

# Эндогенные рельефообразующие процессы

Магматизм, землетрясения

- *Современный рельеф* — совокупность неровностей земной поверхности разного масштаба. Эти неровности называют формами рельефа. Формы рельефа различны по размерам, строению, происхождению, истории развития и т. д.
- *Рельеф сформировался в результате взаимодействия внутренних (эндогенных) и внешних (экзогенных) геологических процессов.*
- Следует различать геотектуры, морфоструктуры и морфоскульптуры (определения)
- В основе геологических процессов лежат разные источники энергии.
- **Источником внутренних процессов** является тепло, образующееся при радиоактивном распаде и гравитационной дифференциации веществ внутри Земли.
- **Источник энергии внешних процессов** — солнечная радиация, превращающаяся на Земле в энергию воды, льда, ветра и т. д.

# Внутренние (эндогенные) процессы

- С внутренними процессами связаны различные тектонические движения земной коры, магматизм и землетрясения.
- **Тектонические движения** – совокупность горизонтальных и вертикальных движений литосферы.

- По каким признакам классифицируют **типы тектонических движений**?
- 1. По направлению движения - вертикальные или радиальные и горизонтальные, или тангенциальные.
- 2. По интенсивности воздействия - колебательные и деформационные.
- 3. По глубине и масштабу (области их проявления):
  - поверхностные, связанные с процессами в осадочном чехле;
  - коровые, охватывающие земную кору,
  - глубинные, обусловленные процессами в верхней мантии.
- 4. По времени проявления - современные, неотектонические (неоген - четвертичный периоды), тектонические движения прошлых геологических эпох.
- Часто перечисленные признаки в разной степени проявляются совместно. Поэтому мы рассмотрим тектонические движения на примере **колебательных и деформационных** и как с ними сопрягаются другие перечисленные признаки.

- ***Колебательные движения - Медленные вертикальные движения*** — поднятия и опускания земной коры — совершаются непрерывно и повсеместно, сменяясь во времени и пространстве на протяжении всей геологической истории. Скорость этих движений до нескольких миллиметров в год. С ними связано наступление и отступление моря и соответственно изменение очертаний материков и океанов. Например, в настоящее время медленно поднимается Скандинавский полуостров, но опускается южное побережье Северного моря.

- **Деформационные тектонические движения** - это такие движения блоков Земной коры, в результате которых нарушаются условия первичного залегания слоев, их смещение относительно друг друга, т.е. происходит их деформация или тектоническое нарушение. Наиболее наглядно они проявляются в слоистых толщах. В результате деформационных тектонических движений образуются складчатые и разрывные тектонические нарушения

- Под **складчатыми тектоническими нарушениями пластов горных пород** подразумеваются изгибы слоев без нарушения их сплошности.
- Складки различаются по размерам, причем мелкие нередко осложняют крупные, по форме, по происхождению и т. д.
- Среди складок выделяют два типа: **1- антиклинали (выпуклые, положительные)** и **2 – синклинали (вогнутые, отрицательные)**.
- **По соотношению размеров** в складке (длина и ширина) их разделяют на:
  - линейные - длина в несколько раз > ширины.
  - брахискладки - длина в 2-3 раза > ширины.
  - изометричные - длина и ширина примерно равны. Среди них выпуклые складки называются **куполами**, а вогнутые - **мульдами**.
- Линейные складки образуют сложные складчатые формы и занимают обширные пространства, называемые **складчатыми областями**. В них происходит сочетание антиклинальных и синклиналильных складок, и если такое сочетание в целом образует сводовое поднятие, то оно называется **антиклинорием**, а если образует прогиб - то называется **синклинорий**.
- Сочетание антиклинориев и синклинориев образует **мегасинклинории** и **мегантиклинории**.

- **Разрывные нарушения** образуются вследствие тектонической деформации пластов с нарушением их сплошности.

## **Основные типы тектонических разрывов.**

- **По направлению перемещений блоков** в вертикальном и горизонтальном направлениях выделяют:
- **-взбросы и сбросы** - образуются при вертикальных перемещениях блоков (угол падения  $>45^\circ$ ). Взбросы, у которых угол наклона  $< 45^\circ$  называются **надвигами**. Система крупных надвигов с почти горизонтальным перемещением блоков на большие расстояния называется тектоническими покровами или **шарьяжами**.
- **-сдвиги** образуются в случае, когда блоки перемещаются относительно друг друга в горизонтальном направлении.



