



ЗАГРУЗКА...

2019



ВидеоСтудия
СамГТУ

ВУЛКАНЫ:

причины образования, типы, продукты
вулканических извержений

2019





СОДЕРЖАНИЕ

-  [Общие сведения о вулканах](#)
-  [Образование вулканов](#)
-  [Типы вулканов](#)
-  [Предсказание извержений](#)
-  [Вулканические породы](#)



ВЫХОД



ТИПЫ ВУЛКАНОВ



СОДЕРЖАНИЕ



на Гавайях...



о. Монсерат...



в Италии...



в Японии...



в Исландии, Мексике...



ВЫХОД

ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О ВУЛКАНАХ



К СОДЕРЖАНИЮ



ВЫХОД



ПУСК \ СТОП

в щелчок левой кнопкой в центре экрана

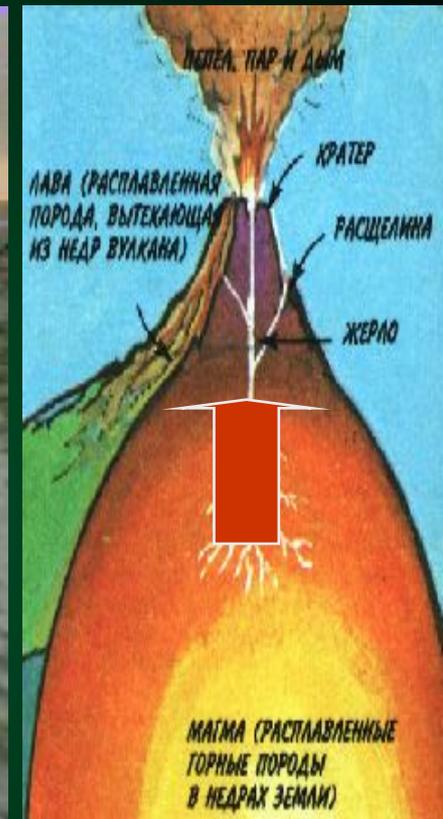
УВЕЛИЧИТЬ -

в щелчок по рисунку

СПРАВКА



2019



В некоторых местах земная кора бывает тоньше обычного либо в трещинах. Там горячие жидкие горные породы из недр Земли могут прорываться на поверхность...

ОБРАЗОВАНИЕ ВУЛКАНОВ

К СОДЕРЖАНИЮ



ВЫХОД



- Причины возникновения вулканов
- Образование нового вулкана в Исландии
- Образование нового вулкана в Мексике

СПРАВКА



ВУЛКАНЫ В ЯПОНИИ...

НАЗАД



ВЫХОД



СПРАВКА



Вулкан Унзен

Вулкан Сакуражима

ВУЛКАНЫ о. МОНСЕРАТ...



НАЗАД



ВЫХОД



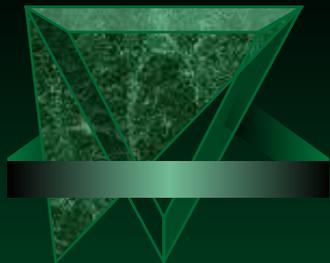
ПУСК \ СТОП в
щелчок левой
кнопкой в центре
экрана

СПРАВКА



2019





ВУЛКАНЫ ГАВАЕВ...

НАЗАД



ВЫХОД



[Извержение вблизи г. Калапама](#)

[Извержение в. Каилуа](#)

[Фильм ВУЛКАНЫ ГАВАЕВ ч.1](#)

[Фильм ВУЛКАНЫ ГАВАЕВ ч.2](#)

[Фильм ВУЛКАНЫ ГАВАЕВ ч.3](#)



УВЕЛИЧИТЬ - в
щелчок по рисунку

СПРАВКА



2019

ВУЛКАНЫ В ИТАЛИИ...

НАЗАД



ВЫХОД



СПРАВКА



Вулкан Этна

Вулканы Стромболе, Везувий

Вулкан Ласолвита. Гейзеры

ПРЕДСКАЗАНИЕ ИЗВЕРЖЕНИЙ

К СОДЕРЖАНИЮ



ВЫХОД



В Мексике...

На Гавайях...

СПРАВКА



СПРАВКА

- **Для запуска или остановки** воспроизведения видеоклипа – щелкнуть по изображению левой кнопкой мыши.
- **Для увеличения размеров рисунка** – щелкнуть по нему левой кнопкой мыши.
- **Для выхода из программы** – нажать на кнопку «Выход» или щелкнуть правой кнопкой мыши в любом месте экрана и выбрать команду «Завершить презентацию».
- **Для перехода к содержанию** – нажать кнопку «СОДЕРЖАНИЕ», расположенную на экране.
- **В программе использованы** фрагменты фильмов из цикла передач НТВ «Бушующая планета» 2002/03 гг.
- **Работа выполнена временным творческим коллективом СамГТУ:**
 - Литературный сценарий - Гусев В.В.;
 - Режиссерский сценарий - Лашманов А.М.;
 - Техническая редакция - Кац Н.Г.;
 - Цифровой монтаж - Шимаров А.И.





