

# ЧС природного характера

Лекция 3.

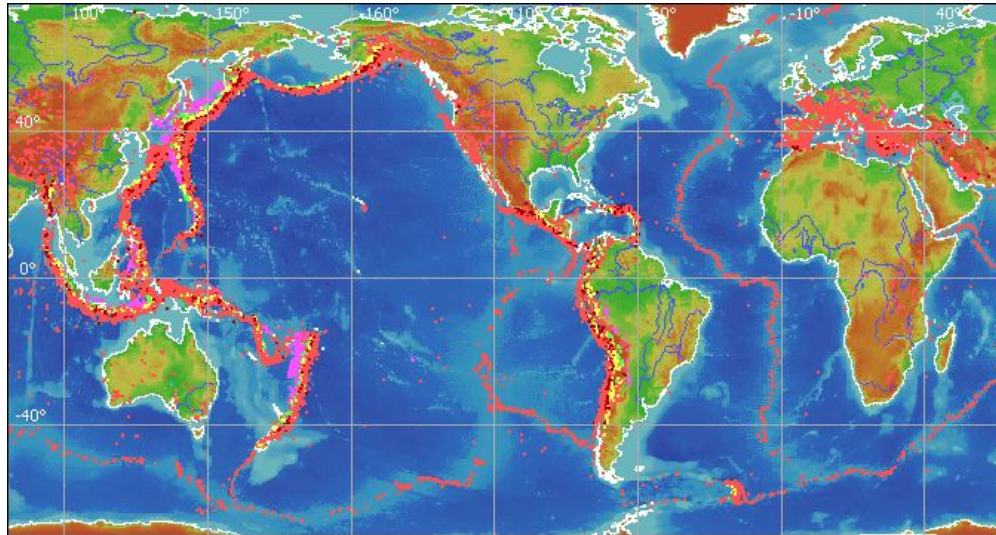
# Извержения вулканов



**Вулкан** – геологическое образование, возникающее над каналами или трещинами в земной коре, по которым на поверхность Земли и в атмосферу извергаются расплавленные горные породы (лава), пепел, горячие газы, пары воды, обломки.



Чаще всего вулканы образуются в **местах соединения тектонических плит Земли**. Они могут возникать не только на суше, но и на морском дне. При этом нередко образуются острова.



### **Основные районы вулканической активности:**

Южная Америка, Центральная Америка, Ява, Меланезия, Японские острова, Курильские острова, полуостров Камчатка, северо-западная часть США, Аляска, Гавайские острова, Алеутские острова, Исландия, Атлантический океан.

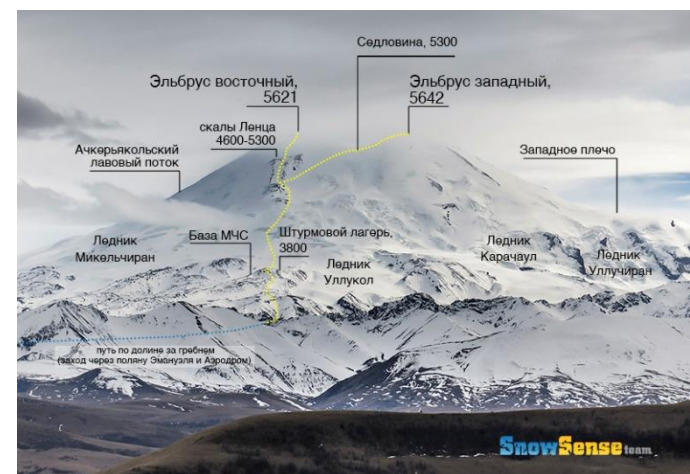


# Вулканы

Действующие

Потухшие

Спящие  
(уснувшие)



Всего на суше насчитывается почти 1000 «спящих» и 522 действующих вулкана

# **Извержение вулканов**

В настоящее время в мире насчитывается 760 действующих вулканов, из них  $2/3$  сосредоточено на островах и берегах Тихого океана. Выделяется также район Средиземноморья и Атлантического океана. В России все вулканы сосредоточены на Камчатке и Курилах.

За последние 400 лет в результате извержения вулканов погибло 310 тысяч человек. Самые крупные из них потери приходится на извержение вулканов:

**Тамбора** (1815 год, Индонезия, погибло 88 тысяч человек),

**Кракатау** (1883 г., Индонезия, 40 тысяч чел.),

**Невадо-дель-Руис** (1985 г., Колумбия, 23 тысячи человек).

В опасной близости от активных вулканов проживает около **7% населения Земли**. В результате извержения вулканов в XX-м веке погибло **более 40 тысяч человек**.



За десять минут был уничтожен город Армеро в Колумбии после извержения вулкана Невадо-дель-Руис 13 ноября 1985 года. Этот город располагался в 50-ти километрах от места извержения. Из 28 тысяч жителей после извержения в живых осталось только 7 тысяч.

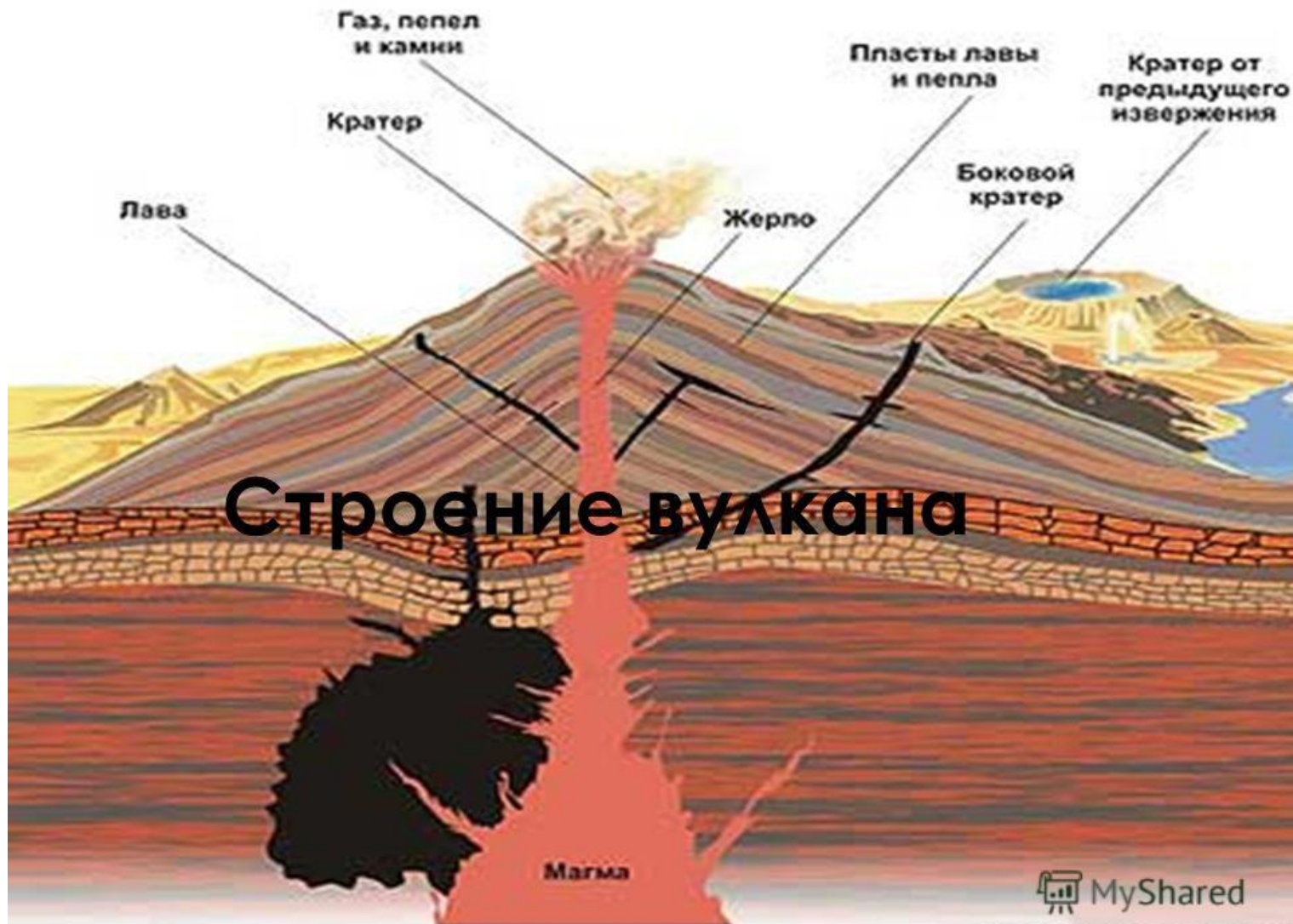
## Извержение исландского вулкана Эйфьяллайекюль в 2010 году.

Плотные клубы вулканического пепла окутали некоторые части сельской местности Исландии, а невидимый шлейф песка и пыли накрыл Европу, «очистив» небо от самолетов и вынудив сотни тысяч людей в спешке искать гостиничные номера, билеты на поезда и нанимать такси.





# Строение вулканов



## Строение вулкана

**Магматизм** – процесс **образования** и **перемещения** из глубоких недр Земли к её поверхности горячих силикатных расплавов (**магм**), содержащих в растворённом виде летучие компоненты (**пары воды и различные газы**).