- Часто тектонические нарушения образуют **систему разломов**: они могут быть различными
- *по глубине* (либо в пределах земной коры - *коровые*, либо рассекать ее и уходить в мантию до 700 км - *глубинные*), *по протяженности, длительности развития, без смещения участков земной коры или со смещением блоков земной коры и т. д.*
- **-грабен** представляет систему, в которой центральная часть (блок) опущена, а крылья подняты;
- **-горст** -это система разломов, в которой центральная часть поднята, а крылья опущены.
- Система грабенов протяженная на сотни км называется **рифт** (Байкальский рифт, Восточно-Африканская рифтовая система).

- Складчатые и разрывные деформации (нарушения) пластов земной коры на фоне общего поднятия территории приводят к образованию гор. Поэтому складчатые и разрывные движения объединяют под общим названием **орогенических** (от греч. — гора и — рождение), т.е. движений, создающих горы (*орогены*).
- *Складчатые и разрывные тектонические движения сопровождаются магматизмом, метаморфизмом горных пород и землетрясениями.*

# Магматизм

- Под магматизмом понимают совокупность всех геологических процессов, движущей силой которых является магма и её производные.
- Выделяют магматизм: интрузивный и эффузивный - вулканизм

По составу магмы:

- ультраосновной,
  - основной,
  - кислый,
  - щелочной.
- 
- В современную геологическую эпоху магматизм особенно развит в пределах Тихоокеанского геосинклинального пояса, срединно-океанических хребтов, рифтовых зон Африки и Средиземноморья и др.

- Одним из проявлений интрузивного магматизма являются **лакколиты**. Они возникают в условиях, когда внедряющаяся магма поднимает вышележащие породы, заполняя образующееся пространство.
- В геологии **лакколит** - грибообразное гипабиссальное интрузивное тело. Кровля лакколита имеет выпуклую форму наподобие свода над которым вмещающие породы куполообразны приподняты. Лакколиты имеют, как правило небольшие размеры и сложены породами кислого и среднего состава. Среди лакколитов выделяют простые если это одно грибообразное тело, и сложные (многоэтажные), включающие несколько тел, расположенных на разных уровнях и соединенных подводными каналами, которые располагаются в центре массива или несколько смещены от него..
- В геоморфологии **лакколит** - возвышенность, образованная на месте отпрепарированного лакколита.

# Лакколит Аюдаг



# Железноводск, Гора Железная



# Гора Верблюд, район Ставрополя



# Трапповый магматизм

- **Трапповый магматизм**— особый тип континентального магматизма, для которого характерен огромный объём излияния базальта за геологически короткое время (первые миллионы лет) на больших территориях.
- Название произошло от шведского слова *trappa* — лестница, так как в районах траппового магматизма возникает характерный рельеф: базальтовый слой эродируются плохо, а осадочные породы разрушаются легко. В результате местность траппового магматизма приобретает вид обширных плоских равнин, расположенных на кровле базальтового покрова или интрузии, разделённых уступами. Такая местность напоминает парадную лестницу. В трапповых провинциях часты водопады.
- **районы траппового магматизма**





# вулканизм

- Вулканы — геологические образования на поверхности земной коры или коры другой планеты, где магма выходит на поверхность, образуя лаву, вулканические газы, камни (вулканические бомбы) и пирокластические потоки.
- Слово «Вулкан» происходит от имени древнеримского бога огня Вулкана. (о. Вулькано)