ДЛЯ ПРОСМОТРА –

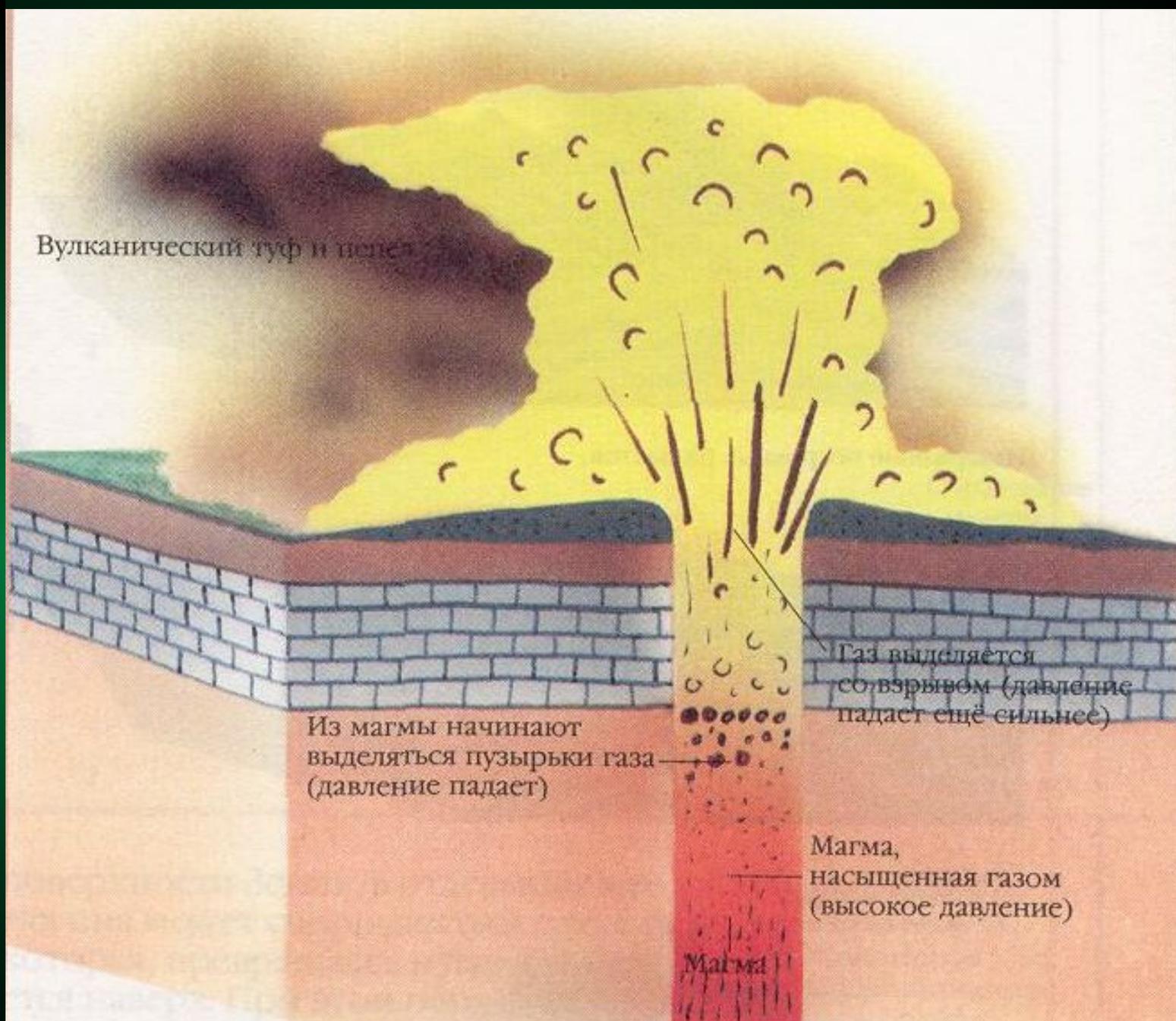
выполнить команду

*«Показ слайдов
/Начать показ»*

или нажать

правый значок

здесь V

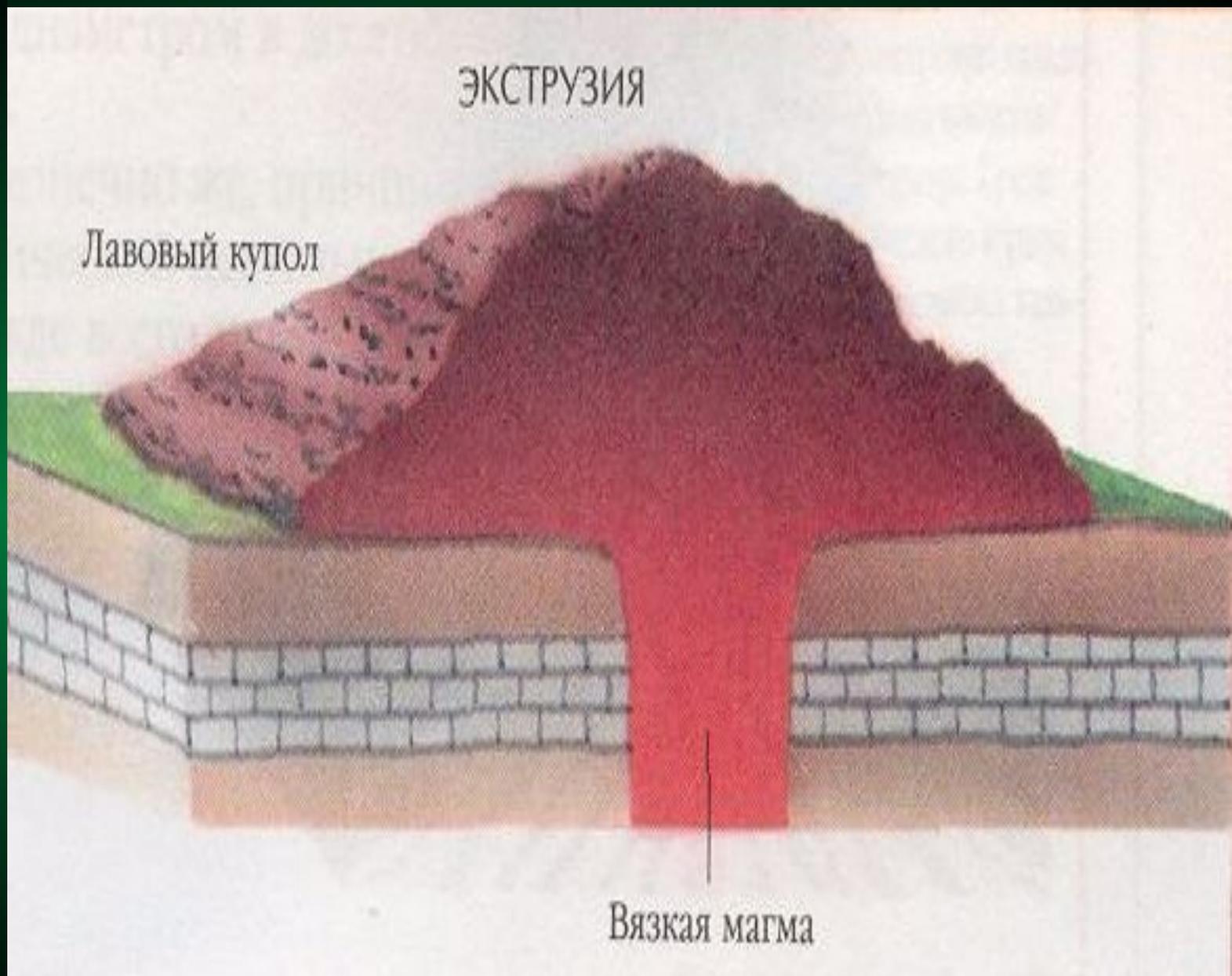


НАЗАД



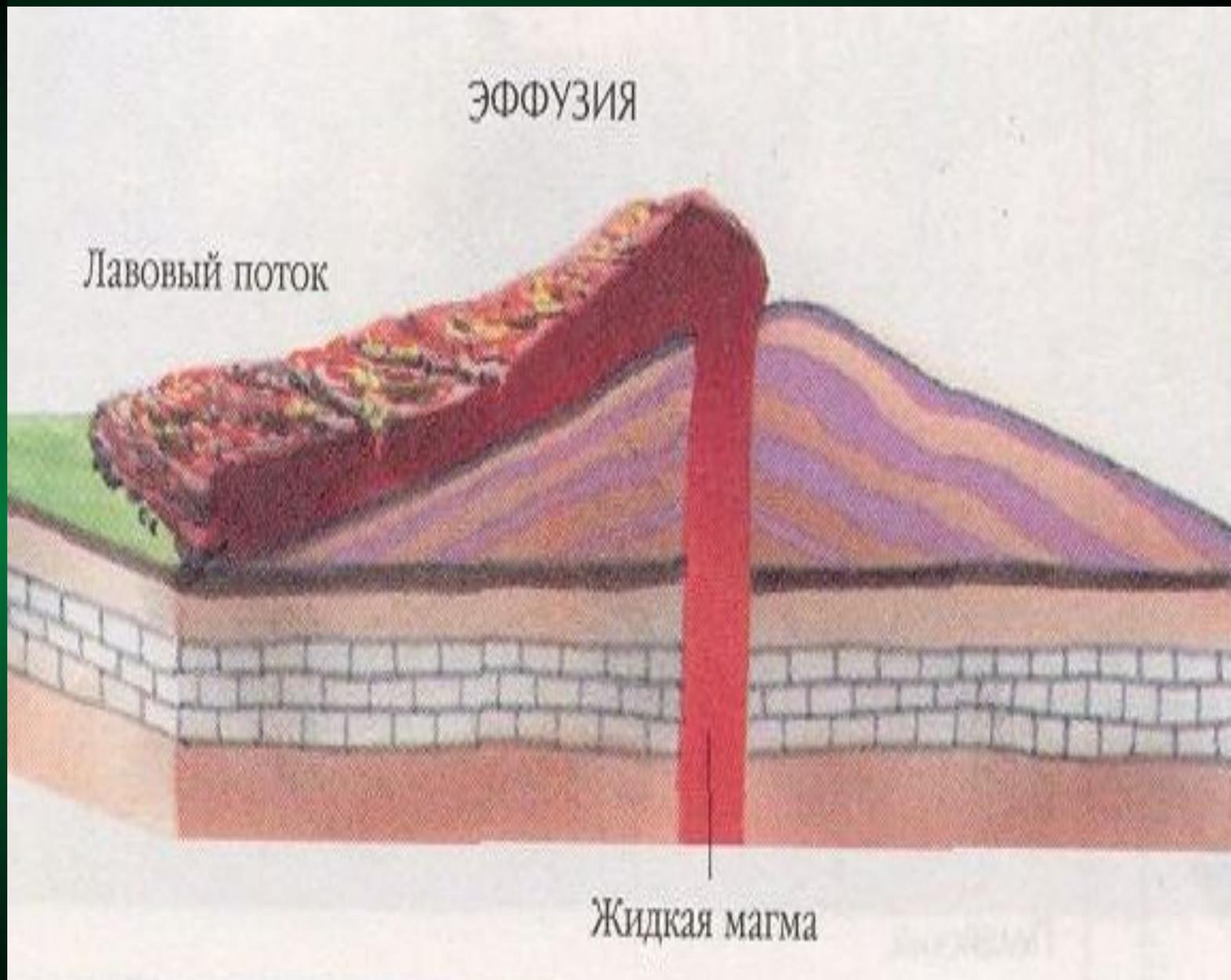
R02Mg

НАЗАД



R03P1

НАЗАД



R04kGv

НАЗАД

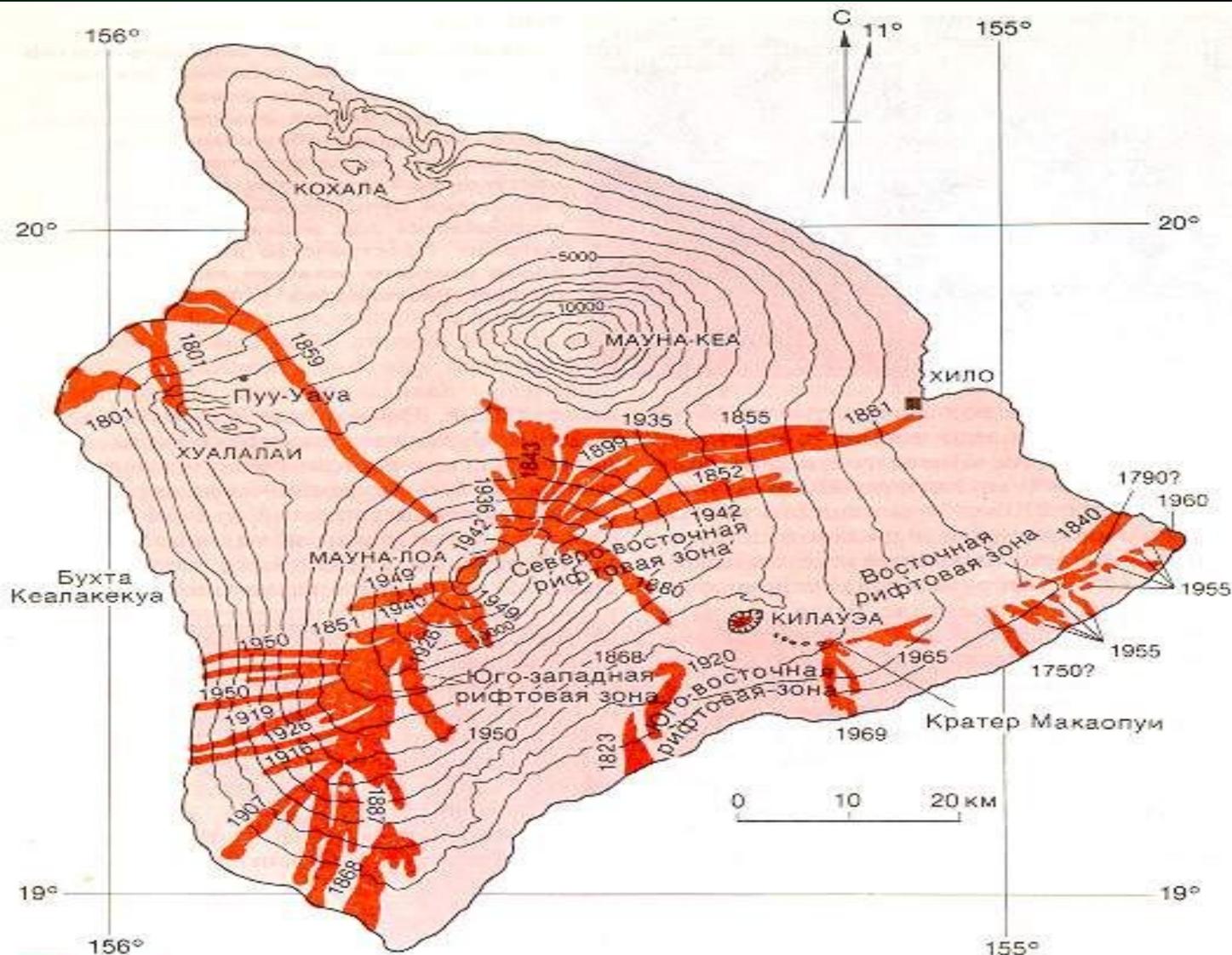


РИС. 13.

Карта о. Гавайи с пятью крупными вулканами, которыми образован остров, и излившимися в историческую эпоху потоками лавы. Изогипсы проведены через 1000 футов. Отсчет от среднего уровня моря. Рельеф по данным Геологической службы США. (Перепечатано с разрешения издательства «Юниверсити оф Гавайи пресс» из книги: Gordon A. Macdonald, Agatin T. Abbott, The geology of Hawaii, Volcanoes in the Sea, 1970, © by University of Hawaii Press.)

R05Bd1

НАЗАД

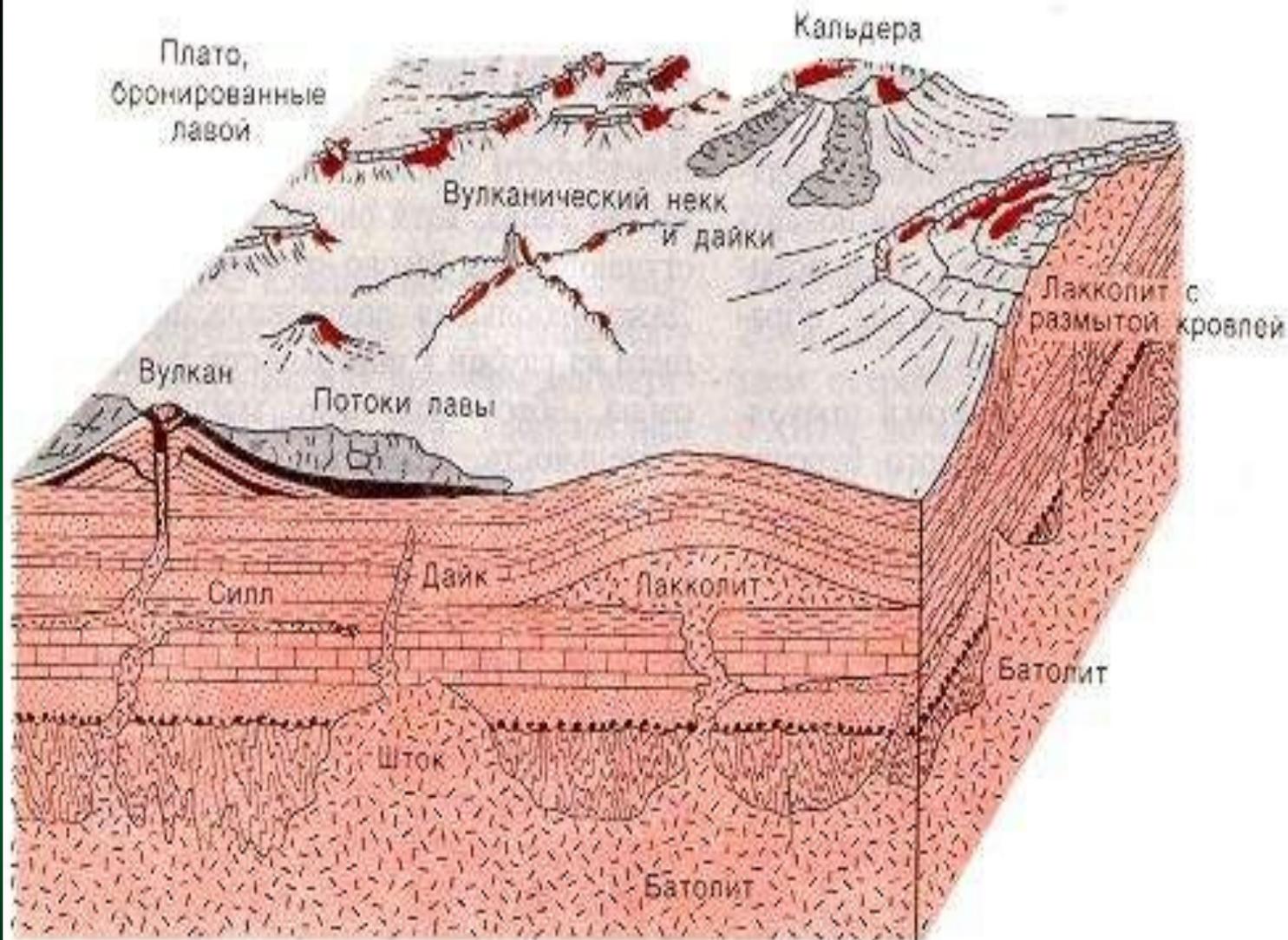
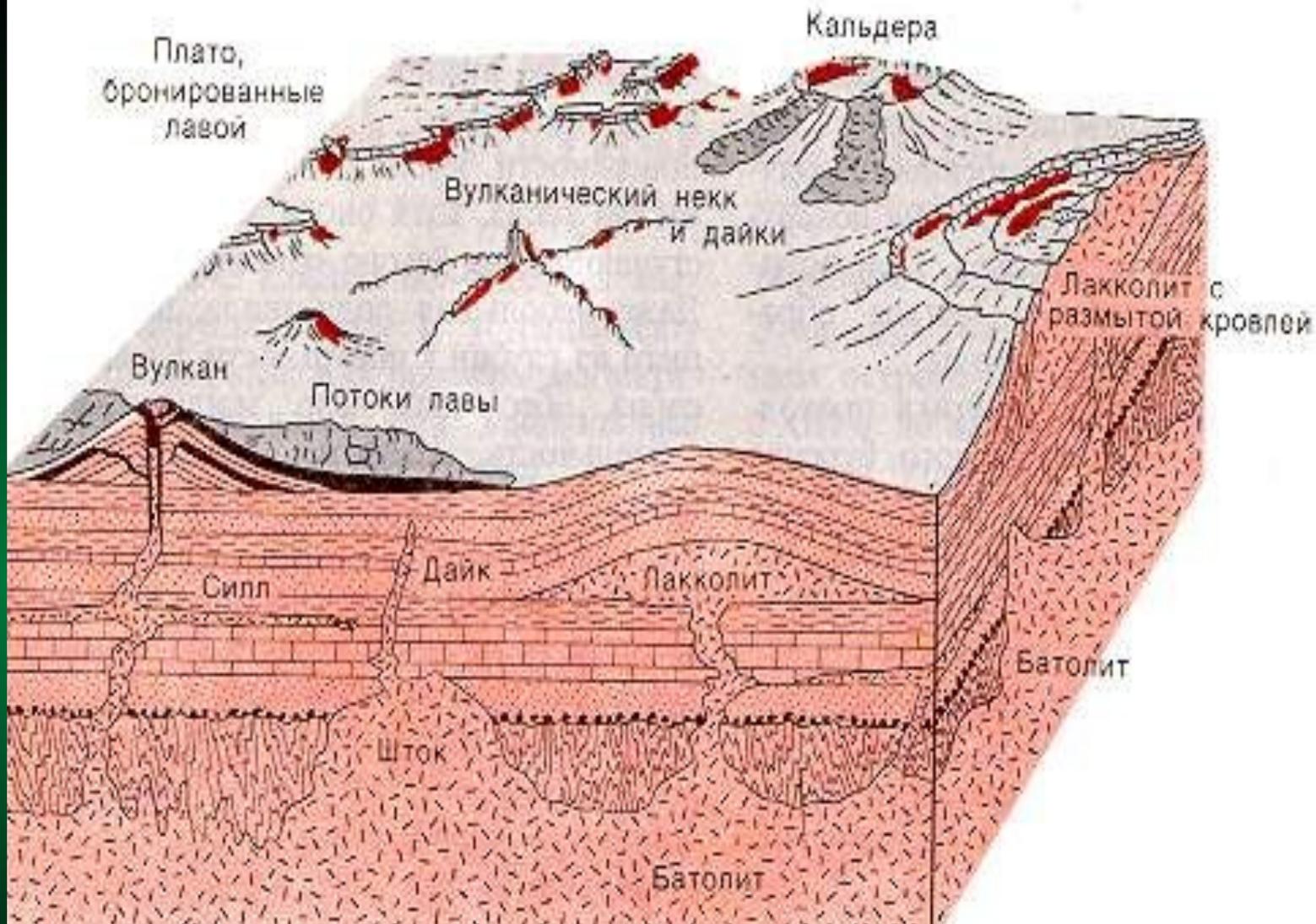