# Магматизм глубинный, или интрузивный, или плутонизм.

При интрузивном магматизме магма не достигает поверхности Земли и затвердевает на глубине

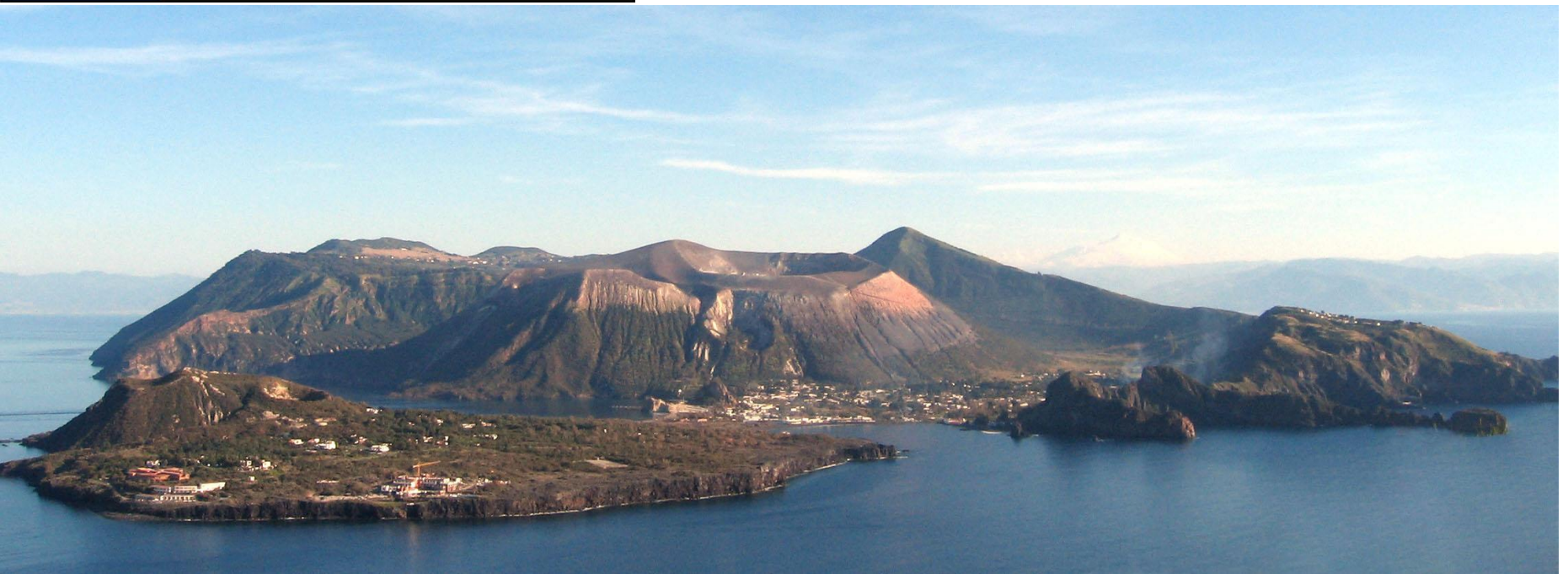


Интрузивное  
магматическое тело  
гора **Аюдаг** в Крыму.

# Вулканизм, поперхностный или эффузивный магматизм.



Остров Вулькано (Липарские острова) – **кузница Вулкана**, древнеримского бога огня и металлических ремёсел.





**Вулканизм** – одно из самых впечатляющих проявлений внутренней энергии Земли. Земля всегда была магматически активна. Вулканизм – активный процесс, в его результате создаются вулканические горы и вулканические поля и плато

Вулкан Ключевской, Камчатка.

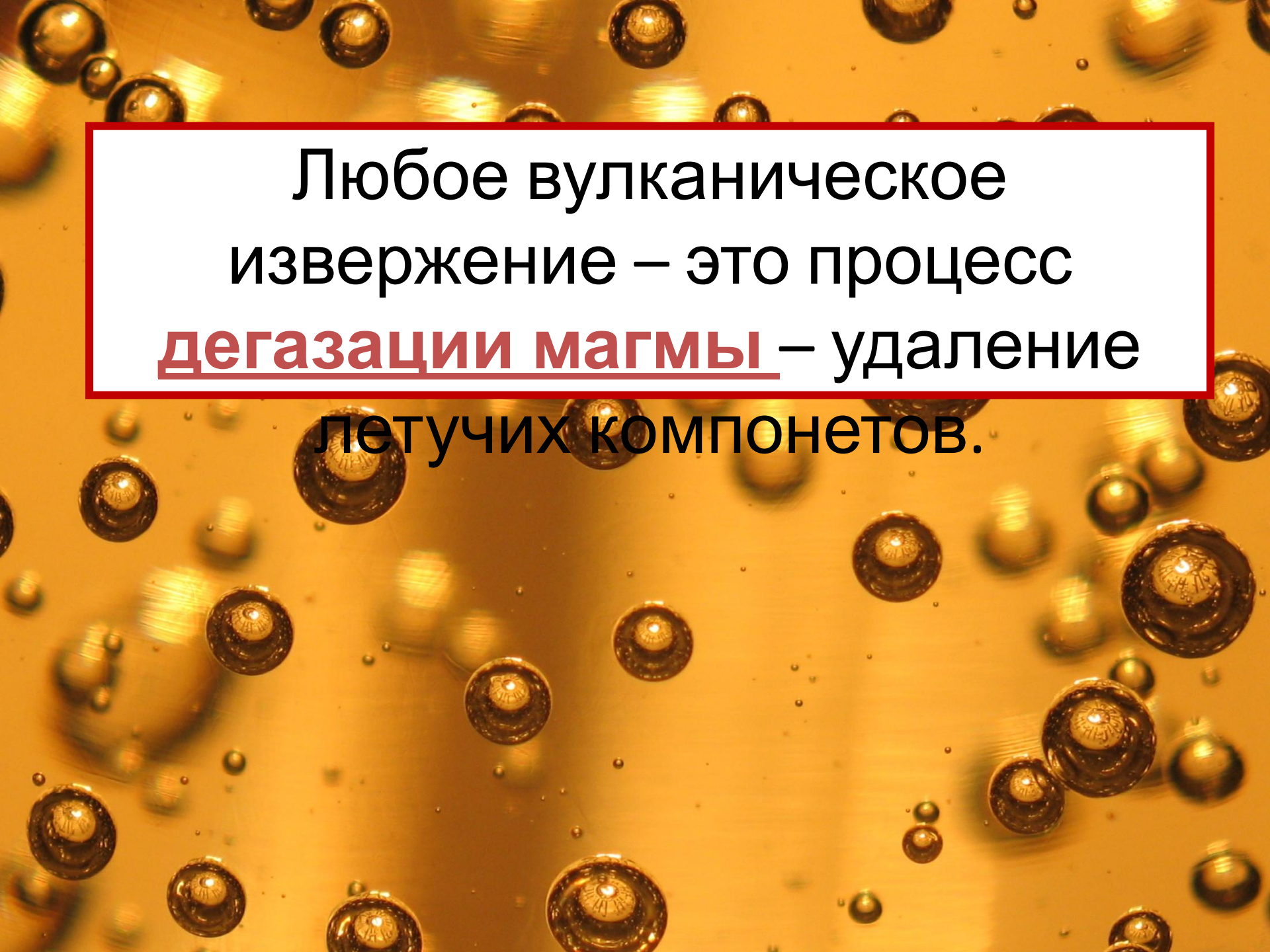


Плоскогорье Декан. Индия.

Магма (от греч. – густая мазь) – флюидно-силикатный расплав

Магма – **трёхкомпонентный расплав**, состоящий из жидкости, твёрдых кристаллов и летучих компонентов (флюидов), находящихся как в растворённом виде, так и в виде газовых пузырьков.





Любое вулканическое  
извержение – это процесс  
дегазации магмы – удаление  
летучих компонентов.

# Широко известная модель извержения

1.



2.



3.



Процесс начинается только после удаления пробки!



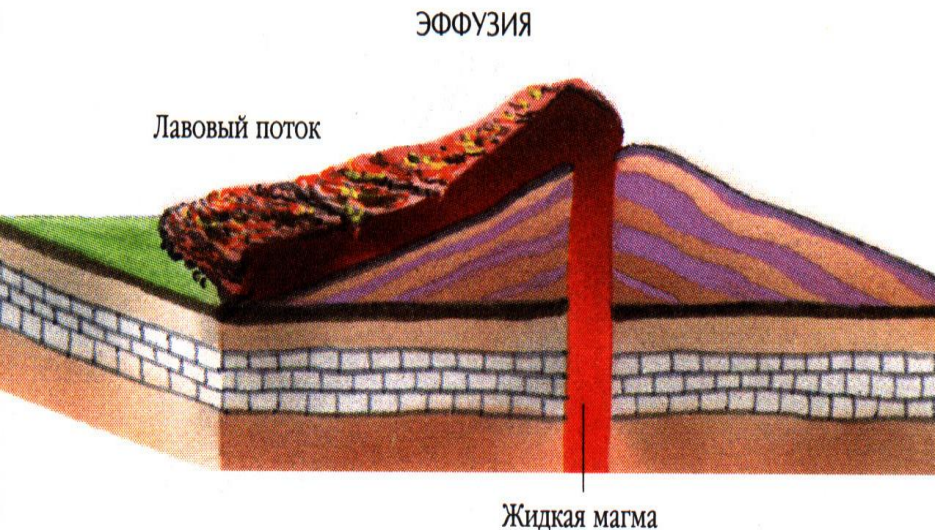
**Магматическое (вулканическое) извержение**  
также начинается с «удаления пробки» –  
снятия или преодоления давления  
вышележащих пород



Вулкан Тангурахуа (Эквадор)

# Способ и скорость отделения летучих от магматического расплава определяют главные типы вулканических извержений

- 1) Если магма **маловязкая, подвижная**, летучие отделяются **спокойно**. Происходит излияние лавы (**эффузия**) с образованием лавовых потоков.