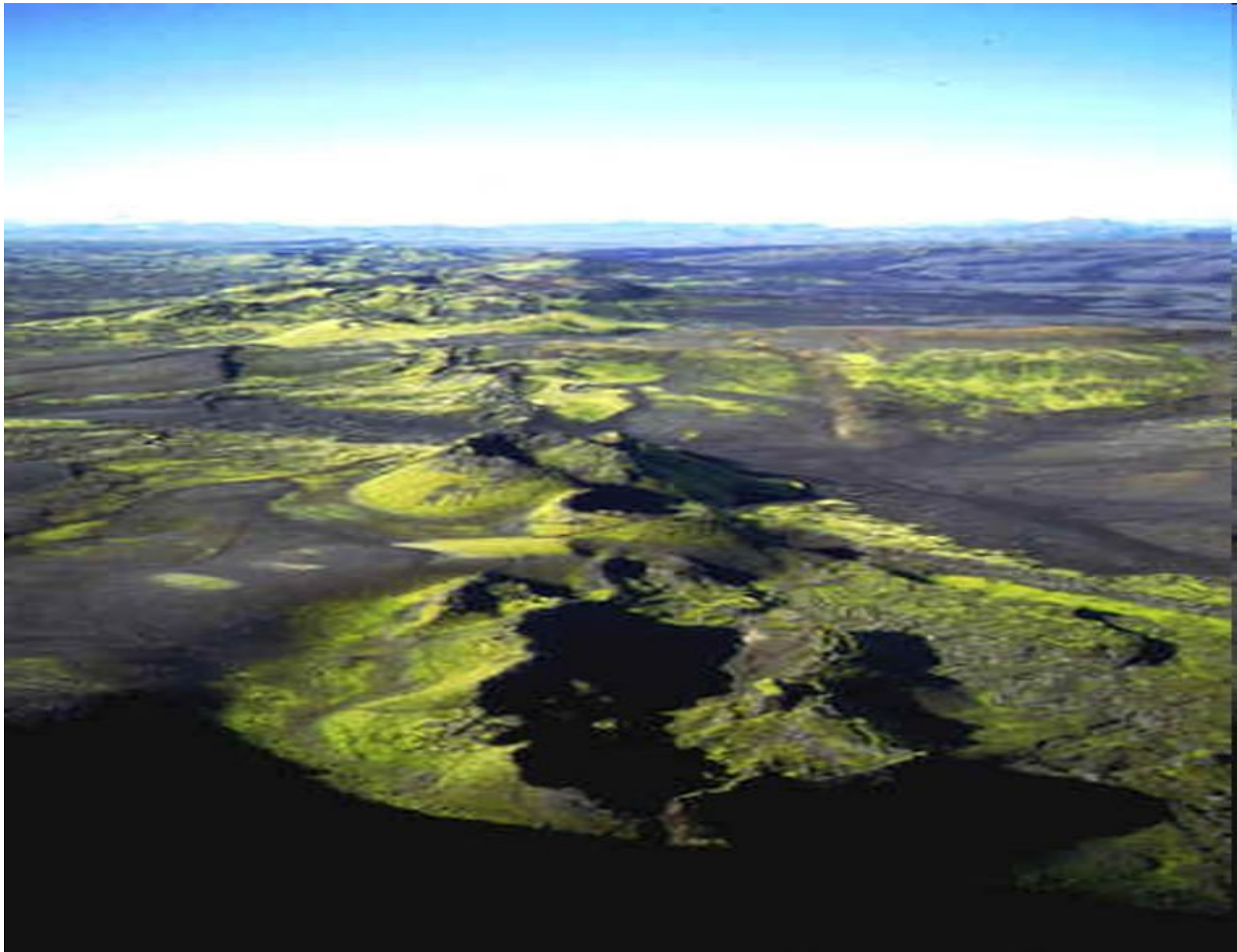
Вулканы классифицируются по ряду признаков

- по форме (трещинные, щитовые, стратовулканы),
- активности (действующие, спящие, потухшие),
- местонахождению (наземные, подводные, подледниковые) и др.

# Типы вулканических построек

- В общем виде вулканы подразделяются на **линейные и центральные**, однако это деление условно, так как большинство вулканов приурочены к линейным тектоническим нарушениям (разломам) в земной коре.
- **Линейные вулканы или вулканы трещинного типа**, обладают протяжёнными подводными каналами, связанными с глубоким расколом коры. Как правило, из таких трещин изливается базальтовая жидкая магма, которая растекаясь в стороны, образует крупные лавовые покровы. Если магма имеет более кислый состав (более высокое содержание диоксида кремния в расплаве), образуются линейные экструзивные валы и массивы.