РИС. 1

Блок-диаграмма, показывающая структурные соотношения различных типов интрузивных и эффузивных пород. (По Ф. П. Янгу.)

R06Bd

НАЗАД



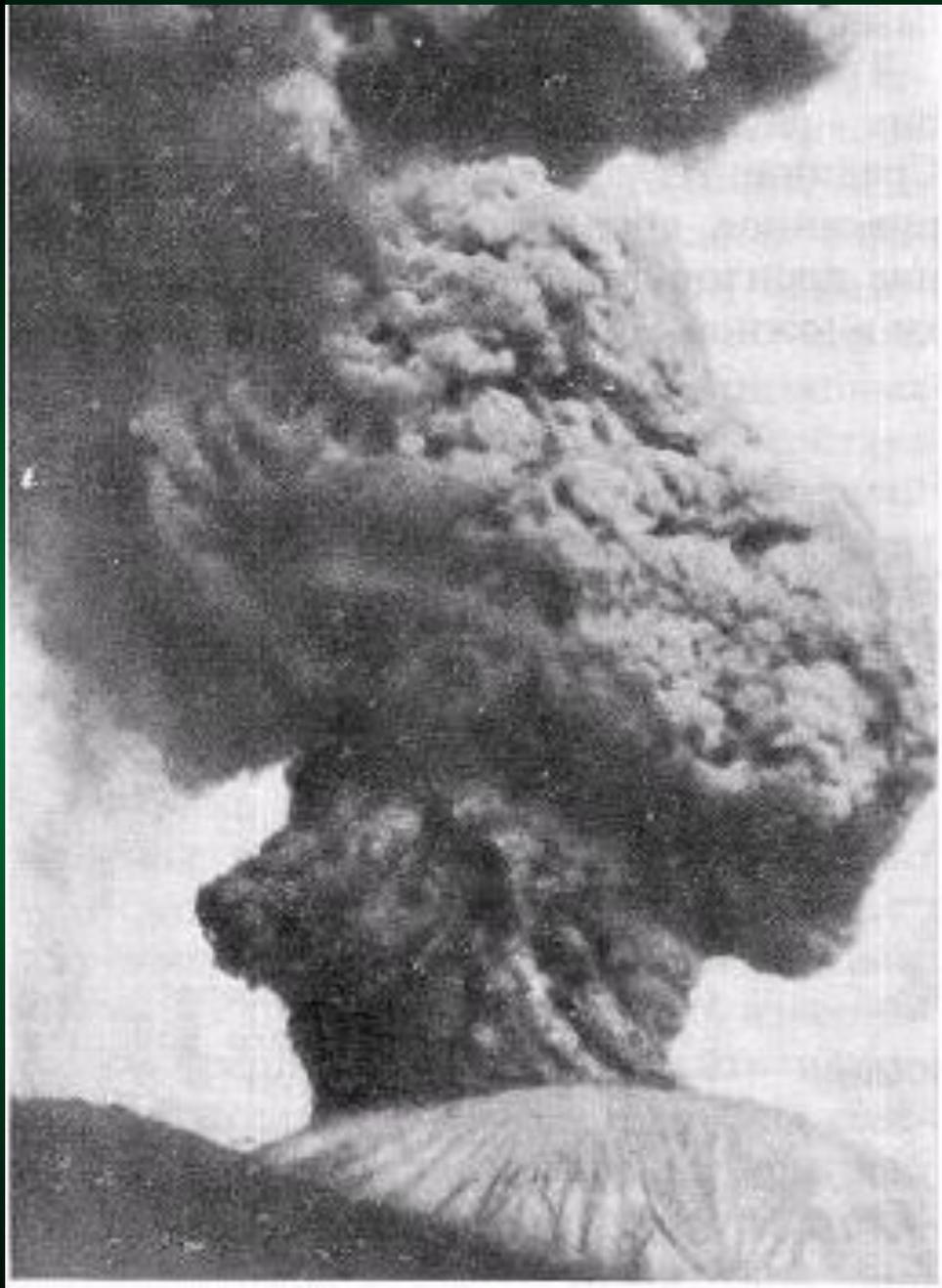
Из магмы образуются как неглубокие интрузии: дайки, силлы и вулканические неки, так и глубоко залегающие батолиты и штоки.

Основные продукты извержений рассмотрены

[ЗДЕСЬ](#)

R07VVz

НАЗАД



Облако водяного пара и
вулканического пепла
над Везувием 14 апреля
1906 г.

Поперечник облака в
наиболее широкой части
достигал 1 км.

R08MP

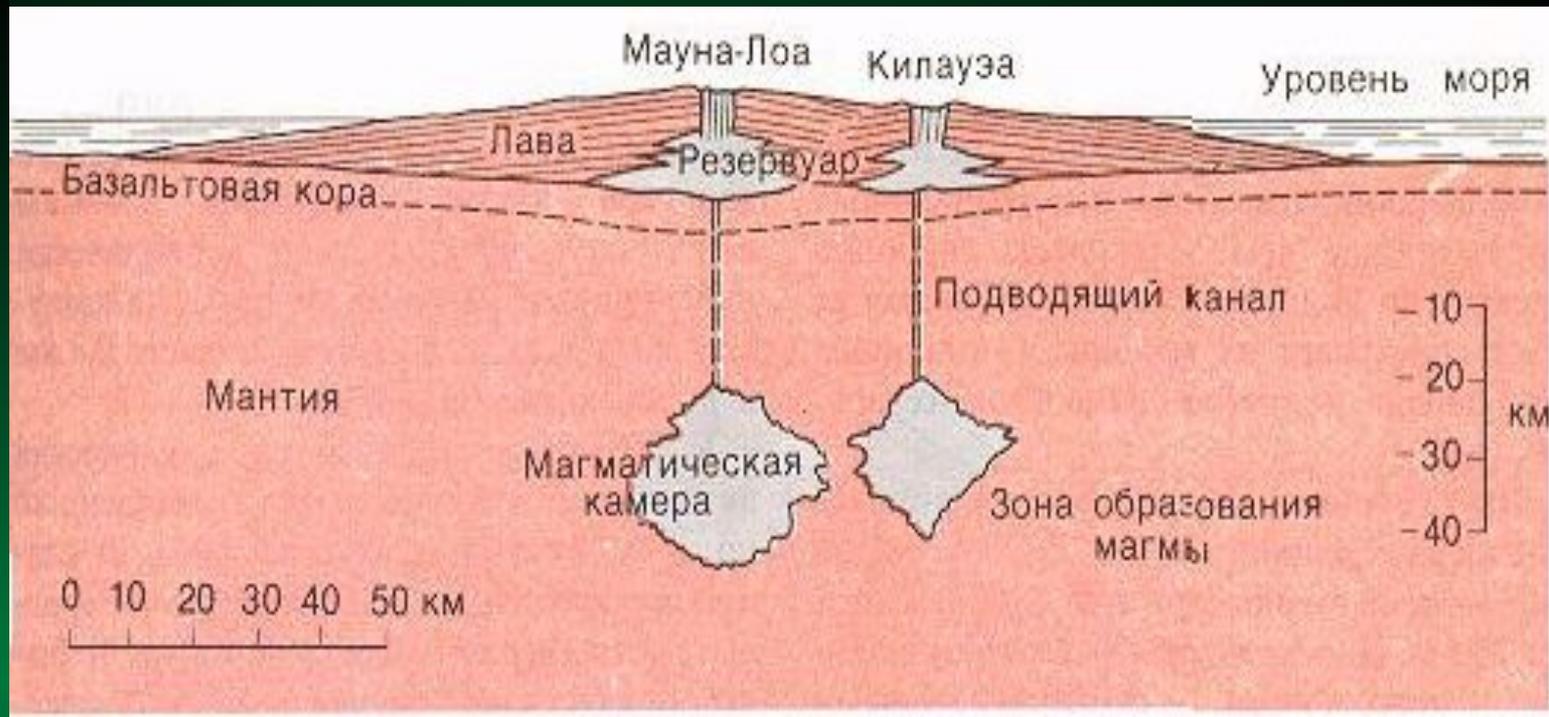
НАЗАД



Географическое
положение вулкана
Мон-Пеле на
острове Мартиника

R09ML

НАЗАД



□ Гипотетический разрез через вулканы **Мауна-Лоа** и **Килауэа** на Гавайях, показывающий

- возникновение магмы в мантии,
- а также неглубоко расположенные резервуары, в которых накапливается магма. Эти резервуары периодически то увеличиваются в объеме, то сжимаются по мере нарастания и падения активности.

□ Перед извержением лавы происходит подъем земной поверхности и увеличивается ее наклон во внешнюю сторону.

□ После извержения происходит опускание и изгиб поверхности внутрь.

