозойского и в дальнейшем кайнозойского возраста, т. е. эпипалеозойские платформы. Крупнейшая среди них – Западно-Сибирская платформа-плита. С конца мезозоя и позднее мезозойские складчатые структуры подверглись денудации.

В результате суша к началу олигоцена (37 млн. лет назад) характеризовалась более или менее выровненным рельефом, за исключением невысоких гор в основном в областях мезозойской складчатости. Современных горных систем еще не существовало. Сохранялись три геосинклинальных пояса – на месте океана Тетис и два вокруг Тихого океана.

Альпийская (кайнозойская) эпохи

В кайнозое начался качественно новый этап в развитии земной коры и Земли в целом, который, по предложению Н.И. Николаева, получил название ~~неотектонического этапа~~. Н.И. Николаев, а затем и И.П. Герасимов считали его по времени неоген-четвертичным (25 млн. лет назад), а по современным представлениям (В.Е. Хаин и др.), он начался раньше – в олигоцене. Тектонические движения этого этапа называются *новейшими*.

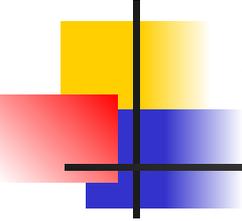
Неотектонический этап – это время последней на Земле **альпийской (кайнозойской) эпохи** складчатости, которая достигла кульминации в конце неогена – начале антропогена (последние 5 млн. лет). Она охватила океан Тетис, т. е. Альпийско-Гималайский геосинклинальный пояс (Альпы, Пиренеи, Апеннины, Карпаты, Кавказ, Гиндукуш, Западный Памир, Гималаи и другие горы), Восточно-Тихоокеанский геосинклинальный пояс (Анды, Береговые Кордильеры) и Западно-Тихоокеанский геосинклинальный пояс (Камчатка, Сахалин и др.) В результате складчатости и воздымания восточная часть Тетиса (на территории Азии) перестала существовать, а на ее месте возникли *молодые эпигеосинклинальные горы* с земной корой материкового типа. Современные гипотезы объясняют это столкновением континентальных масс частей Гондваны и Евразии. Это столкновение привело к сжатию и скучиванию осадочных и вулканических толщ океана Тетис, особенно против Аравийского выступа и Индостанского блока Гондваны, и к образованию высочайших гор от Кавказа до Гималаев.

В неотектонический этап началась *тектоническая активизация платформ*, усиленное поднятие континентов, рост всех ныне существующих горных сооружений. Под влиянием импульсов со стороны океана Тетис и Тихого океана огромный район Центральной и Восточной Азии оказался вовлеченным во вторичный, эпиплатформенный орогенез резонансного типа. Это было повторное горообразование не складчатого, а глыбового характера. Подобный процесс в определенной степени охватил и другие континенты.

В неотектонический этап произошло заложение на платформах молодых *континентальных рифтовых систем*, отличающихся повышенной подвижностью, высокой сейсмичностью и вулканизмом. Все они имеют большую протяженность при небольшой ширине: Восточно-Африканская рифтовая система, соединяющаяся с рифтом Красного моря и Аденского залива, Байкальская рифтовая система, Рейнский грабен с высокими бортами, получившими название гор Вогезы и Шварцвальд, и другие. В ряде случаев континентальные рифты являются продолжением рифтов срединно-океанических хребтов – район Аденского залива, Калифорнийского залива и др.

Наконец, неотектонический этап – это время активной перестройки структурного плана дна океанов, возникновение современной системы развивающихся с мезозоя *срединно-океанических хребтов и глубоководных желобов*.

Таким образом, неотектонический этап – это период формирования современной конфигурации материков и океанов, горных систем и равнин – на суше, срединно-океанических хребтов и впадин – на дне Океана, то есть современного лика Земли.



Тектонические карты

Древние платформы (девять крупных и несколько мелких) окрашены в красноватые тона: более яркие на щитах, менее яркие – на плитах.

- Области **байкальской** складчатости показаны сине-голубым цветом,
- **каледонской** – сиреневым,
- **герцинской** – коричневым,
- **мезозойской** – зеленым,
- **кайнозойской** – желтым.