# вулкан Лаки, о.Исландия



# Вулканы центрального типа

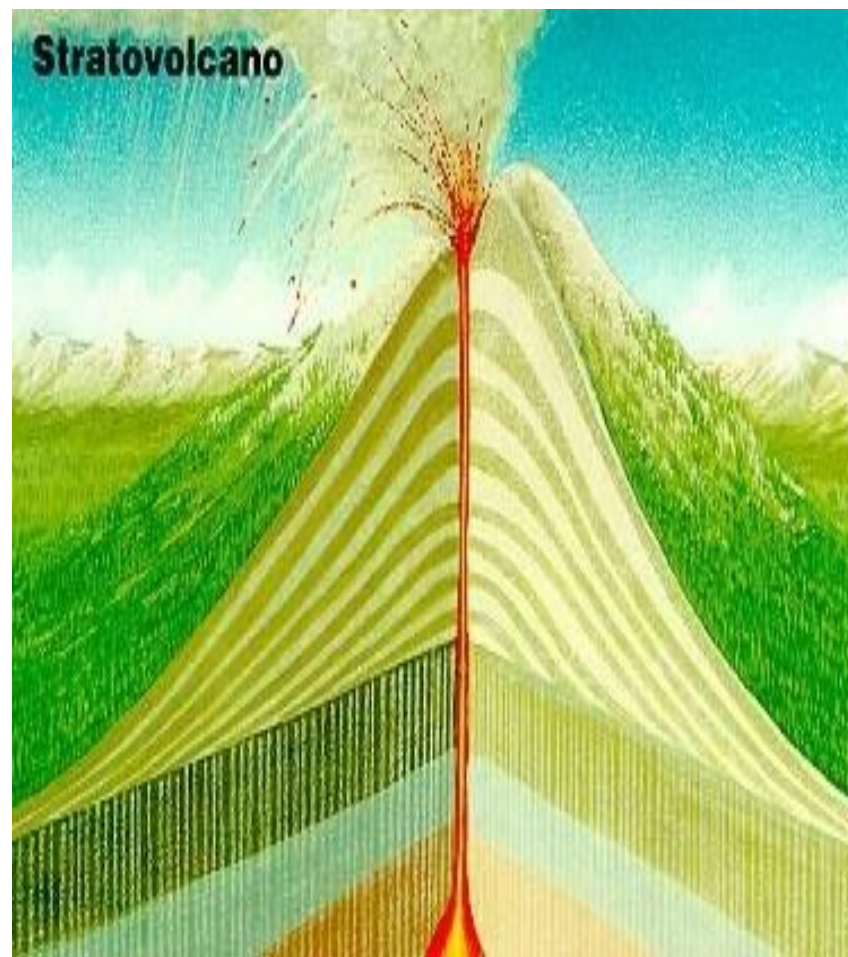
- имеют центральный подводящий канал, или **жерло**, ведущее к поверхности от магматического очага. Жерло оканчивается расширением, **кратером**, который по мере роста вулканической постройки перемещается вверх. У вулканов центрального типа могут быть побочные, или паразитические, кратеры, которые располагаются на его склонах и приурочены к радиальным трещинам. Нередко в кратерах существуют озёра жидкой лавы. Если магма вязкая, то она закупоривает жерло, подобно «пробке», что приводит к сильнейшим взрывным извержениям, когда поток газов буквально вышибает «пробку» из жерла.
- Формы вулканов центрального типа зависят от состава и вязкости магмы. Горячие и легкоподвижные базальтовые магмы создают обширные и плоские **щитовые вулканы** (Мауна-Лоа, Гавайские острова). Если вулкан периодически извергает то лаву, то пирокластический материал (смесь горячего газа, пепла и камней), возникает конусовидная слоистая постройка, **стратовулкан**. Склоны такого вулкана обычно покрыты глубокими радиальными оврагами — **барранкосами**. Вулканы центрального типа могут быть чисто лавовыми, либо образованными только вулканическими продуктами — вулканическими шлаками, туфами и т. п. образованиями, либо быть смешанными — стратовулканами.
- Различают **моногенные и полигенные вулканы**. Первые возникли в результате однократного извержения, вторые — многократных извержений.
- Отрицательные формы рельефа, связанные с вулканами центрального типа, представлены **кальдерами** — крупными провалами округлой формы, диаметром в несколько километров.

Мауна-Лоа (в переводе с гавайского — «длинная гора») — активный щитовой вулкан на острове Гавайи.



# Стратовулкан

- тип вулкана, имеющий коническую форму и сложенный из множества слоёв затвердевших лавы, тефры и вулканического пепла.
- Стратовулкан характеризуется высокой, крутой формой и периодическими взрывными извержениями. Извергаемая лава — вязкая и густая, благодаря чему она застывает прежде, чем успевает далеко распространиться.



# Вулкан Карымский и Карымское озеро, Камчатка



Кальдэра (исп. caldera — котёл) — циркообразная впадина с крутыми стенками и более или менее ровным дном. От кратера кальдера отличается происхождением и большими размерами (диаметр до 10—15 км и больше). Часто к кальдерам