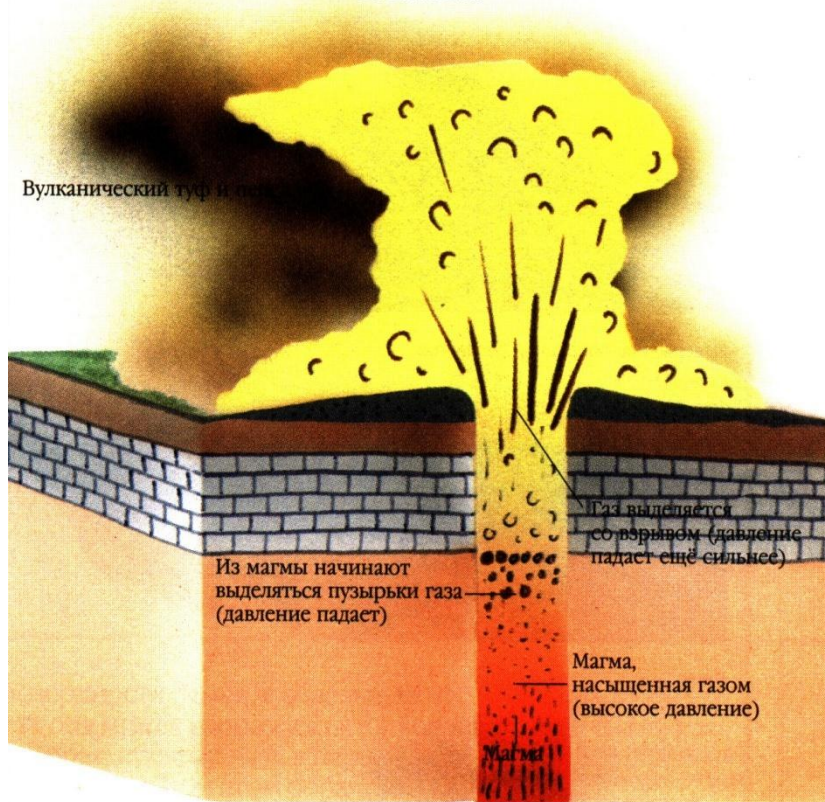


Лавы – это дегазированная магма.



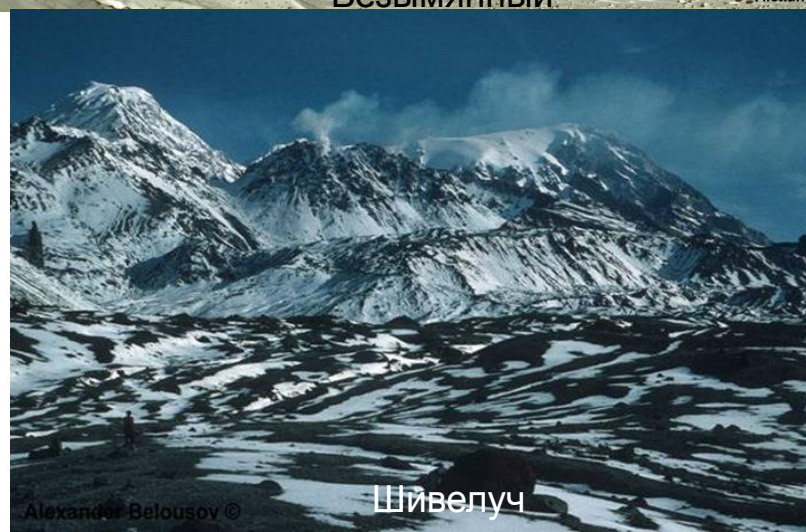
2) Если **газы** отделяются **быстро**, то происходит **вскипание магматического расплава** и он разрывается расширяющимися газовыми пузырьками. Происходит взрывное извержение - **ЭКСПЛОЗИЯ**.

ЭКСПЛОЗИЯ





3) Если магма **вязкая** и **температура** её **невысока**, то расплав медленно **выдавливается** из жерла вулкана. Происходит его выжимание на поверхность – **экструзия**.



**Опасность для человека представляют явления, прямо или косвенно связанные с извержениями. Прежде всего, это продукты вулканических извержений:**

- раскалённые лавовые потоки;
- палящие лавины;
- тучи пепла и газов;
- взрывная волна и разброс обломков;
- водные и грязекаменные потоки;
- резкие колебания климата.



# Продукты вулканических извержений

**Газообразные продукты (или летучие)**

Вулкан Пинатубо (Филиппины)



# Объёмы пара и газов, выброшенных вулканами

Везувий в 1906 г.

1226 км<sup>3</sup> за 15 часов

Ключевской в 1948 г.

15,8 км<sup>3</sup> за 24 часа

Гекла в 1947 г.

0,003 км<sup>3</sup> за 24 часа



**Состав летучих сложен и изучен недостаточно, т.к. прямым измерениям на глубине недоступен.**

**В действующих вулканах среди летучих содержатся:**

**водяной пар ( $H_2O$ ) – 50-90%,  
углекислый газ ( $CO_2$ ), оксид углерода ( $CO$ ), азот,  
диоксид серы ( $SO_2$ ), триоксид серы ( $SO_3$ ),  
газообразная сера ( $S$ ), водород ( $H_2$ ), аммиак ( $NH_3$ ),  
хлористый водород ( $HCl$ ), фтористый водород ( $HF$ ),  
сероводород ( $H_2S$ ), метан ( $CH_4$ ), хлор ( $Cl_2$ ) и др.**

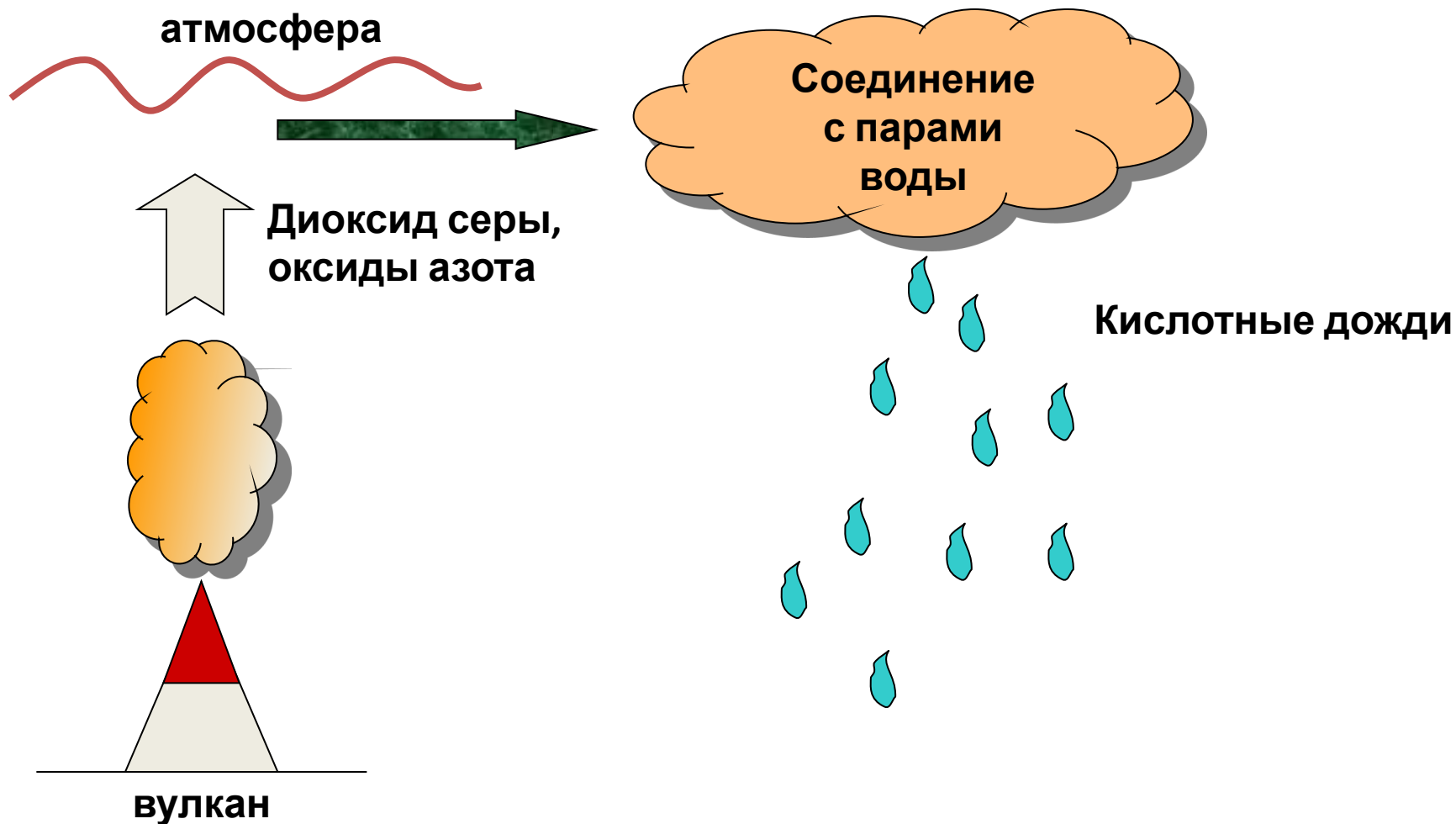




# Отбор проб вулканических газов



**Состав газов и их концентрация зависят от температуры и от типа земной коры, поэтому они могут меняться в пределах одного вулкана. Вулканические газы, выделяемые вулканами любого типа, поднимаются в атмосферу и обычно не причиняют вреда, однако частично они могут возвращаться на поверхность земли в виде кислотных дождей.**