R10FI

НАЗАД

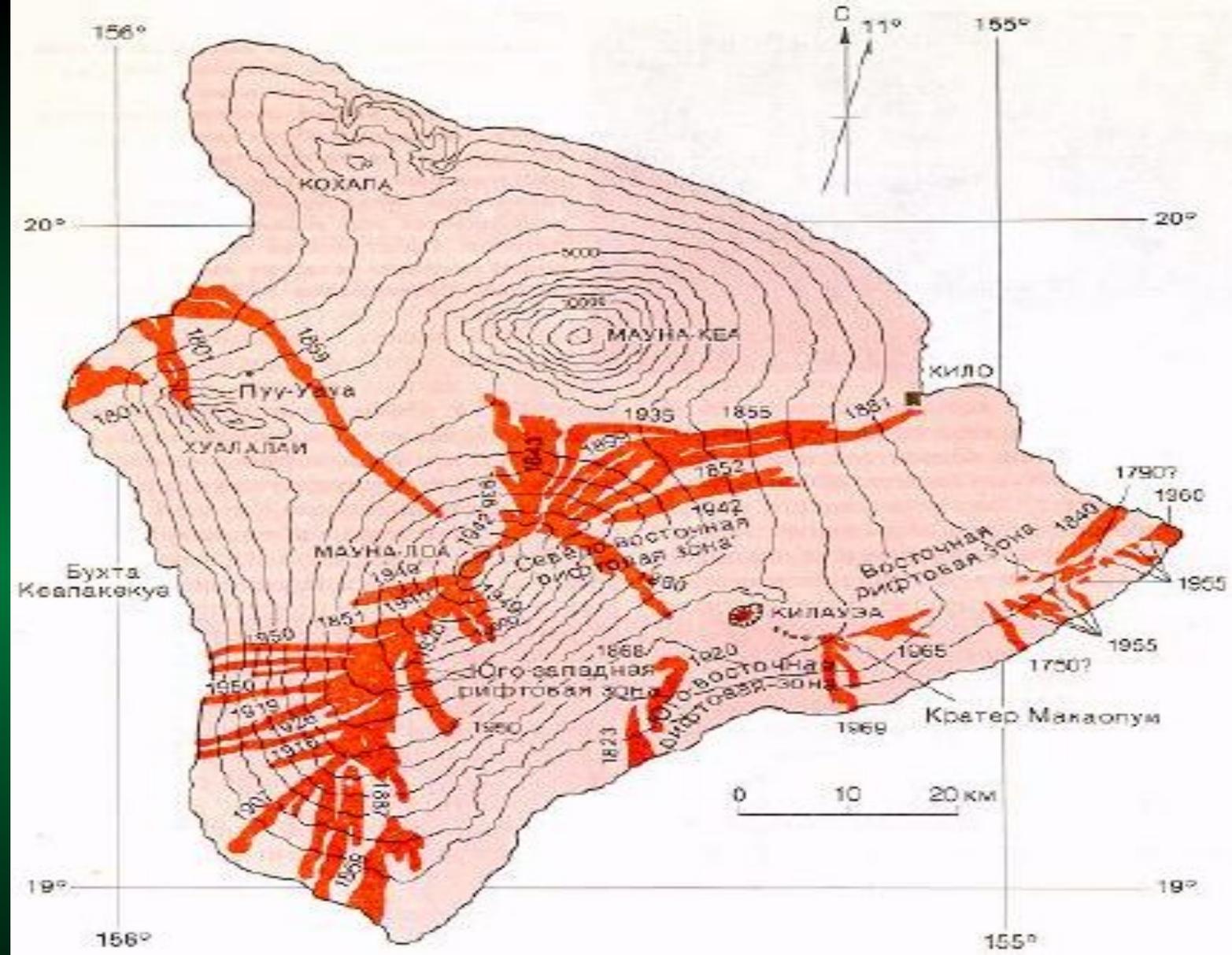


Фонтан лавы, выброшенной 7 июня 1950 г. на высоту 2600 м из жерла, расположенного на юго-западной трещине вулкана Мауна-Лоа. Расплавленная лава поступала в виде нерегулярно повторявшихся выбросов: часть ее затвердевала в форме шлака и капель, остальная масса стекала вниз, образуя при застывании волнистую поверхность (видна на переднем плане). (Фотография Макдоналда, Геологическая служба США.)



R11kG

НАЗАД



Карта о.Гавайи с пятью крупными вулканами, которыми образован остров, и излившимися в историческую эпоху потоками лавы. Изогипсы проведены через 1000 футов.

2003

R120l

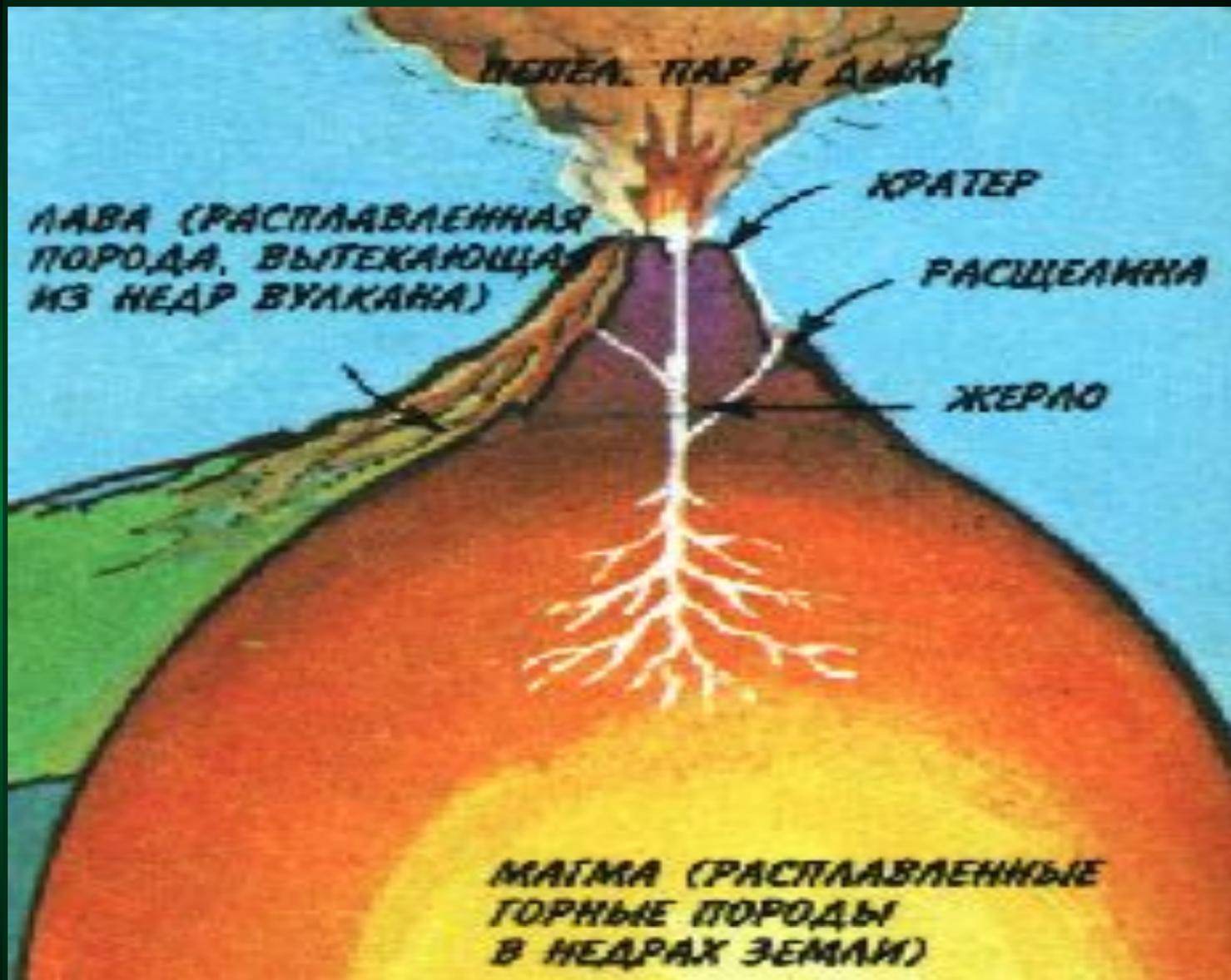
НАЗАД



Жидкое лавовое озеро в кратере **Халемауау** - огненной воронке внутри кальдеры Килауэа на Гавайях.

R13rv

НАЗАД

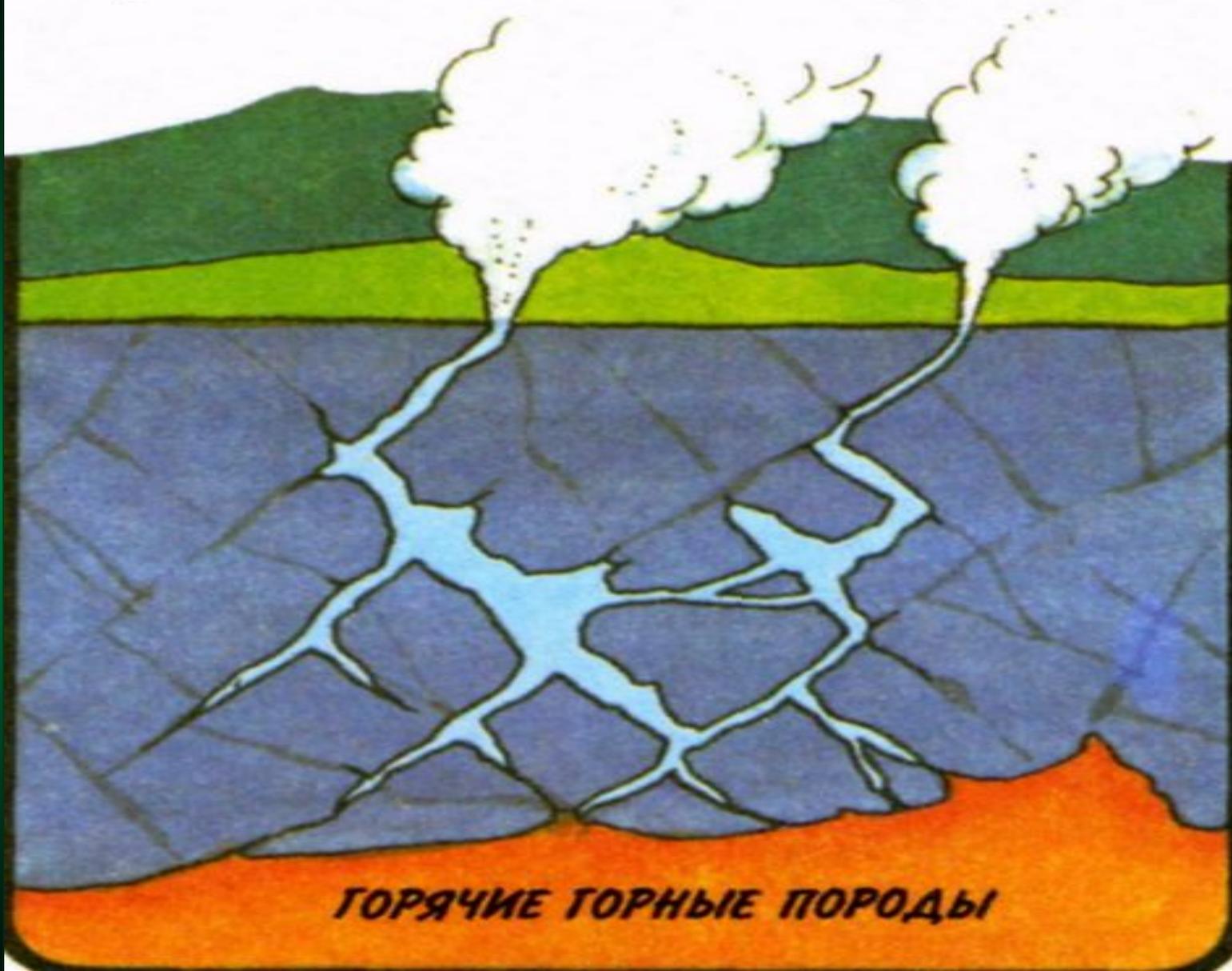


R14pl

НАЗАД



Горячая вода из недр Земли

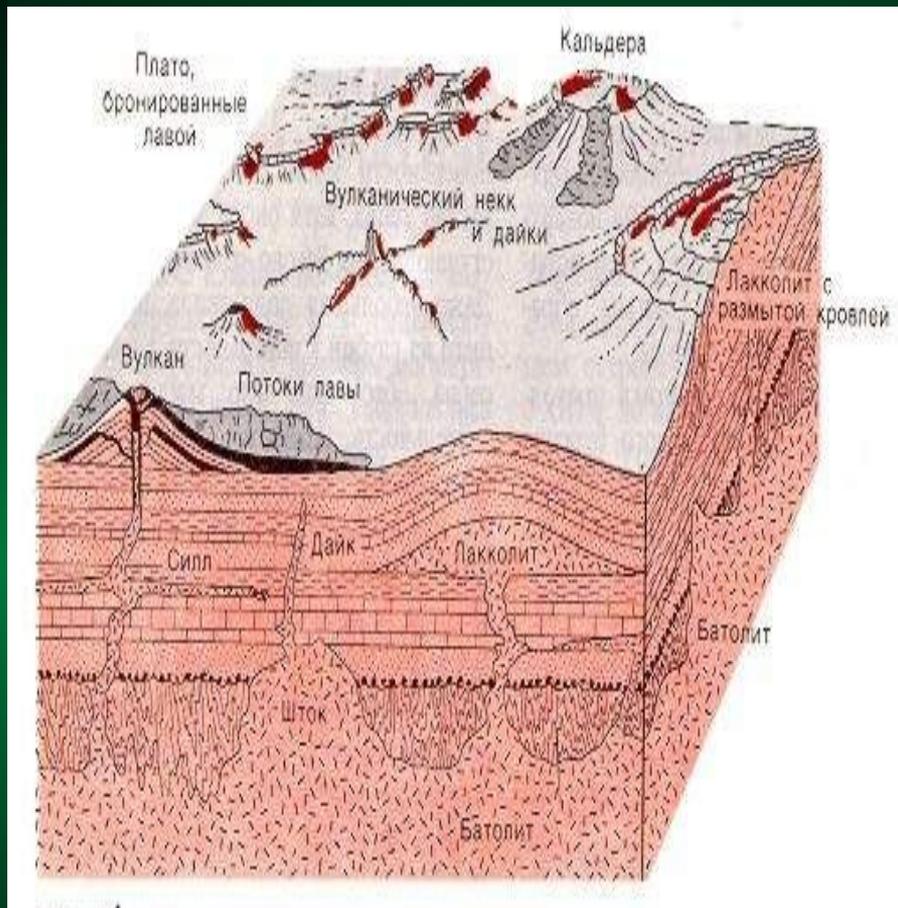


R15gz

НАЗАД



ВУЛКАНИЧЕСКИЕ ПОРОДЫ



Большая часть **магмы** не изливается на поверхность, а затвердевает под землей.