приурочены фумаролы ■

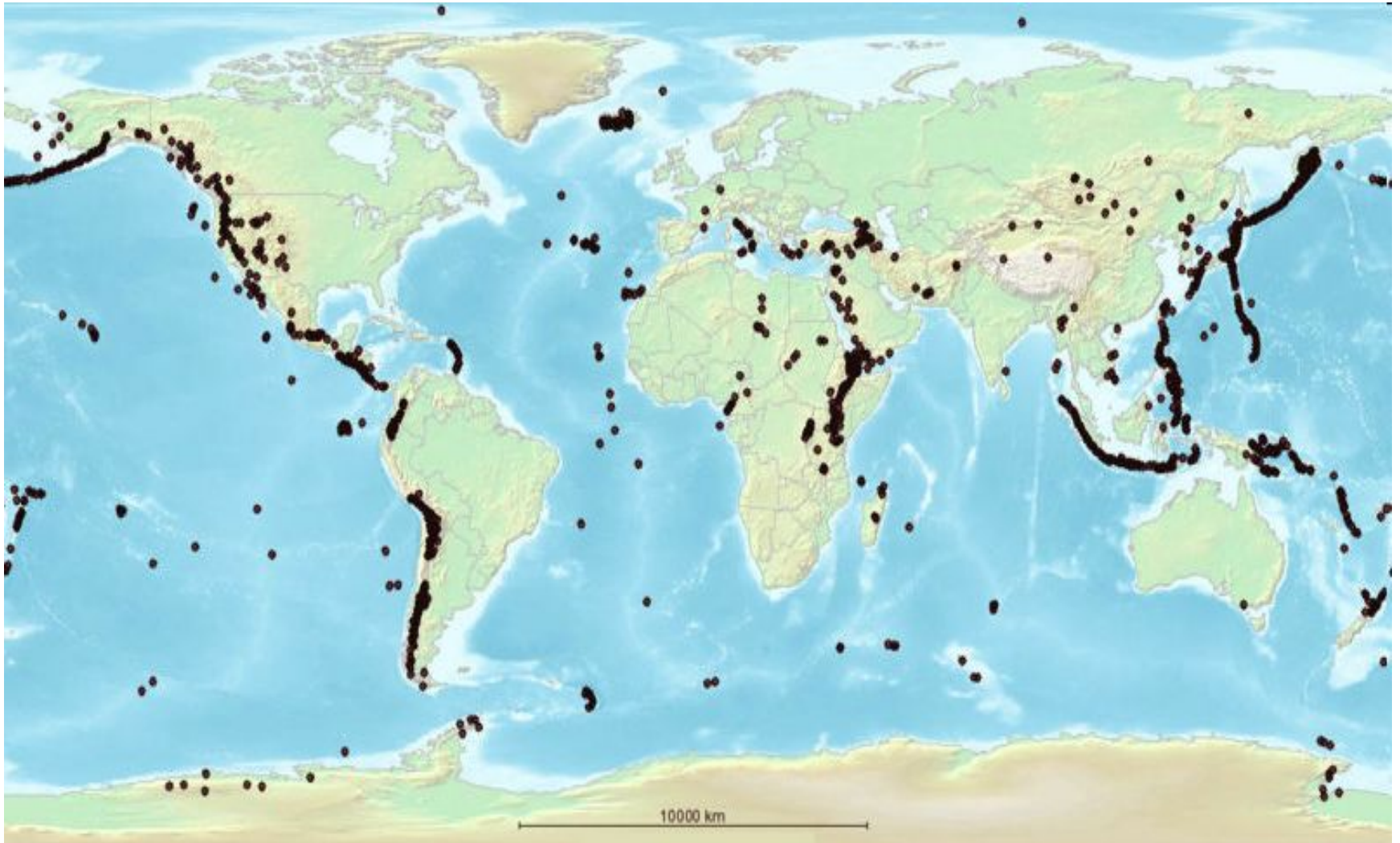




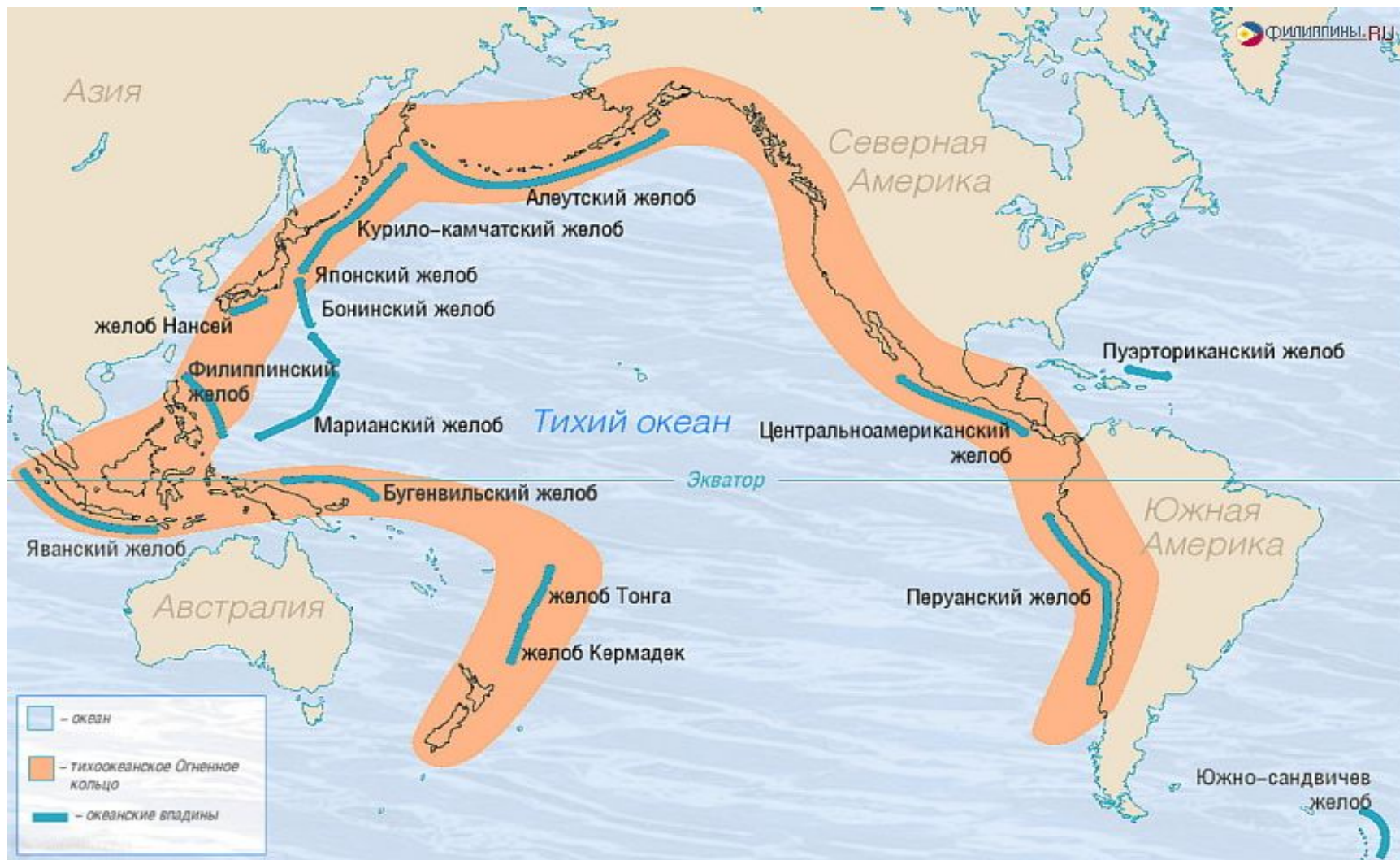
# Типы извержения вулканов

- Гавайский тип — выбросы жидкой базальтовой лавы, часто образуются лавовые озёра. Лавовые потоки небольшой мощности растекаются на десятки километров.
- Стромболианский тип — извержение более вязкой основной лавы, которая выбрасывается разными по силе взрывами из жерла, образуя сравнительно короткие и более мощные лавовые потоки.
- Плинианский тип — мощные, нередко внезапные взрывы, сопровождающиеся выбросами огромного количества тефры, образующей пемзовые и пепловые потоки. Плинианские извержения опасны, так как происходят внезапно, часто без предварительных предвещающих событий.
- Пелейский тип — характеризуется образованием грандиозных раскалённых лавин или палящих туч, а также ростом экструзивных куполов чрезвычайно вязкой лавы.
- Газовый (фреатический) тип — выбросы в воздух обломков твёрдых, древних пород, обусловлен либо магматическими газами, либо связан с перегретыми грунтовыми водами.
- Подлёдный тип — извержения, происходящие подо льдом или ледником, могут вызвать опасные наводнения.
- Извержение пепловых потоков были широко распространены в недалёком геологическом прошлом, но в классическом не наблюдались человеком. В какой-то мере данные извержения должны напоминать палящие тучи или раскалённые лавины.
- Гидроэксплозивный тип — извержения, происходящие в мелководных условиях океанов и морей, отличаются образованием большого количества пара, возникающего при контакте раскалённой магмы и морской воды.