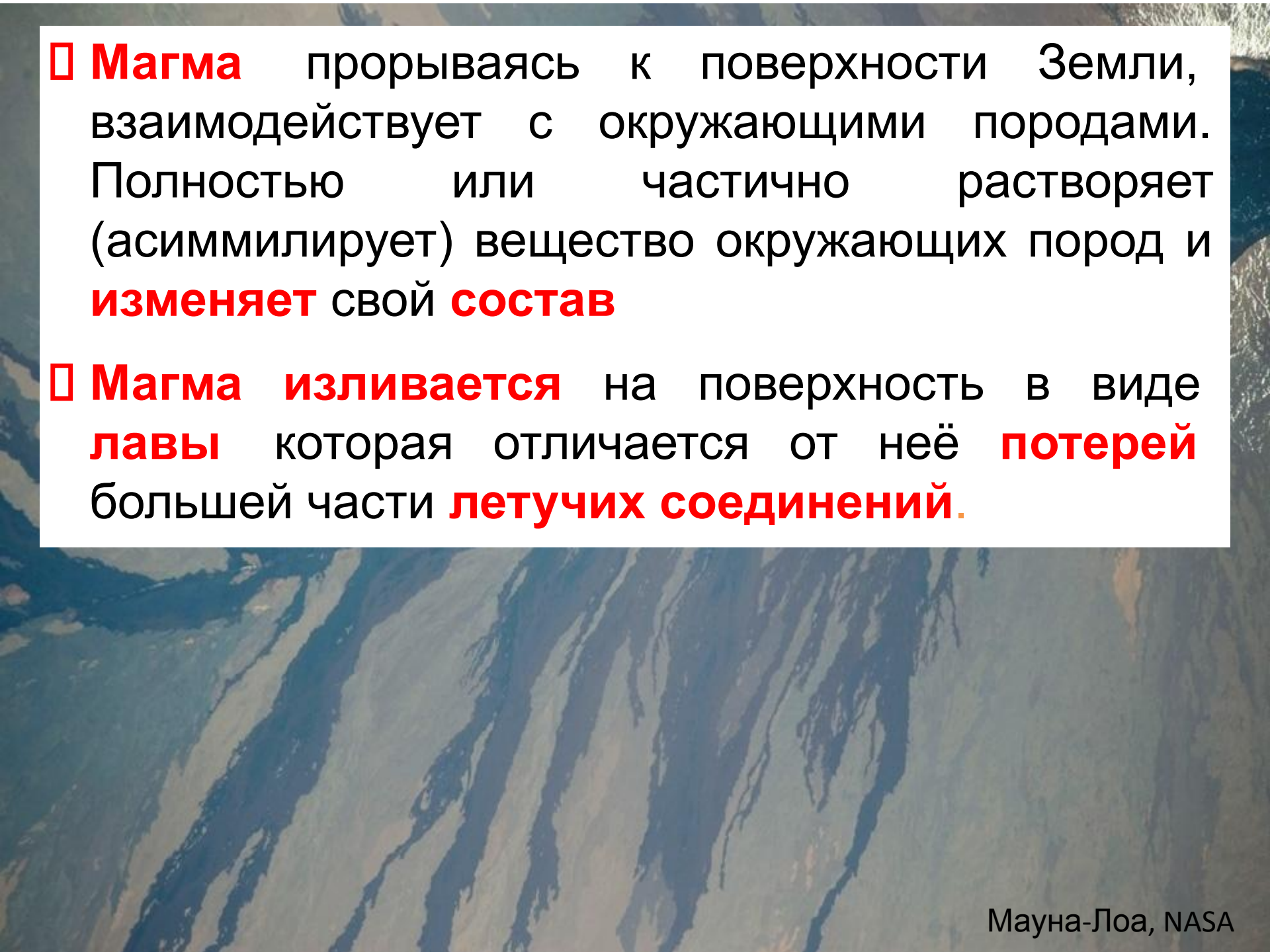


# Жидкие продукты вулканических извержений



Ключевской





□ **Магма** прорываясь к поверхности Земли, взаимодействует с окружающими породами. Полностью или частично растворяет (ассимилирует) вещество окружающих пород и **изменяет** свой **состав**.

□ **Магма** **изливается** на поверхность в виде **лавы** которая отличается от неё **потерей** большей части **летучих соединений**.



# Строение лавовых потоков

- Маловязкие, подвижные, горячая базальтовые лавы могут двигаться со **скоростью до 60 км/час**.
- Они образуют протяженные лавовые потоки
- Толщина потоков обычно **3-15 метров** (на Гавайях, где лавы очень жидкие – 3-5 м).



Вулкан Килауэа.





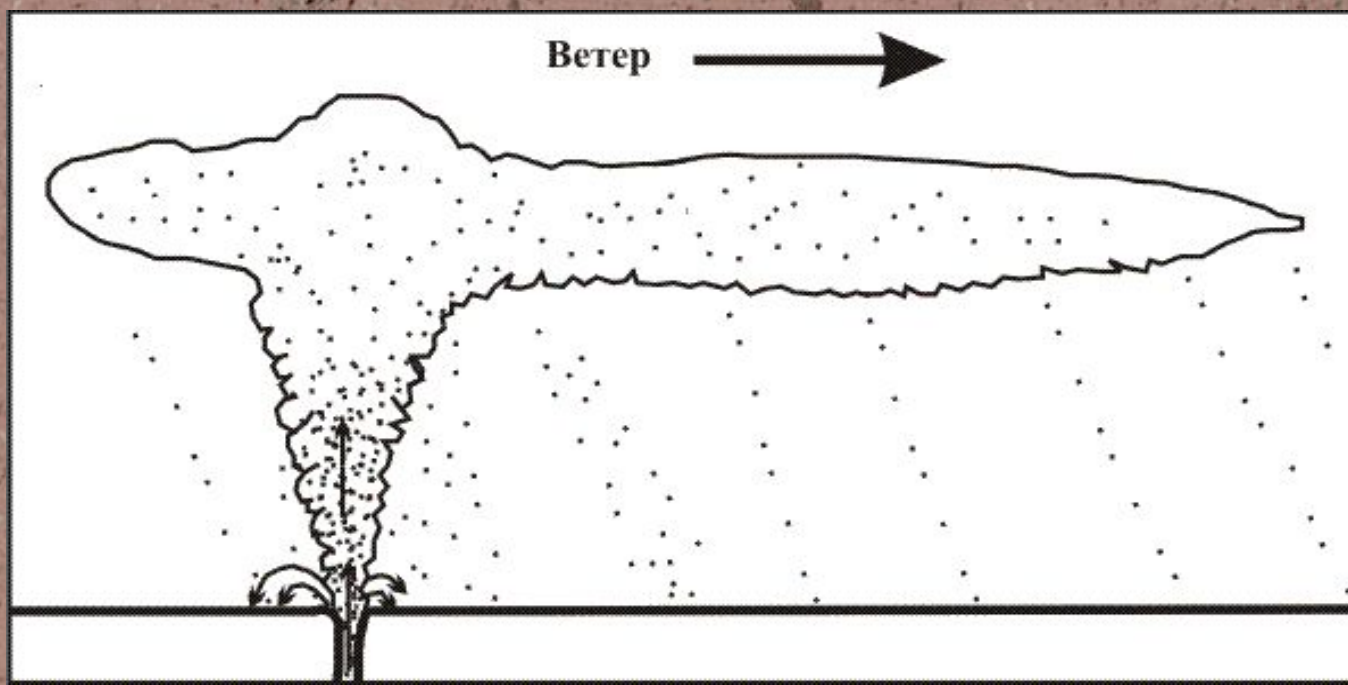
# Твердые продукты вулканических извержений



**Твёрдые продукты вулканических извержений** – обломки различной величины (от долей мм до нескольких метров), которые образуются во время взрывных (эксплозивных) извержений вулканов.

## **Пирокластический материал, тефра.**

Объёмы пирокластического материала в десятки раз превышают объёмы лав, образующихся при извержении





В зависимости от **величины обломков** среди тефры различают вулканические **бомбы**, **лапилли**, **песок** и **пепел**.

## Вулканические бомбы





# **Вулканические бомбы – самый грубый пирокластический материал.**

**Размеры** – от 5-6 см до нескольких метров и весят они нередко десятки тонн.

**Вулканические бомбы** – это обломки стенок кратера вулкана и **сгустки** еще горячей, выброшенной в пластичном состоянии лавы.



Во время полёта лава охлаждается,  
затвердевает и принимает очень  
разнообразную форму



Просто большая бомба.



Большая сферическая.



# *Лапилли* (от лат. lapillus – камешек)

Пузырчатые, угловатые или округлые обломки пемзы  
величиной от горошины до грецкого ореха (3-6 см).





# ***Вулканический песок***

Шлаковые частицы лавы величиной от 1-2 мм до горошины, перемешанные с мелкими кристаллами или обломками кристаллов различных минералов





# ***Вулканический пепел***



Пепловый поток вулкана Майон.

The Philippines' most committed newspaper.