Образовавшиеся таким образом на глубине тела называют **интрузиями**.

В зависимости от формы различают несколько основных разновидностей интрузий:

- **дайки**
- **силлы, лакколиты и неки**

Основные продукты извержений рассмотрены [ЗДЕСЬ](#)



Впр

К СОДЕРЖАНИЮ



ВЫХОД



УВЕЛИЧИТЬ - в щелчок по рисунку

СПРАВКА



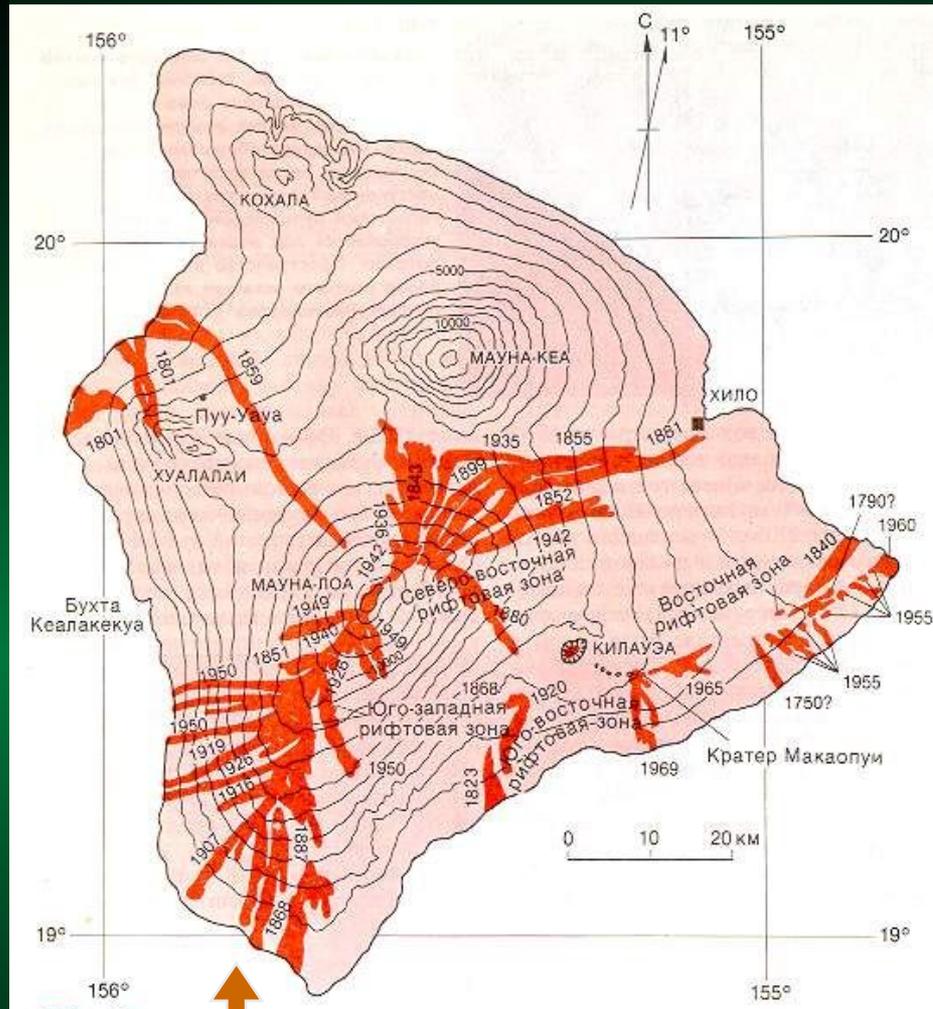
2003



НАЗАД



ВЫХОД



Если интрузии просто заполняют трещины, то возникают дайки.

Ширина даек колеблется от 1 км до десятков метров.

В длину они достигают десятков километров.

В некоторых случаях образуются рои даек, заполняющих параллельные, пересекающие или радиально расположенные разрывы...

СПРАВКА





НАЗАД



Если **интрузии** «втискиваются» согласно (конкордантно) между пластами горных пород, то образуются **силлы**.

Силлы имеют толщину от нескольких метров до сотен километров. Они занимают площадь от долей квадратного километра до сотен квадратных километров.

Лакколиты обладают плоским дном и куполообразно выгнутой кровлей.

Некки (вулканические пробки) образуются при застывании магмы в вертикальных жерлах вулканов.

Размер некков в поперечном сечении колеблется от 0,1 до 0,5 км, иногда достигая 2 км.

Основные продукты извержений
рассмотрены [ЗДЕСЬ](#)

Образование нового вулкана в Исландии

ВУС

НАЗАД

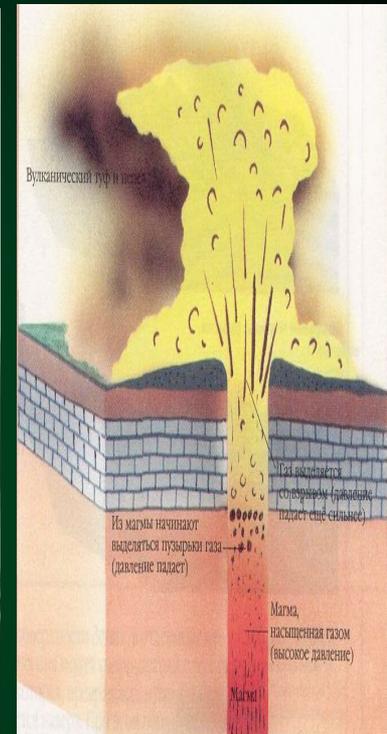


ПУСК \ СТОП

щелчок левой
кнопкой в центре
экрана

УВЕЛИЧИТЬ -

щелчок по рисунку



Извержение
вулкана...

Порт Хаемей. 1973 год.

Образование нового вулкана в Мексике

ВМк

НАЗАД



ПУСК \ СТОП

щелчок левой
кнопкой в центре
экрана

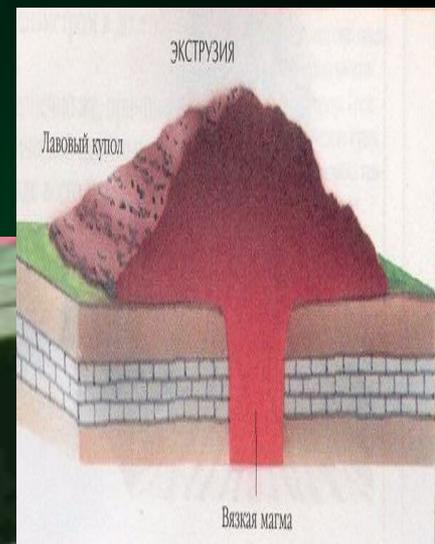
УВЕЛИЧИТЬ -

щелчок по рисунку

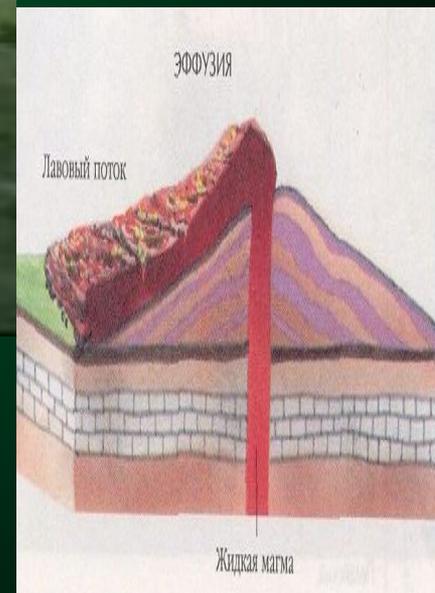


ПОДОЖДИТЕ...

Вулкан Парикутин. 1943 год.



Процессы
образования и
роста вулкана





Вулкан Унзен

НАЗАД



ПУСК \ СТОП

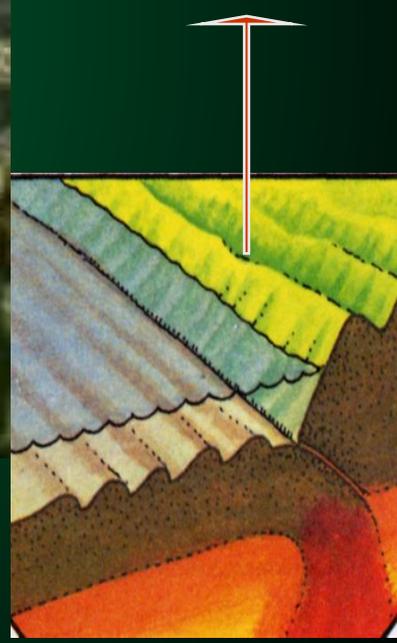
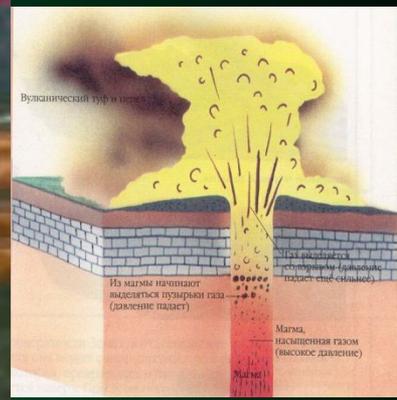
щелчок левой кнопкой в центре экрана

УВЕЛИЧИТЬ -

щелчок по рисунку



ПОДОЖДИТЕ...



Вулкан на месте разлома тектонических плит

Вулкан Сакуражима



НАЗАД

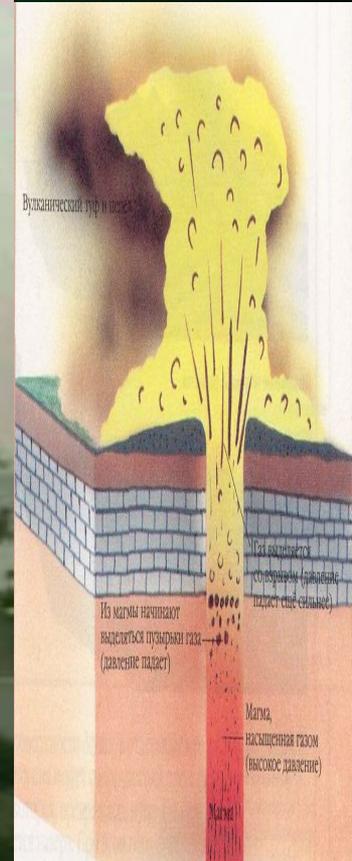


ПУСК \ СТОП

щелчок левой
кнопкой в центре
экрана

УВЕЛИЧИТЬ -

щелчок по рисунку



Часто при извержении взрывная волна имеет скорость, которая превышает скорость звука

Извержение вблизи г. Калапама

VKI

НАЗАД

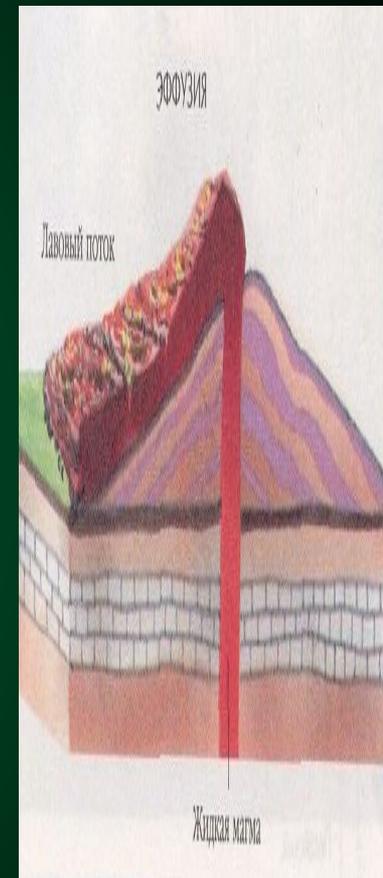


ПУСК \ СТОП

щелчок левой
кнопкой в центре
экрана

УВЕЛИЧИТЬ -

щелчок по рисунку



В 1991 году за три месяца вулкан поглотил город Калапама...