# Карта вулканов мира за последние 10 000 лет.



# Тихоокеанское Огненное кольцо



# Крупнейшие вулканы

1. Льюльяльяко Чилийские Анды 6723 Южная Америка
2. Сан-Педро Центральные Анды 6159 Южная Америка
3. Котопахи Экваториальные Анды 5897 Южная Америка
4. Мисти Центральные Анды 5821 Южная Америка
5. Орисаба Мексиканское нагорье 5700 Сев. и Центр. Америка
6. Попокатепетль Мексиканское нагорье 5455 Сев. и Центр. Америка
7. Сангай Экваториальные Анды 5230 Южная Америка
8. Толима Северо-Западные Анды 5215 Южная Америка
9. Ключевская сопка п-ов Камчатка 4750 Азия
0. Рейнир Кордильеры 4392 Сев. и Центр. Америка
1. Тахумулько Центральная Америка 4217 Сев.и Центральная Америка
2. Мауна-Лоа Гавайские о-ва 4170 Австралия и Океания
3. Камерун массив Камерун 4070 Африка
4. Эрджинс Анатолийское плоскогорье 3916 Азия
5. Тейде Канарские о-ва 3818 Африка
6. Керинчи о. Суматра 3805 Азия
7. Эребус о. Росса 3794 Антарктида
8. Фудзи о. Хонсю 3776 Азия
9. Семеру о. Минданао 3676 Азия
0. Ичинская сопка п-ов Камчатка 3621 Азия
1. Кроноцкая сопка п-ов Камчатка 3528 Азия
2. Корьякская сопка п-ов Камчатка 3456 Азия
3. Этна о. Сицилия 3340 Европа

**1. Охос-дель-Саладо**— 6 893 м высочайший вулкан на Земле

1. Льюльяйльяко — действующий вулкан в Центральных Андах, на границе Чили и Аргентины. Вершина покрыта снегами и ледниками.

Льюльяйльяко — первый или второй по высоте действующий вулкан в мире. Располагается в одном из самых сухих мест в мире, снеговая линия на западном склоне превышает 6,5 тысяч метров (наивысшее положение снеговой линии на земле).



**Охос-дель-Саладо** — высочайший вулкан на Земле и вторая по высоте вершина Южной Америки — после горы Аконкагуа.

Расположен на границе между Аргентиной и Чили, вершина находится на аргентинской территории. Высота составляет 6 893 м. К западу от вулкана и до побережья Тихого океана простирается пустыня Атакама.

Вулкан считается потухшим, так как на протяжении всей истории наблюдений за ним не было зарегистрировано ни одного извержения. Однако изредка пассивная вулканическая деятельность всё же замечалась. Так, в 1937, 1956 и 1994 году имели место незначительные выбросы серы и водяного пара.



# Ключевская Сопка, 4750м



# Этна

- Этна — действующий вулкан на острове Сицилия высотой примерно 3380 метров. На сей день она является самым высоким и самым активным вулканом Европы. В результате боковых извержений у Этны имеются 400 кратеров. В среднем раз в три месяца вулкан извергает лаву. По статистике он раз в 150 лет разрушает какой-либо посёлок. Региональное правительство в Палермо в 1981 создало вокруг Этны национальный заповедник.





- 19. Вулкан Семеру– самый высокий вулкан на о. Ява в Индонезии. В кратере вулкана находится озеро лавы. Высота Семеру 3676 м (в.т. о.Ява), имеет несколько кратеров; поперечник современного кратера 500-650 м, глубина до 220 м. Вулкан сложен андезитами и базальтами. С 1818 года было отмечено 55 извержений. С 1967 года вулкан постоянно активен, он извергает клубы дыма, пепла и пирокластического материала с интервалом 30-50 минут. Извержения Семеру происходят в настоящее время в основном в южном кратере вулкана.