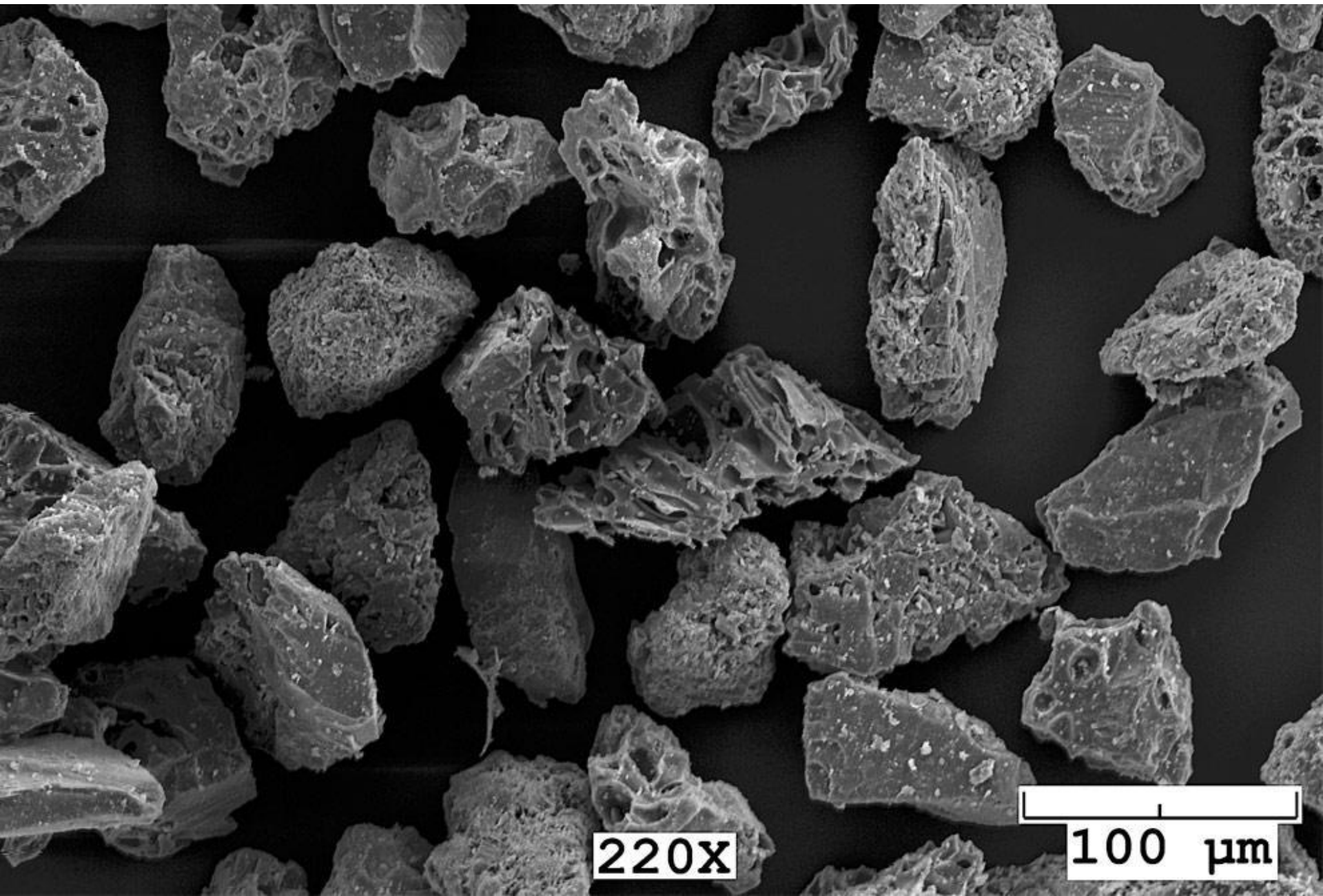
MSH Ash 10/1/04 #2

1 mm

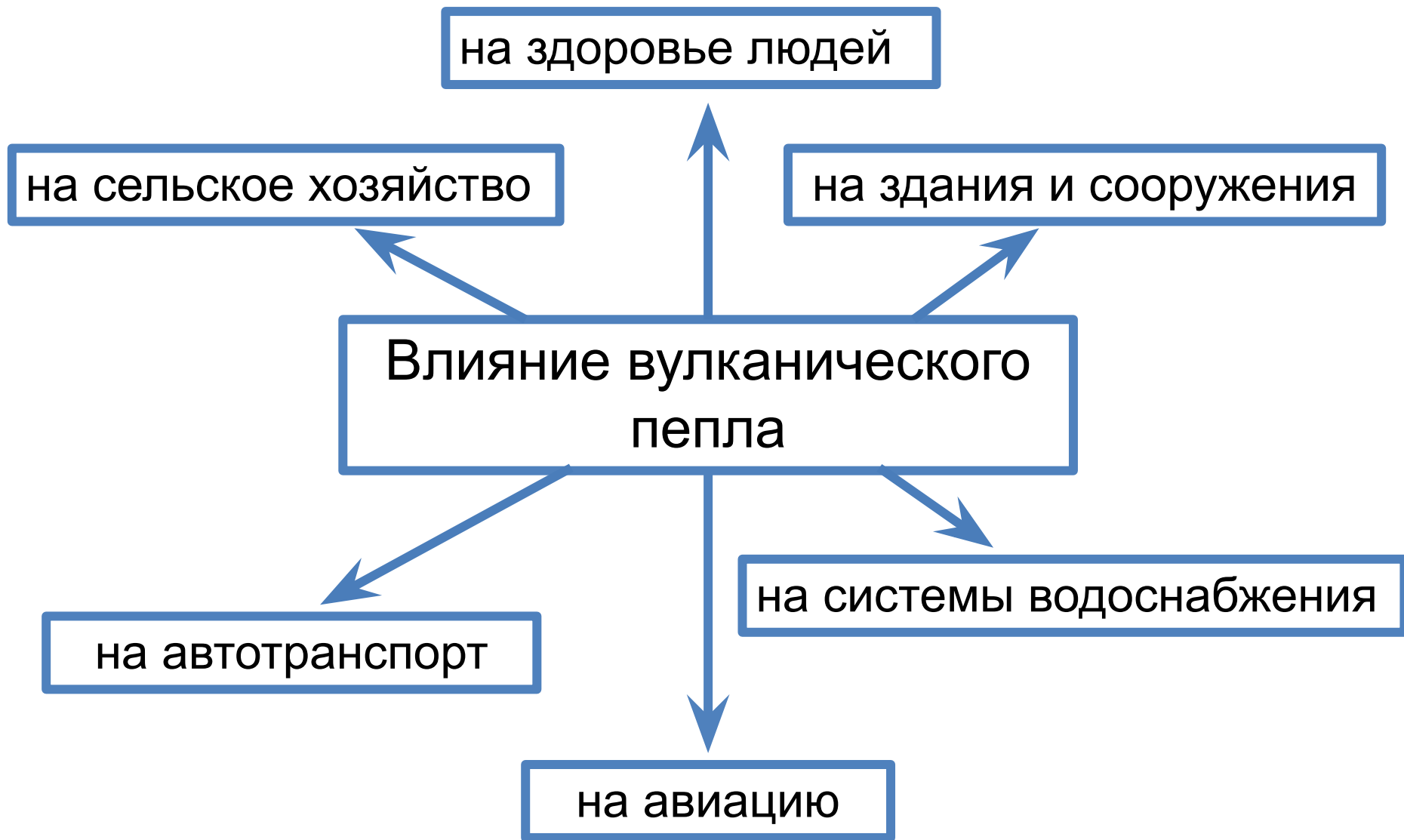
**Пепел** – мелкая (от долей до миллиметра) пыль белого, серого, бурого или чёрного цвета, состоящая из частиц лавы, вулканического стекла, осколков минералов, обломков стенок кратера.