Вулкан Каилуа



НАЗАД

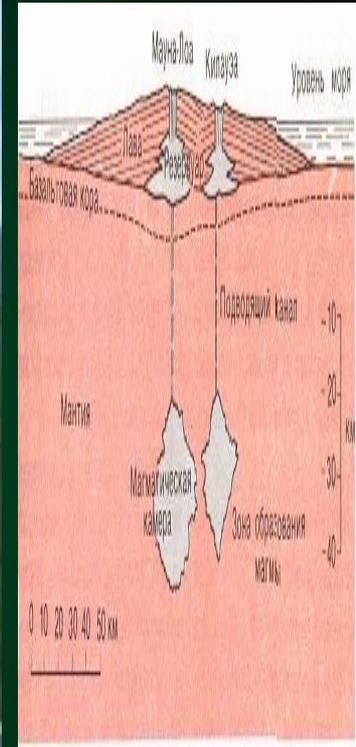


ПУСК \ СТОП

щелчок левой
кнопкой в центре
экрана

УВЕЛИЧИТЬ -

щелчок по рисунку



Гипотетический разрез через вулканы **Мауна-Лоа** и **Килауэа** на Гавайях

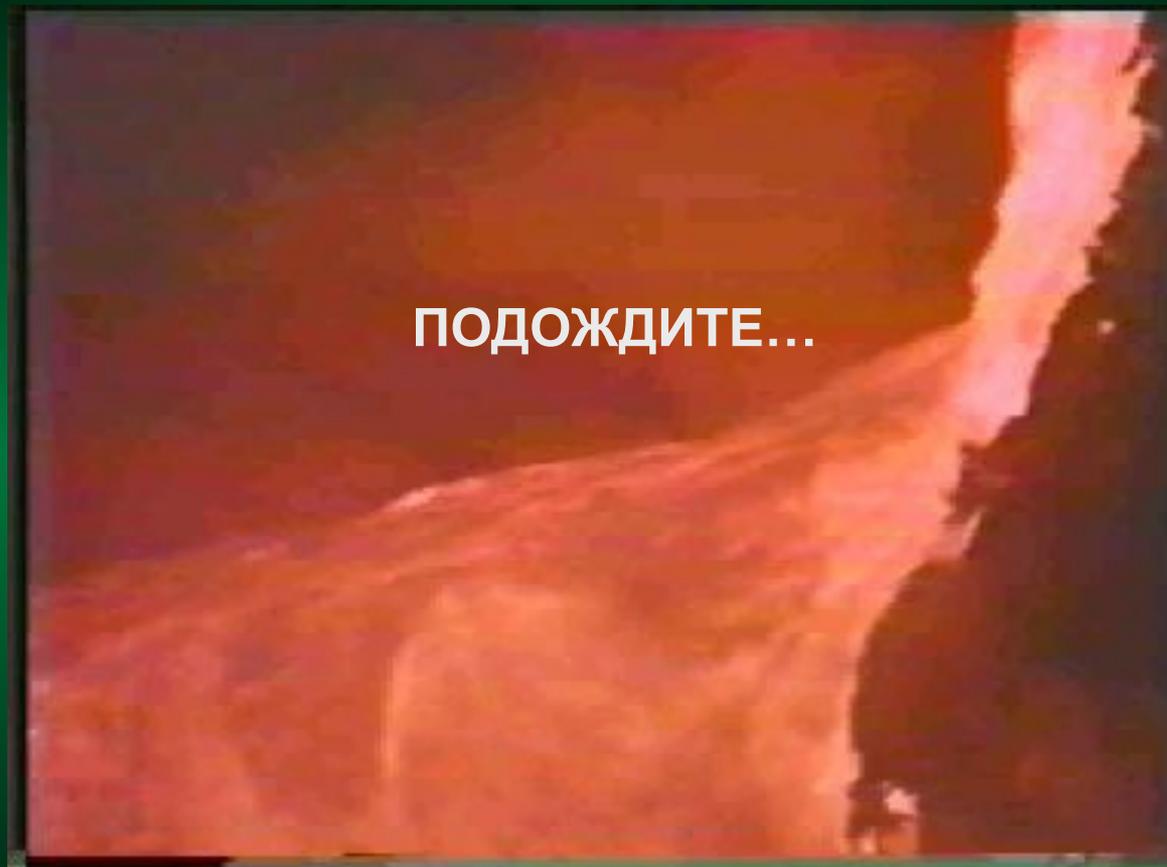


«Вулканы Гавайев» ч. 1

НАЗАД



ПУСК \ СТОП 
щелчок левой
кнопкой в центре
экрана



ПОДОЖДИТЕ...



«Вулканы Гавайев» ч. 2

Fr2

НАЗАД



ПУСК \ СТОП 
щелчок левой
кнопкой в центре
экрана

ПОДОЖДИТЕ...





«Вулканы Гавайев» ч. 3

НАЗАД



ПУСК \ СТОП 
щелчок левой
кнопкой в центре
экрана



Вулкан Этна



НАЗАД



ПУСК \ СТОП 
щелчок левой
кнопкой в центре
экрана



Извержение в. Этна на Сицилии в 1983 году

Вулканы Стромболе, Везувий



НАЗАД

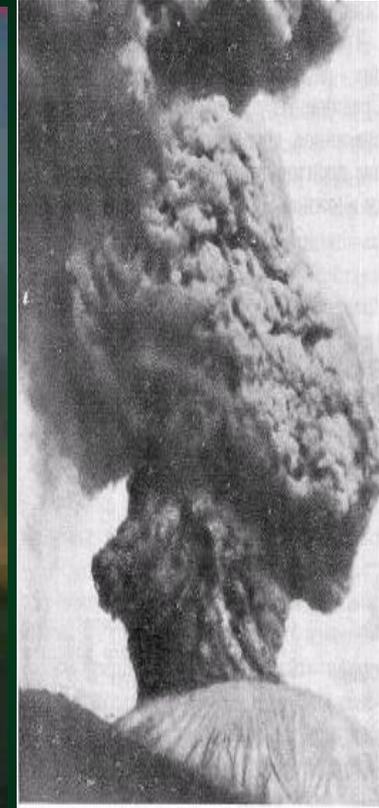


ПУСК \ СТОП 

щелчок левой
кнопкой в центре
экрана

УВЕЛИЧИТЬ - 

щелчок по рисунку



Извержение
Везувия 1906 г.

Последнее извержение Везувия произошло в 1944 году



Вулкан Ласолвита. Гейзеры

НАЗАД



ПУСК \ СТОП

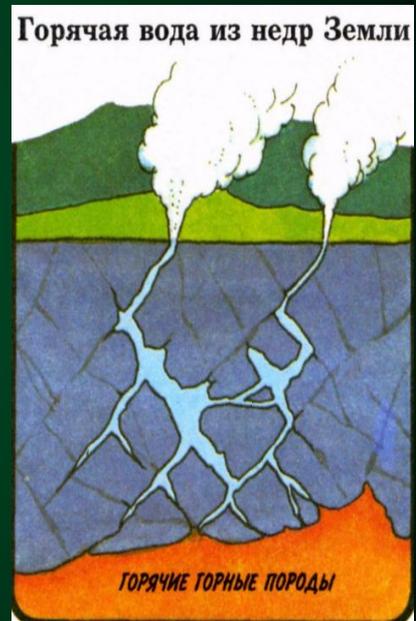
щелчок левой кнопкой в центре экрана

УВЕЛИЧИТЬ -

щелчок по рисунку



Рядом с потухшими вулканами часто образуются серные озера и гейзеры.



Горячие горные породы, проникая снизу в земную кору, нагревают подземные воды. Иногда нагретая вода фонтаном вырывается из-под земли. Такой фонтан называют гейзером.



Предсказание извержений. Мексика...

PiM

НАЗАД



ПУСК \ СТОП 

щелчок левой
кнопкой в центре
экрана



Предсказание извержений. Гавайи



НАЗАД



ПУСК \ СТОП 
щелчок левой
кнопкой в центре
экрана



ПРОДУКТЫ ИЗВЕРЖЕНИЙ



СОДЕРЖАНИЕ

1. Газы и их роль
2. Лавы
3. Пирокластические породы
4. Тектурные особенности лавовых потоков
5. Фурмаролы и сольфатары
6. Магматические породы
7. Структуры магматических пород
8. Текстуры магматических пород
9. Особенности классификации горных пород
10. Выводы, сделанные на основании изучения лав
11. Связь с тектоникой плит
12. Изменения, происходящие в магме
13. Магматическая дифференциация
14. Заключение
15. Вопросы



ВЫХОД



НАЗАД



Газы и их роль

Основной газ, обычно составляющий 75-90% общего количества газов, - это водяной пар.

Другие газы: азот, кислород, водород (который, сгорая, дает воду), двуокись углерода, окись углерода, сероводород, хлор, фтор, серу, двуокись серы, борную кислоту, аммиак, метан, аргон или продукты их реакций.

Газы выполняют несколько функций:

1. Во время кристаллизации магмы на глубине они обеспечивают подъем давления до критической величины и вызывают взрыв; вырываясь на поверхность, они выбрасывают густки или фонтаны жидкой лавы и куски твердых пород разной величины.
2. Вследствие расширения газов, захваченных лавой, последняя насыщается пузырьками и вспенивается; такая сильно пористая лава называется вулканическим шлаком, а в застывшем состоянии - пемзой.
3. Высвобождающиеся на глубине газы могут вступать в реакции с породами, через которые они движутся, образуя новые минералы.
4. На поверхности из газов путем возгонки образуются самородная сера, хлориды металлов, сульфиды ртути, мышьяка, сурьмы, железа и некоторые другие соединения.

Выход горячих газов на поверхность в фумаролах, сольфатарах и горячих источниках может продолжаться долгое время после прекращения излияния лавы.

Любая застывшая лава содержит водород и кислород, которые можно выделить в виде водяного пара. В обсидиане, стекловидной породе, образующейся при быстром застывании лавы, содержится несколько весовых процентов воды.

Одна из разновидностей вулканического стекла - перлит, или смоляной камень, при нагревании за счет расширения пара разбухает как кукурузные хлопья; из него получается хороший изоляционный материал.

Вода, следовательно, должна рассматриваться как первичный компонент магмы. Поверхностные или близповерхностные воды также могут вовлекаться в вулканический процесс, участвуя во фреатических взрывах вроде тех, что произошли в вулканах Кракатау и Таравера.



НАЗАД



Лавы

По своему химическому составу лавы образуют ряд от основных до кислых.

Например, жидкие продукты трещинных извержений Гавайских вулканов имеют базальтовый (основной) состав. Вязкость этих лавовых потоков вначале бывает очень низкая, и они свободно текут, но, остывая, они затвердевают; при этом образуется хрупкая твердая корка, а затем полностью отвердевшая масса. Пока растворенные в лаве газы имеют свободный выход, извержение протекает относительно спокойно, хотя временами вспенивание приводит к выбросу лавовых фонтанов и разбрызгиванию шлака вокруг жерла.

Лавы срединно-океанических срединговых хребтов также имеют базальтовый состав. Такими распространяющимися в горизонтальном направлении лавовыми потоками сложена значительная часть океанического дна.

Лавы островных дуг и окраин континентальных плит имеют в основном андезитовый (средний по химизму) или местами риолитовый (кислый) состав.

Кислые, богатые кремнеземом лавы характеризуются гораздо большей вязкостью по сравнению с базальтовыми поэтому имеют тенденцию скапливаться на крутых склонах, образовывать пробки в виде куполов и, закупоривая жерло, вызывать взрывы.



НАЗАД



Пиро- кластические породы

Пирокластическими породами называются твердые обломки, выброшенные при взрыве из вулканических жерл или захваченные фонтанами лавы.

Среди них преобладают сгустки лавы, увлеченные стремительными потоками газов и увеличившиеся в объеме на воздухе благодаря расширению содержащихся в них газов.

Обломки уже затвердевшей лавы и других пород, оторванных от стенок подземного подводящего канала, обычно составляют не более нескольких процентов от общего количества выброшенного пирокластического материала.



НАЗАД



Текстурные особенности лавовых потоков

Лавовые потоки обладают характерными **текстурными особенностями**.

У лав гавайских вулканов наблюдается

- либо гладкая волнистая поверхность, и в этом случае их называют лавами пахоэхоэ,
- либо грубая неровная поверхность, образованная беспорядочно нагроможденными шлаковидными глыбами застывшей корки лавы, и в этом случае они носят название аа-лавы.

В настоящее время эти названия используются повсеместно.

Некоторые потоки обладают столбчатой отдельностью, возникающей в результате уменьшения объема при остывании.

Другие потоки характеризуются

- гребнями выдавливания,
- выпуклостями и гофрировкой на поверхности лавы,
- лавовыми полостями, образующимися при вытекании жидкой лавы из-под затвердевшей корки,
- наличием слепков деревьев,
- воронкообразными капельными конусами, формирующимися на покрытой коркой поверхности лавы при падении на нее небольших порций лавы, выбрасываемой маленькими газовыми струями.



НАЗАД



Фумаролы и сульфатары

Фумаролы - это жерла, через которые вырываются водяной пар и другие разогретые газы.