# Сила землетрясения по 12 балльной шкале

- **1 Не ощущается.** Отмечается только сейсмическими приборами.
- **2 Очень слабые толчки** Отмечается сейсмическими приборами. Ощущается только отдельными людьми, находящимися в состоянии полного покоя в верхних этажах зданий, и очень чуткими домашними животными.
- **3 Слабое** Ощущается только внутри некоторых зданий, как сотрясение от грузовика.
- **4 Умеренное** Распознаётся по лёгкому дребезжанию и колебанию предметов, посуды и оконных стёкол, скрипу дверей и стен. Внутри здания сотрясение ощущает большинство людей.
- **5 Довольно сильное** Под открытым небом ощущается многими, внутри домов — всеми. Общее сотрясение здания, колебание мебели. Маятники часов останавливаются. Трещины в оконных стёклах и штукатурке. Пробуждение спящих. Ощущается людьми и вне зданий, качаются тонкие ветки деревьев. Хлопают двери.
- **6 Сильное** Ощущается всеми. Многие в испуге выбегают на улицу. Картины падают со стен. Отдельные куски штукатурки откалываются.
- **7 Очень сильное** Повреждения (трещины) в стенах каменных домов. Антисейсмические, а также деревянные и плетневые постройки остаются невредимыми.
- **8 Разрушительное** Трещины на крутых склонах и на сырой почве. Памятники сдвигаются с места или опрокидываются. Дома сильно повреждаются.
- **9 Опустошительное** Сильное повреждение и разрушение каменных домов. Старые деревянные дома кривятся.
- **10 Уничтожающее** Трещины в почве иногда до метра шириной. Оползни и обвалы со склонов. Разрушение каменных построек. Искривление железнодорожных рельсов.
- **11 Катастрофа** Широкие трещины в поверхностных слоях земли. Многочисленные оползни и обвалы. Каменные дома почти полностью разрушаются. Сильное искривление и выпучивание железнодорожных рельсов.
- **12 Сильная катастрофа** Изменения в почве достигают огромных размеров. Многочисленные трещины, обвалы, оползни. Возникновение водопадов, подпруд на озёрах, отклонение течения рек. Ни одно сооружение не выдерживает.

# Наиболее разрушительные землетрясения

- 1737 — Калькутта, Индия — 300 000 человек погибло
- 1755 — Лиссабон — от 60 000 до 100 000 человек погибло, город полностью разрушен
- 1783 — Колабрия, Италия - от 30 000 до 60 000 человек погибло
- 1811 — Нью-Мадрид, Миссури, США - город превращен в руины, наводнение на территории в 500 кв.км
- 1896 — Санрику, Япония - эпицентр был под морем. Гигантская волна смыла в море 27 000 человек
- 1897 — Ассам, Индия - На площади в 23 000 кв.км.рельеф изменен до неузнаваемости
- 1906 — Сан-Франциско, США 1 500 человек погибло, уничтожено 10 кв.км. города
- 1908 — Сицилия, Италия 83 000 человек погибло, превращен в руины г.Мессина
- 4 января 1911 (22 декабря 1910 по старому стилю) - Верный (до 1921 - название Алма-Аты), Казахстан, Российская империя. Сила составляла 9-10 баллов, почти весь город был разрушен, устояли только единичные постройки.
- 1920 — Ганьсу, Китай 20 000 человек погибло
- 1923 — Великое землетрясение Канто — Токио и Йокогама, Япония (8,3 по Рихтеру) — 143 000 человек погибло,
- 1939 — Внутренний Тавр, Турция 32 000 человек погибло
- 1948 — Ашхабад, Туркмения, Ашхабадское землетрясение, — 110 000 человек погибло
- 1949 — Эквадор 10 000 человек погибло
- 1960 — Агадир, Марокко 12 000 - 15 000 человек погибло
- 1960 — Чили, около 10 000 погибло, разрушены города Консепсьен, Вальдивия, Пуэрто-Мон
- 1963 — Скопье, Югославия около 2 000 погибло, большая часть города превращена в руины
- 1964 — Анкоридж, Аляска, США большая часть города превращена в руины, оползни, разрушено 300 км ж. дороги
- 26 апреля 1966 — Ташкент, Узбекистан, Ташкентское землетрясение — (5.3 по Рихтеру) сильно разрушен город, 8 человек погибло.
- 1970 — Перу 63 000 человек погибло, 600 000 человек остались без крова
- 1976 — Гватемала более 20 000 человек погибло, более 1 млн человек остались без крова
- 28 июля 1976 — Таншань, Северо-восточный Китай, Таншаньское землетрясение (8,2 по Рихтеру) — более 655 000 человек погибло
- 1981 — Сицилия разрушения во многих населенных пунктах, начал извергаться вулкан Этна
- 1985 — Мехико, Мексика сила 8,2 магнитуд по Рихтеру — более 7 500 человек погибло
- 7 декабря 1988 — Спитакское землетрясение: Армения, разрушены города Спитак, Ленинакан и множество посёлков, 40 000-45 000 человек
- 28 мая 1995 — Нефтегорск, Северо-восточный Сахалин (магнитуда — 7.5) 1841 человек погибло
- 26 декабря 2004 года в районе Индийского Океана на стыке Индийской, Евразийской и Австралийской литосферных плит, вызвало мощное цунами, распространившееся со скоростью около 800 км/час и послужившее причиной гибели более ста тысяч человек.
- 2008 Сычуаньское землетрясение - землетрясение в центральном Китае, погибло около 70000 человек
- 13 января 2010 - землетрясения на Гаити