# Пепел под электронным микроскопом



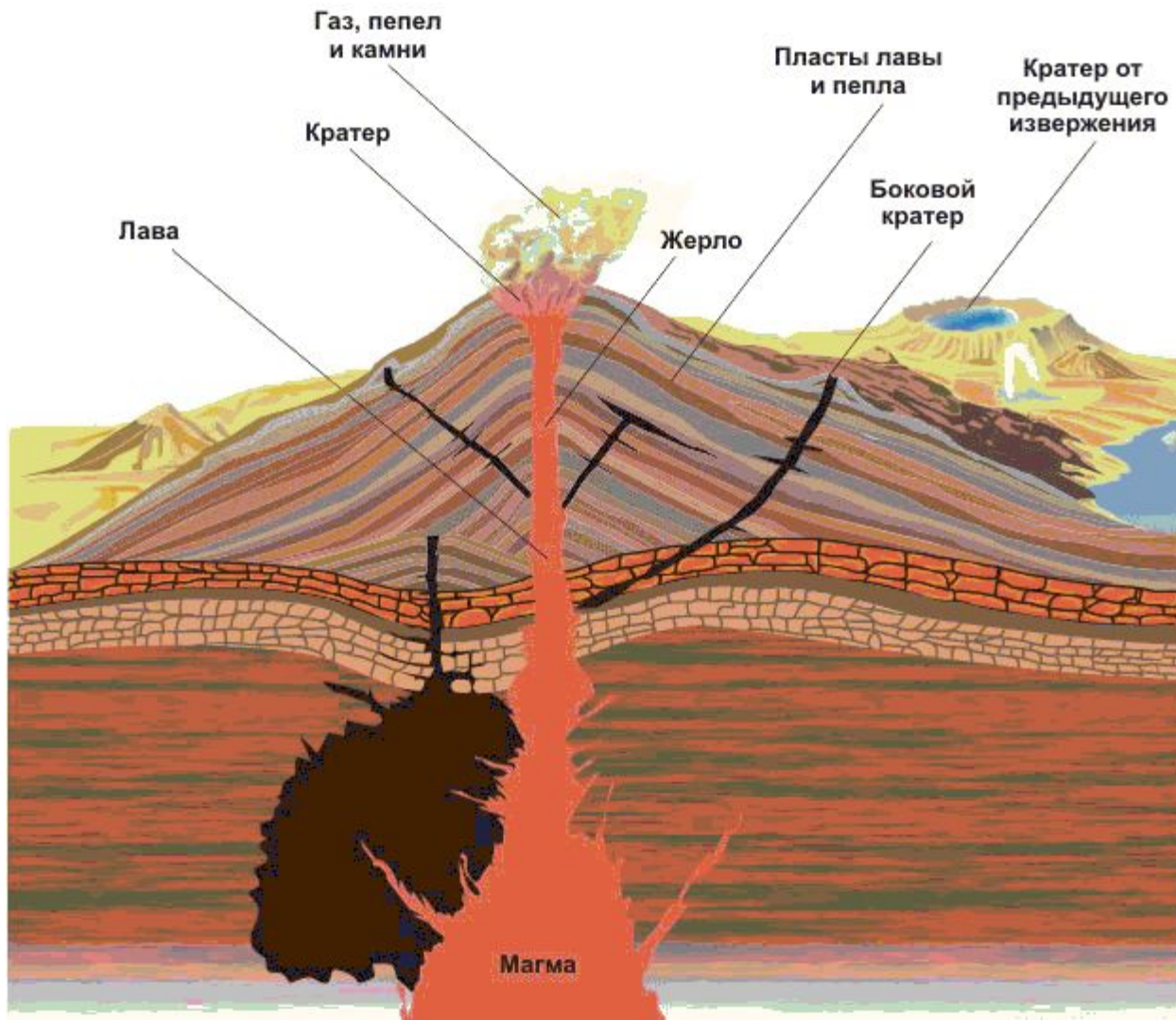








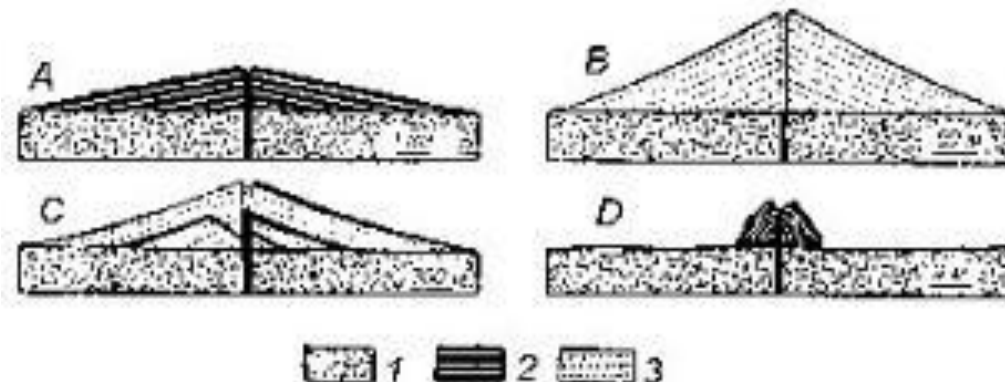
# Вулканические аппараты





Строение вулканических аппаратов зависит от множества факторов:

- **тектонического положения вулкана, строения его субстрата, состава магмы**
- **характера извержений, их интенсивности, длительности**
- **физико-географических условий, в которых протекает вулканический процесс (наземная или подводная обстановка, рельеф, климат и т.д.)**

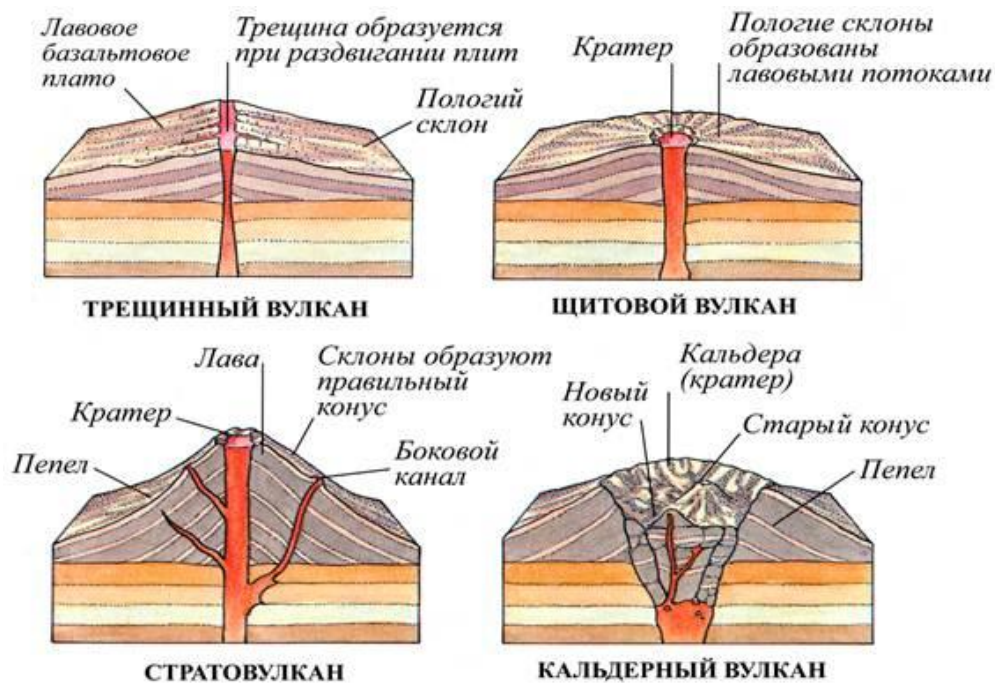


В зависимости от строения и взаимного расположения магмовыводящих каналов различают вулканические аппараты

□ **Трещинного (линейного)**

□ **Щелевого**

□ **Центрального** ТИПОВ.



# Линейные (трещинные) вулканы



При трещинном типе извержения роль магмовыводящего канала играет глубокая **протяженная трещина**. Расплав выходит на поверхность либо вдоль всей трещины, либо на одном или нескольких ограниченных участках, перемещение активных центров извержения происходит вдоль трещины.

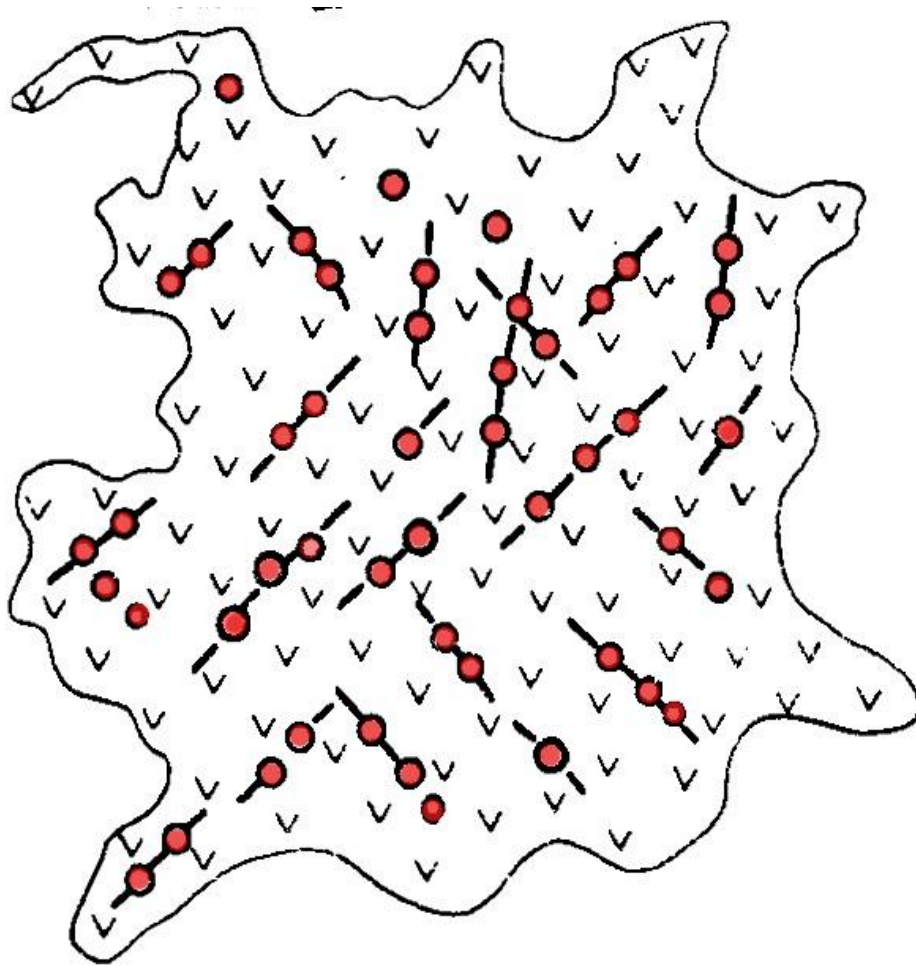


Влк. Лаки (Исландия). Извержение 1783 года. Трещина длиной 25 км. На поверхность <sup>3</sup> было выведено 11,7 км лавы.

Рифтовые долины срединно-океанских хребтов.