Обычно они встречаются рядом как с действующими вулканами, так и с вулканами, находящимися в стадии покоя.

Их температура колеблется от 100 до 650°C.

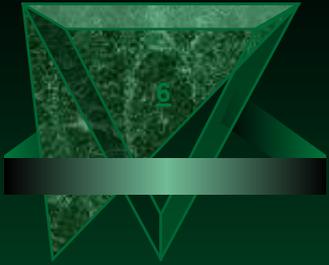
Хотя большую часть пара дают нагретые подземные воды поверхностного происхождения, присутствие других компонентов указывает на магматический источник некоторых газов.

Сульфатары - это фумаролы, выделяющие сернистые газы.

Обычным продуктом является сероводород, который на воздухе окисляется с образованием воды и самородной серы, содержание которой вблизи сульфатар может достигать промышленного значения.

Хорошо известно находящееся в Италии к востоку от Неаполя жерло сульфатара, поставляющее соединения серы. Последнее извержение этого вулкана произошло в 1198 г. С тех пор шло выделение больших количеств пара и соединений серы.

Промышленная разработка вулканических эманаии с извлечением серы ведется в Италии, Мексике, Японии.



НАЗАД



Магматические породы

Магматические породы образуются при затвердении магмы в глубинах земли или излившейся на поверхность лавы и выброшенного пирокластического материала. Поскольку эти процессы происходят в широком диапазоне условий, состав и структура пород разнообразны.

Широко распространены, особенно в батолитах, магматические породы, содержащие около 70-75% кремнезема, повышенное по сравнению со средним количество Al, Na и K и небольшой процент Mg.

Главными минералами в порядке их значения являются ортоклаз, натриевый плагиоклаз и кварц; в меньшем количестве присутствуют роговая обманка или пироксен и биотит или мусковит.

Магматические породы другого типа, такие, как базальты, содержат меньше кремнезема (примерно 50%) и большое количество Ca, Mg. Главными минералами являются кальциевый плагиоклаз, пироксен, оливин и биотит.

Гранит - кремнеземистая (кислая), базальтосновная (мафическая, базитовая) порода. Кислые магматические породы имеют светлую окраску, тогда как основные - темные.

Многие магматические породы, такие, как андезиты или гранодиориты, обладают химическим и минеральным составами, промежуточными между составами кислых и основных пород. Некоторые основные породы с низким содержанием полевого шпата называются ультраосновными (ультрамафическими, ультрабазитовыми). Примером могут служить дуниты (почти целиком состоящие из оливина) и перидотиты (состоящие из оливина и пироксена).



НАЗАД



Под структурой магматических пород понимают величину и форму минеральных зерен или кристаллов, если они имеются, и особенности их расположения. Тип структуры зависит от скорости остывания.

Выделяются следующие основные типы структур магматических пород:

- стекловатая,
- тонкозернистая,
- крупнозернистая,
- порфировая,
- пегматоидная,
- пирокластическая,
- миндалекаменная,
- спекшийся туф.

Структуры
магматических
пород



Стекловатая структура

Стекловатая структура образуется либо в лавовых потоках, либо в обломках, выброшенных в воздух при взрывах, когда остывание происходит настолько быстро, что атомы внутри этой массы не имеют возможности сгруппироваться в виде кристаллов минералов.

Стекло с его беспорядочной некристаллической атомной структурой представляет собой, в сущности, переохлажденную жидкость.

Примером широко распространенной стекловатой магматической породы может служить обсидиан.

При разбухании лавы в естественных условиях еще до ее затвердения за счет расширения содержащихся в ней газов вулканическое стекло становится пористым:

- либо пемзовидным (при наличии многочисленных мелких пустот),
- либо шлаковидным (в случае более крупных пустот).



Тонкозернистая структура относится к типу кристаллических структур, но зерна минералов при этом слишком малы, чтобы их можно было наблюдать невооруженным глазом. Такая структура возникает при умеренной скорости остывания в лавовых потоках, силлах или в длинных узких дайках, внедряющихся на небольшой глубине. Приповерхностные слои многих потоков лавы, имеющей тонкозернистую структуру, могут быть шлаковидными, а частично могут обладать и стекловатой структурой.

К обычным тонкозернистым магматическим породам относятся базальты. Они имеют темно-серый цвет и сложены преимущественно кальциевым плагиоклазом (Лабрадором) пироксеном и иногда оливином. Базальты устойчивы к истиранию и поэтому, если их добыча обходится дешево широко используются как бутовый камень.

Тонкозернистая структура

Другие тонкозернистые породы отличаются от базальтов минеральным и химическим составом. Одни из них - андезиты, получившие название по Андам, где они имеют широкое распространением, - состоят из примерно равного количества среднего плагиоклаза (андезина) и роговой обманки или пироксена.

Светлые тонкозернистые магматические породы с высоким содержанием полевого шпата и кварца получили название риолитов (липаритов), а в случае отсутствия кварца - трахитов.



Крупно- зернистая структура

Крупнозернистые магматические породы образуются при медленном остывании магмы на значительной глубине, когда кристаллы успевают вырасти до таких размеров, что их легко различать на глаз без помощи микроскопа. Возможность образования крупных кристаллов в богатой водяным паром или легко текучей магме выше, чем в относительно вязкой магме. Самыми распространенными крупнозернистыми магматическими породами являются граниты и гранодиориты.

Граниты сложены калиевым полевым шпатом (ортоклазом или микроклином) и кварцем с небольшим количеством слюды, роговой обманки или обоих этих минералов. Может присутствовать и натриевый плагиоклаз. В среднем по составу граните содержится около 60% полевого шпата, 30% кварца и 10% остальных минералов.

Известно множество разновидностей гранитов. Многие граниты имеют розовато-серый цвет благодаря высокому содержанию розового полевого шпата. Кварц в гранитах обычно бесцветный. Слюда в одних гранитах представлена бесцветным или белым мусковитом, в других гранитах развит зеленовато-черный биотит или мусковит и биотит вместе. В одной из разновидностей гранитов темная роговая обманка встречается вместе с биотитом или замещает его. В серых гранитах полевой шпат имеет белую или светло-серую окраску, и темные минералы на этом фоне очень заметны. Граниты широко используются как строительный и декоративный материал, материал для памятников, как бутовый камень.





К породам с крупнозернистой структурой относятся также гранодиориты, диориты, габбро, ультраосновные породы, сиениты.

Гранодиориты состоят из кварца, промежуточного по составу плагиоклаза, небольшого количества ортоклаза, а также небольшого количества мафических минералов - роговой обманки, пироксена или слюды.



Диориты - это, по существу, комбинация среднего плагиоклаза (обычно андезина) и роговой обманки, пироксена или биотита; в небольшом количестве могут присутствовать также некоторые другие минералы.

Габбро представляют собой plutonические породы темного цвета, содержащие кальциевый плагиоклаз (обычно Лабрадор), пироксен (обычно авгит) и оливин и такие акцессорные минералы, как магнетит и апатит.

К ультраосновным породам относятся лишённые полевого шпата пироксениты, горнблендиты, перидотиты и дуниты.

Пироксениты сложены в основном пироксеном, горнблендиты - роговой обманкой, перидотиты - главным образом оливином с некоторым количеством пироксена, роговой обманки или биотита;

Дуниты почти целиком или даже целиком состоят из оливина.

Сиениты представляют собой сравнительно редкие щелочные (с K и Na) полевошпатовые породы, лишённые кварца.





Порфировая структура

Породы с порфировой структурой состоят из крупных кристаллов, называемых фенокристаллами, или фенокристами, заключенных в более мелкокристаллической массе или стекле.

Порфировая структура указывает на две стадии остывания и кристаллизации:

- на первой стадии в магме начинается рост хорошо образованных крупных кристаллов,
- затем следует стадия, во время которой успевают образоваться лишь мелкие кристаллы или же кристаллы не образуются вообще.

Такая двухстадийная история породы связана с перемещением частично раскристаллизованной магмы с глубины, где шло медленное остывание, к поверхности или на поверхность, где происходит быстрое охлаждение.

Порфировой структурой обладают многие лавовые потоки.



Пегматоидная структура

Пегматоидная структура возникает при кристаллизации из магматических растворов, особенно богатых летучими компонентами.

В таких растворах кристаллы имеют возможность вырасти в длину до нескольких сантиметров, нескольких метров и изредка десятков метров.

Самые распространенные минералы пегматитов - ортоклаз, кварц, слюда, но в этих своеобразных породах в виде минералов встречаются также сложные соединения лития, бора, фтора, тантала, ниобия, циркония, фосфора и тория.

Пегматиты служат промышленным источником полевого шпата, мусковита, драгоценных минералов (турмалина, топаза, берилла, циркона), редкоземельных элементов, а также коллекционных образцов минералов.

Для характеристики пегматитов, как правило, используются названия пород или минералов, например гранитный пегматит, кварц-мусковитовый пегматит.

В некоторых пегматитах, называемых письменным гранитом, прорастания кварца и полевого шпата напоминают древнюю клинопись.



Пирокластическая структура возникает при выбросах лавовых фонтанов или раздробленного вещества при взрывах.

Частицы, как правило, состоят преимущественно из пемзовидного или шлаковидного стекла. По размеру они колеблются от огромных блоков (вулканические бомбы) до вулканической пыли. Пирокластические породы классифицируются по форме и размеру частиц.

Пемза пирокластического происхождения используется в качестве абразивного материала в моющих средствах и как составная часть блоков из легкого бетона.

Шлак используется для покрытия дорог в тех областях, где под рукой находятся его месторождения.

Пирокластическая
структура



Миндалекаменная структура возникает в том случае, когда газовые пустоты в шлаковидной лаве заполняются минеральным веществом.

Из минералов, заполняющих пустоты в базальтах, наиболее часто встречаются кварц, халцедон, кальцит, цеолиты и другие минералы, выделившиеся из горячих водных растворов.

Источником таких растворов обычно служит сама лава.

Миндалекаменная
структура



Спекшийся туф

В ряде случаев большие объемы пемзы, выброшенной из трещин в виде серии раскаленных лавин, оказываются настолько горячими и настолько мощными, что из их нижних горизонтов отжимается газ, частицы уплотняются и происходит спекание (аглоutinирование) массы с превращением ее в лавоподобную породу, называемую **спекшимся туфом** или игнимбритом.

В районе Таупо-Роторуа на острове Северном Новой Зеландии объем такой массы оценивается в 830 куб.км, а покрытая ею площадь составляет 13000 кв.км.

В восточных районах Калифорнии так называемые туфы Бишоп распространены на площади 1000 кв.км и имеют среднюю мощность 170 м.

Много месторождений спекшихся туфов обнаружено на западе США. В них наблюдается столбчатая отдельность и их легко принять за потоки лавы.



НАЗАД



Текстуры магматических пород

Под текстурой понимают крупные черты строения магматических пород, такие, как форма, условия залегания, наличие столбчатой отдельности и полосчатости течения, а также петроструктурные особенности.

Столбчатая отдельность развита во многих лавовых потоках плоской формы, силлах и дайках, в которых усадка, обусловленная остыванием, вызывает образование трещин, перпендикулярных поверхности остывания.

Грубая отдельность наблюдается в породах Девилс-Тауэра («Башни дьявола») в Вайоминге.

В плоских силлах трещины располагаются вертикально (палисейдский тип отдельности), в вертикальных дайках они горизонтальны.

Полосчатость (или текстуры течения) обычно характерна для лавовых потоков, которые увлекают с собой пузырьки газов, призматические или игольчатые кристаллы, материал разного состава и цвета, располагающийся по мере движения лавы вдоль линий потока.

При подводных излияниях, как, например, на срединно-океанических хребтах, в результате мгновенной закалки лавы в холодной воде образуется эллипсоидная подушечная отдельность.



НАЗАД



Особенности классификации горных пород

Магматические породы **классифицируются**, исходя из их структуры и минерального состава.

Разнообразие химического и минерального составов магматических пород может быть связано

- либо с первичной дифференциацией магмы,
- либо с последующими изменениями в магме под влиянием процессов, происходящих на глубине.



НАЗАД



**Выводы,
сделанные на
основании
изучения лав**

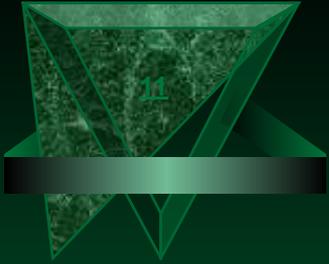
Самые распространенные лавы обладают базальтовым составом с содержанием кремнезема 50%, значительным содержанием алюминия, кальция, железа и магния и небольшим количеством натрия, калия, титана и фосфора.

Базальты занимают большие площади в северо-западных районах США, в Индии, Бразилии и других странах. На срединно-океанических срединных хребтах базальты образуются вследствие подъема основной магмы по рифтовым трещинам. Базальтовый панцирь, связанный со средингом прошлых эпох, подстилает тонкий чехол осадков на океаническом дне.

Температура плавления базальтов на поверхности Земли равна примерно 1200°C. На глубине температура плавления несколько повышается из-за давления, вызванного весом вышележащих пород.

Широко распространенная андезитовая лава содержит 60-65% кремнезема. Главные области ее развития - островные дуги и окраины Тихого океана. Различие в составе и ареалах распространения базальтов и андезитов отражает различное происхождение их родоначальных магм.

Судя по данным, которые получены по землетрясениям, предваряющим извержения вулканов с базальтовым составом лавы на Гавайях, базальтовая магма образуется на глубинах от 50 до 65 км или глубже в верхней мантии. Предполагается, что эта часть мантии сложена смесью пироксена, граната и небольшого количества других минералов.



НАЗАД

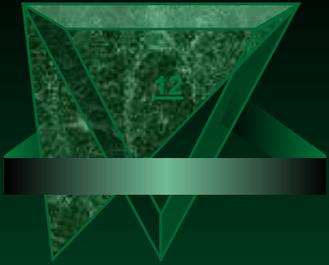


**Связь с
тектоникой
плит**

Предполагают, что магма, из которой получают циркумтихоокеанские и островодужные андезиты, образуется за счет плавления материала океанической коры (включающей базальты и океанические осадки), затягиваемой при субдукции вниз, в верхнюю мантию под океаническими желобами.

Поэтому разница между базальтами и андезитами в основном рассматривается как первичная, обусловленная различием исходного материала и местом возникновения.

Источником первичного исходного материала для определенного типа пород, сложенных почти целиком серпентином (серпентиниты) и ассоциирующихся с подводными излияниями базальтов в срединно-океанических спрединговых хребтах, служат, вероятно, оливин- и пироксенсодержащие породы верхней мантии.



НАЗАД



Изменения, происходящие в магме



Существенные изменения в составе магм вызваны реакциями, дифференциацией и смешиванием. Реакционный принцип, разработанный Боуэном (1928), предусматривает реакции между кристаллами и жидкой магмой.

Железomagниевые минералы образуют дискретный реакционный ряд, начинающийся с оливина и заканчивающийся биотитом. Из магмы, богатой магнием и железом, вначале кристаллизуется оливин.

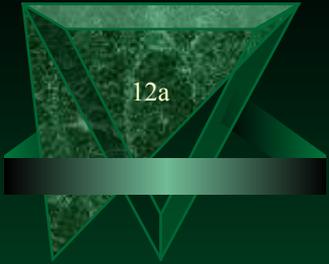
Оставшаяся жидкая магма при остывании реагирует с кристаллами оливина, образуя пироксен; с пироксеном - образуя амфибол; с амфиболом - образуя биотит.

Если реакции не доходят до конца, в ядрах более поздних кристаллов сохраняются остатки оливина, пироксена или амфибола.

Полевые шпаты плагиоклазового ряда образуют непрерывный реакционный ряд от богатого кальцием анортита до натриевого альбита.

Изменения в этом изоморфном плагиоклазовом ряду происходят постепенно, а не в виде прерывистого процесса. При незавершенных реакциях образуются зональные кристаллы плагиоклаза с андезином внутри, окруженным каймой олигоклаза.

Некоторые минералы имеют тенденцию кристаллизоваться приблизительно одновременно, отсюда ассоциация пироксена и Лабрадора в базальте, амфиболов и андезина в андезите, биотита и олигоклаза или альбита (совместно с ортоклазом) в граните.



НАЗАД



В 1962 г. Барт, известный норвежский петролог, добавил третий ряд - непрерывный реакционный ряд, включающий калиевые полевые шпаты, взаимодействующие с минералами плагиоклазового ряда.

Когда кристаллизация минералов этих реакционных рядов близка к завершению, может кристаллизоваться кварц.

Остаточные водяной пар и горячие водные растворы могут продолжать взаимодействовать с минералами, что ведет к образованию таких минералов, как хлорит, серпентин, цеолиты;

кроме того, эти растворы могут вызывать замещение ранее образовавшихся пород или проникать в трещины и формировать пегматитовые дайки, кварцевые жилы и рудные тела.



Магматической дифференциацией называется совокупность процессов, приводящих к разделению единой гомогенной магмы на фракции, из которых формируются разные типы магматических пород.

Главными процессами при этом являются фракционная кристаллизация, осаждение кристаллов (или флотация - всплывание кристаллов), фильтрующее выжимание, гравитационное разделение в жидком состоянии, отделение несмешивающихся фракций, истечение газа (дегазация), ассимиляция.

Фракционная кристаллизация вызывает разделение магмы на две фракции - кристаллы и расплав. Ранняя кристаллизация оливина, пироксена и Лабрадора в базальтовой магме, например, обедняет оставшийся расплав магнием и кальцием, но обогащает кремнеземом, железом и натрием. Оставшаяся жидкая фаза обладает примерно составом андезита. Если бы из нее за счет гравитационных сил или тектонических движений удалить кристаллическую фракцию, она вела бы себя как андезитовая магма. Отделение минералов, занимающих более низкое положение в реакционных рядах, вызывает дальнейшее изменение состава вплоть до получения риолитовой магмы. Этим путем из первичной базальтовой магмы образуются некоторые лавы промежуточного или кислого состава. В базальтовой магме, однако, недостаточно щелочей, особенно калия, для образования в заметном количестве риолитов. Фракционная кристаллизация может сопровождаться осаждением кристаллов в магматической камере и фильтрующим выжиманием интерстициальной жидкой фазы из почти уже твердого кристаллического каркаса.



НАЗАД



Магматическая
дифференциация





НАЗАД



Гравитационное разделение жидкой магмы может идти в высоких колоннообразных камерах, в которых наверху, как сливки на молоке, скапливаются летучие элементы, щелочи и кремнезем. Отделение несмешивающихся фракций играет ограниченную роль, так как почти все силикатные расплавы свободно смешиваются. Этим процессом можно объяснить образование некоторых сульфидных руд магматического происхождения.

Ассимиляция - это поглощение магмой твердых пород, окружающих интрузию, особенно в случае магм, образующихся в зонах субдукции и затем поднимающихся к поверхности. Растворение вмещающих пород может существенно менять состав магмы. Ассимиляция известняков на Везувии дала гибридную магму, пересыщенную кальцием. Это привело к кристаллизации кальциевых силикатов, удалению кремния и в конце концов к кристаллизации обедненных кремнием щелочных пород.

Смешивание двух магм, находящихся на разных стадиях кристаллизации, приводит к образованию неравновесных минеральных ассоциаций. Пемза Долины Десяти Тысяч Дымов на Аляске служит примером такого рода смеси белой пемзы риолитового состава и темного андезитового шлака, берущих начало от двух пенистых магм, выброшенных совместно.

Итак, какого бы происхождения ни были магмы, они подвергаются реакциям, многократным процессам дифференциации и ассимиляции постороннего вещества, смешиванию. В результате из них образуется широкий спектр магматических пород





НАЗАД



Заключение

Магма образуется в земной коре или в верхней мантии. Необходимое тепло обеспечивается радиоактивным распадом урана, тория и калия-40 и другие внутриземные источники. Магма поднимается благодаря давлению более тяжелых пород.

Магматический материал выбрасывается на поверхность Земли вулканами и по трещинам. Вулканические постройки образуют ряд от лавовых конусов через сложно построенные стратовулканы до шлаковых конусов. Древние трещинные излияния привели к образованию обширных покровов платобазальтов, подобных исландским. Из магмы образуются как неглубокие интрузии, такие, как дайки, силлы и вулканические некки, так и первично глубоко залегающие батолиты и штоки.

Вулканы, активные в историческое время, характеризуются разным поведением; примером могут служить Везувий, Кракатау, Мон-Пеле, Суртсэй и др.

Продуктами вулканизма являются газы, лавы и пирокластический материал. Газы имеют очень разнообразные функции. Лавы по составу колеблются от основных (мафических, базитовых) до кислых (богатых кремнеземом).

Лавовые потоки обладают особенностями, такими как поверхности типа аа или пахоэхоз, столбчатая отдельность, подушечная отдельность, гребни выдавливания, лавовые погреба, слепки деревьев, капельные конусы.





НАЗАД



Пирокластический материал по размеру варьирует от блоков, вулканических бомб, кусков шлака, лапиллей до вулканического песка и вулканической пыли.

Столетиями продолжается выделение водяного пара и многих других вулканических газов из фумарол и сольфатар. Местами они служат промышленными источниками геотермальной энергии и серы.

Магматические породы очень разнообразны. Часть их имеет кислый (кремнеземистый), часть - средний, часть - основной (мафический, базитовый), часть - ультраосновной (ультрамафический, ультрабазитовый) состав. В зависимости от условий остывания их структура может быть стекловатой, тонкозернистой, крупнозернистой, порфировой, пегматоидной, пирокластической, миндалекаменной.

В текстуре магматических пород учитывается форма, условия залегания, столбчатая отдельность, полосчатость течения, петроструктурные особенности.

Магматические породы классифицируются с учетом их структуры и минерального состава. Их разнообразие обусловлено первичным различием магм, происходящими в них реакциями, ассимиляцией окружающих пород, смешиванием магм, а также дифференциацией (при фракционной кристаллизации, осаждении кристаллов, фильтрующем выжимании, гравитационном разделении в жидком состоянии, отделении несмешивающихся фракций, истечении газа).





НАЗАД



Вопросы

1. Как возникает магма?
2. Расскажите о стадиях, которые может проходить магма при ее остывании и кристаллизации.
3. Расскажите о значении структуры для классификации магматических пород.
4. Какие типы текстур встречаются в магматических породах?
5. Что может сказать структура и текстура об образовании магматических пород?
6. Назовите типы вулканической деятельности.
7. Как связаны между собой процессы магматизма и тектоника плит?



Магматизм – это совокупность всех геологических процессов, действующей силой которых является магма и ее производные.

Магма – природный высокотемпературный расплав, образующийся в недрах Земли. Магматический расплав может содержать взвешенные кристаллы и растворенные газы.

При излиянии магмы на поверхность Земли образуется лава. При остывании и кристаллизации магмы образуются магматические породы:

эффузивные, если магма излилась на поверхность Земли в виде лавы;

интрузивные, если магма застыла внутри Земли.

Источники тепла

Известно (шахты, скважины), что глубины Земли разогреты. Температурный градиент (скорость увеличения температуры с глубиной) в разных районах различный, но обычно 20 - 30 град\км.

Считается, что главным источником тепла служит радиоактивность. Количество тепла, поступающего из недр на поверхность ~1% от поступающей на Землю солнечной энергии. Это значительная энергия и ее более чем достаточно для обеспечения магматической деятельности.





Подъем магмы

Расплавленная порода увеличивается в объеме (примерно на 10%) и становится легче. Следовательно, расплавленная более легкая порода гидростатически выжимается вверх по трещинам.

Она может затвердевать при медленном остывании ниже земной поверхности или прорываться наружу в виде вулканических извержений трещинного или центрального типа и застыть быстрее.

Полевые наблюдения показывают, что большая часть магмы (9/10 или больше) не изливается на поверхность в виде вулканического материала, а затвердевает под землей. Образовавшиеся таким образом на глубине тела называют интрузиями, так как они внедряются (интродуцируют) в другие породы, где остывают и кристаллизуются.





ИНТРУЗИИ

Наблюдения показывают, что большая часть магмы (9/10 или больше) не изливается на поверхность в виде вулканического материала, а затвердевает под землей.



Образовавшиеся таким образом на глубине тела называют интрузиями, так как они внедряются (интродуцируют) в другие породы, где остывают и кристаллизуются.

На поверхность интрузии выступают после длительной эрозии и удаления перекрывающих их пород.

Становление интрузий может происходить на сравнительно малых глубинах или в виде очень глубоко залегающих плутонических масс (Плутон - легендарный бог подземного мира).



Гипабиссальные интрузии

Форма гипабиссальных (неглубоких) интрузий приспособливается к структуре вмещающих пород, в которые они внедряются.

В зависимости от формы выделяется несколько разновидностей интрузий, причем наиболее обычными из них являются дайки, силлы, лакколиты и некки.

Дайки – интрузии, заполняющие трещины, дискордантные по отношению к вмещающим породам. Мощность даек колеблется от десятков метров до 1 км; в длину они достигают десятков километров. В некоторых случаях образуются рои даек, заполняющих параллельные, пересекающиеся или радиально расположенные разрывы.

Силлы – интрузии, которые "втискиваются" согласно (конкордантно) между пластами горных пород. Силлы обычно имеют толщину от нескольких метров до сотен метров. Они занимают площадь от долей квадратного километра до сотен квадратных километров.

Лакколиты обладают плоским дном и куполообразно выгнутой кровлей.

Некки (вулканические пробки) образуются при застывании магмы в вертикальных жерлах вулканов, идущих вниз от кратера. Размер некков в поперечном сечении колеблется от 0,1 до 0,5 км, иногда достигая 2 км.