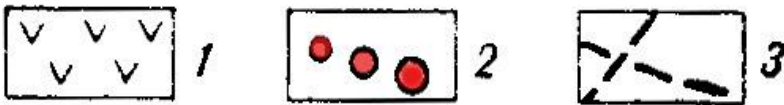


# Ареальный тип вулканического аппарата

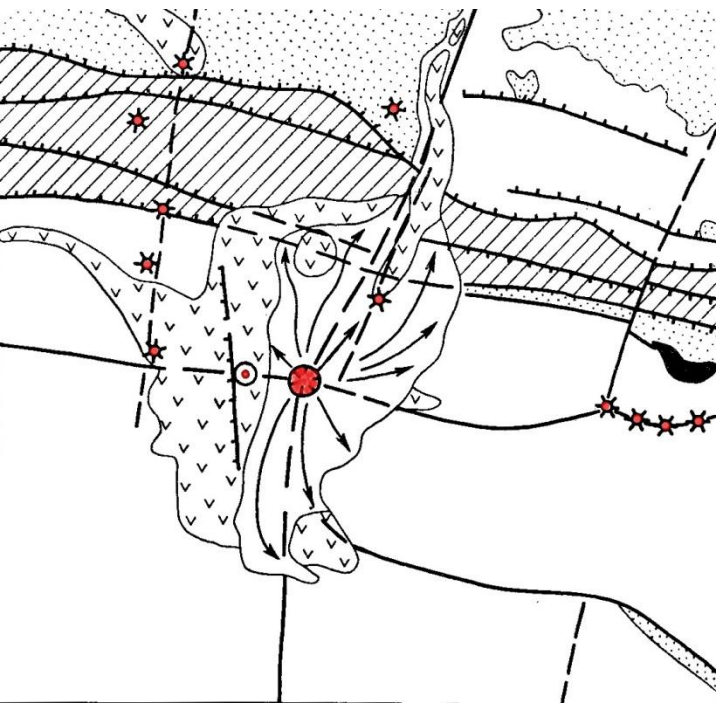


Ареальный тип вулканизма – **массовые извержения** на обширной площади **через множество мелких трещин**, которые, закупориваясь, отмирают и заменяются **новыми** центрами извержений.

- 1) Лавовый покров.
- 2) Моногенные центры извержения.
- 3) Магмовыводящие трещины.



# Вулканы центрального типа



У вулканов центрального типа, как правило, один **трубообразный магмовыводящий канал**. В плане вулканы имеют округлую форму.

Вулкан Эльбрус



Как правило, при **ареальном и трещинном** извержениях образуются **моногенные** вулканические центры, характеризующиеся **однократным извержением**, после которого их деятельность прекращается.

Вулканы **центрального** типа – **полигенные** вулканы, отличающиеся длительной активностью и **многократными извержениями**.

Их деятельность происходит в течение тысяч, а нередко и миллионов лет.



**Вулкано-тектонические структуры** - отрицательные формы рельефа,  
связанные с вулканами

Кальдеры



Сомма

Атрио

Молодой внутренний вулкан

Влк. Чайтен (Чили).



Влк. Крашениникова.



# Категории вулканических извержений

Классификации вулканов по типу извержений условны.

Извержения многих вулканов занимают промежуточное положение между выделяемыми типами. Со временем некоторые вулканы могут менять характер извержения.

**I. Эффузивные извержения.** Излияния основной базальтовой, подвижной, жидкой лавы. Проявляются, за редким исключением, на островах в океане.

а) **Гавайский тип.** Плоские щитовые вулканы центрального типа (Мауна-Лоа и т.д.).



Мауна-Лоа.



Мауна-Кеа.

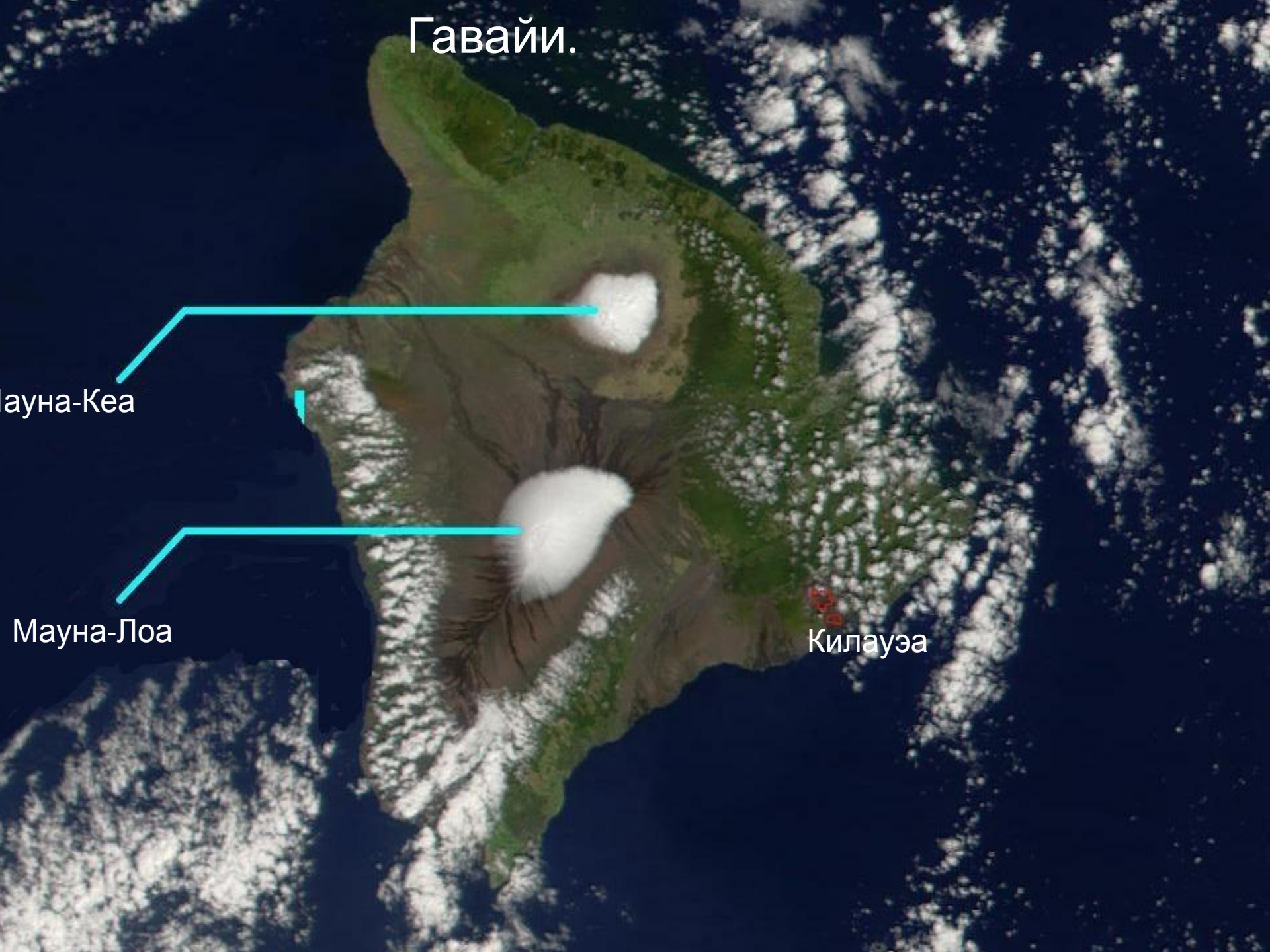


# Гавайи.

Мауна-Кеа

Мауна-Лоа

Килауэа





Спокойные, без взрывов излияния лавы с образованием потоков и лавовых озёр

Интенсивность вулканической деятельности сильно различается и зависит от свойств извергаемого материала.



## **б) Исландский тип.** Трещинные вулканы

(Лаки, 1783 г., Плоский Толбачик, 1975 г.)



Лаки



Плоский и Острый Толбачики, на переднем плане - Безымянный



Лавовые поля и  
потоки извержения  
1783 г. вулкана Лаки





# I. Эффузивно-эксплозивные извержения

Извержения средней андезитовой лавы и выбросы твёрдых и газообразных продуктов. Стратовулканы центрального типа.



Стромболи



Ключевской

### **III. Эксплозивно-экструзивные извержения.**

Взрывные выбросы твёрдых и газообразных продуктов, извержение или выдавливание малого количества лавы среднего или кислого риолитового состава.



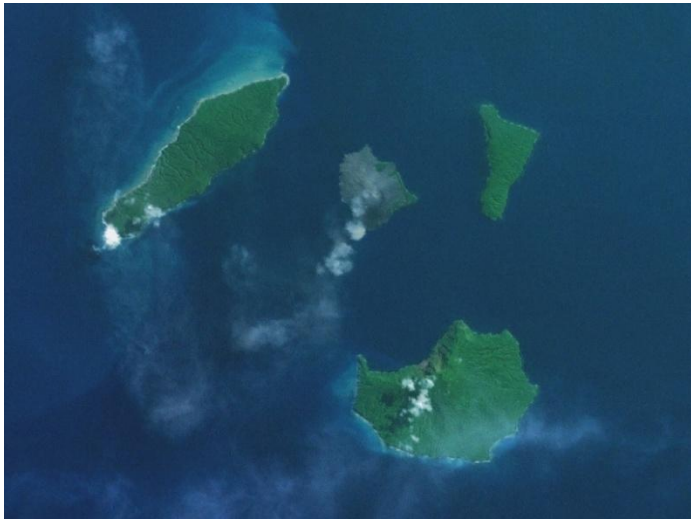
← Шивелуч



Безымянный →



**IV. Эксплозивные извержения.** Необычно сильные взрывы с выбросами огромного количества газов и пепла. Лава кислая дацитового или риолитового состава на поверхности не появляется.



← Кракатау



← Катмай (Аляска)

Бандайсан (Япония)



# **Поражающие факторы при извержении вулканов**

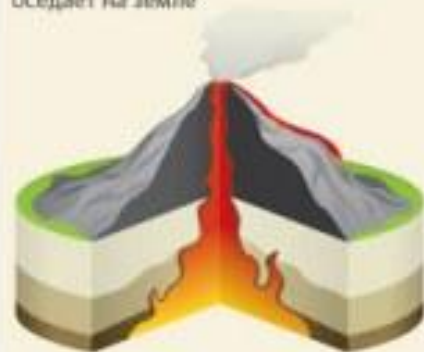


# Влияние вулканических выбросов на организм

Основную опасность для здоровья представляют выбрасываемые при извержении пепел и вулканические газы

## Вулканический пепел

Один из продуктов измельчения магмы. Состоит из частиц пыли и песка с примесями горных пород. Возникает в процессе извержения вулканов, когда он выбрасывается в воздух, а затем оседает на земле



Частицы вулканического пепла похожи на кристаллики размером **0,001-2 мм**

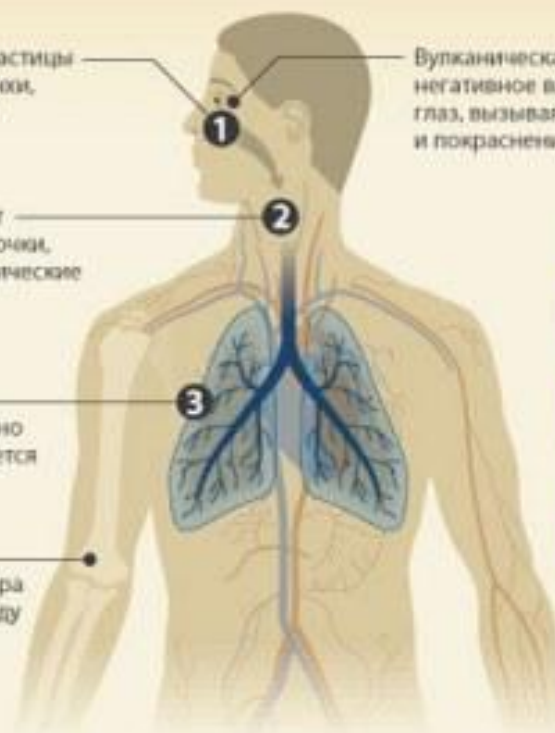
При вдыхании частицы попадают в бронхи, а затем в легкие

Они раздражают слизистые оболочки, вызывая аллергические реакции

Человеку становится трудно дышать, появляется сухой кашель

Попадание соединений фтора в пищу через воду могут привести к проблемам с костями и зубами

Вулканическая пыль также оказывает негативное влияние на слизистую оболочку глаз, вызывая раздражение в виде жжения и покраснения



## Рекомендации



На улице пользоваться респираторами



Людям с заболеваниями дыхательных путей носить с собой необходимые лекарства для облегчения состояния



По возможности не выходить на улицу

## Вулканические газы

выделяются вулканами любого типа. Они поднимаются в атмосферу, но частично могут возвращаться на поверхность земли в виде кислотных дождей



Одним из самых вредных вулканических газов для домашнего скота является **фтороводород**

- Соединения фтора захватываются пепловыми частицами
- При выпадении с осадками на земную поверхность частицы заражают пастбища и водоемы, вызывая тяжелые заболевания скота



Одним из самых вредных вулканических газов для человека является **диоксид серы**

- Газ реагирует с влажным воздухом, образуя крошечные капли серной кислоты
- Качество воздуха ухудшается, дождевая вода становится кислотной, растительность высыхает на корню
- Даже при небольшой концентрации раздражает слизистые оболочки носа, горла и глаз

- ударная волна
- летящие камни
- вулканический пепел и газы
- тепловое излучение
- потоки лавы
- возможно возникновение цунами, оползней и пожаров.
- мелкий пепел, рассеянный в воздухе, может вызывать затруднение дыхания, обструкцию дыхательных путей, асфиксию и смерть
- возможно содержание токсичных вещества, отравляющие источники воды
- пыль и пепел затрудняют видимость, выводят из строя моторы автомобилей, радио и связь.







При извержении образуются *пирокластические потоки* (раскаленная лава) – газовые струи, содержащие в виде взвеси пепел и камни. Они движутся по склонам со скоростью 500-800 км/час и имеют температуру около 1000 °С.





**Человеческие жертвы от извержений вулканов связаны с множеством причин: лавовые, грязевые и пирокластические потоки, лавины, выпадение тефры и баллистических бомб, болезни и голод.**

Масштаб бедствия в зоне извержения вулкана зависит от инфраструктуры и заселенности территории, прилегающей к вулкану, а также от работы системы оповещения

# Наиболее частые причины гибели людей при извержении вулканов

- Прежде всего, это **травмы, ожоги** и **асфиксия**.
- В потоках лавы содержится серная и соляная кислоты в высоких концентрациях, что вызывает ожоги кожи.
- После извержения вулканов среди населения часто растет заболеваемость **бронхиальной астмой**, бронхитами, а также отмечается обострение течения **хронических заболеваний легких** и эмфиземы.
- Установлена связь между заболеваемостью людей **слоновостью** и вулканическими почвами в очагах болезни, где **аморфный кремнезем проникает в организм** и **вызывает обструкцию лимфатической системы**.



Снижение числа человеческих жертв и материального ущерба от извержений **вулканов** достигается путем постоянного наблюдения за ними и прогнозирования предстоящих извержений.

Единственным способом спасения при извержении вулканов остаётся эвакуация населения.

# Основные способы борьбы с извержениями вулканов:

- охлаждение лавы водой;
- сооружение искусственных каналов для отвода лавы и грязекаменных потоков;
- сооружение защитных плотин;
- своевременная эвакуация населения из опасных зон;
- умение оказать первую помощь пострадавшим.



# Поствулканическая (фумарольная) стадия

Стадия характеризуется выходом на поверхность **горячей воды** и газо-паровых струй – **фумарол** (лат. «фумус» - дым).

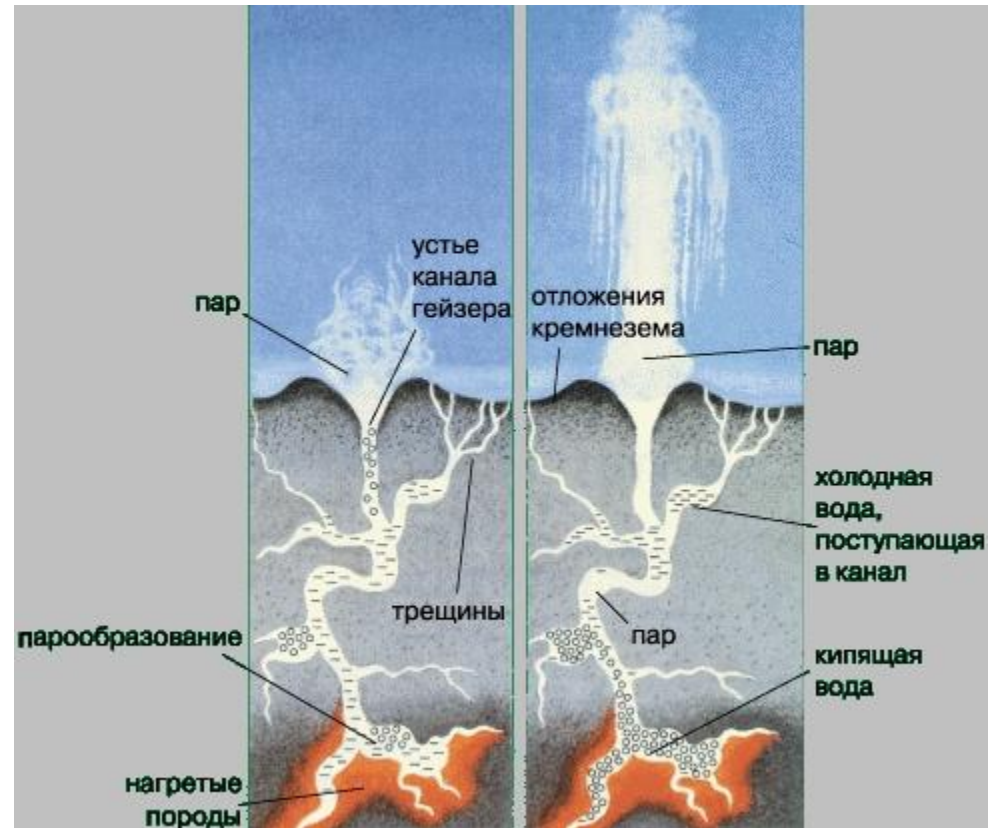
Мутновское фумарольное поле.

# Гейзеры

**Гейзер** - источник, периодически выбрасывающий фонтаны горячей воды и пара. Одно из проявлений поздних стадий вулканизма, распространены в областях современной вулканической деятельности



Долина гейзеров (Камчатка).





# *Термальные источники*

выход на поверхность подземных вод, нагретых выше 20°C.

Большинство горячих источников питаются водой, которая подогревается магматическими интрузиями в районах активного вулканизма.



Памуккале, Турция



# Грязевые вулканы

геологические образования, представляющее собой отверстия или углубления на поверхности земли либо конусообразное возвышение с кратером из которых постоянно или периодически на поверхность Земли извергаются грязевые массы и газы, часто сопровождаемые водой и нефтью.





***Использование  
поствулканической  
деятельности в  
энергетике***







***Бальнеологическое  
использование  
поствулканической  
деятельности***





# *Вопросы*

1. Твердые продукты вулканических извержений
2. Строение вулканических аппаратов
3. Виды вулканических аппаратов.
4. Поражающие факторы при извержении вулканов
5. Гейзеры, термальные источники, грязевые вулканы.