

Геологические процессы

Эндогенные

- 1/ Магматизм
- 2/ Метаморфизм
- 3/ Землетрясения
- 4 / Тектонические движения

Экзогенные

1. Эоловая деятельность
2. Выветривание
3. Деятельность поверхностных вод
4. Деятельность подземных вод
5. Склоновые процессы
6. Геологическая работа моря
7. Геологическая работа льда
8. Геологическая деятельность озер и болот

1/ Магматизм – совокупность геологических процессов, связанных с зарождением, движением и остыванием магматических расплавов

- **Магматический процесс** – это процесс образования минералов путем кристаллизации непосредственно из магмы
- **Магма** – это сложный многокомпонентный раствор-расплав, образующийся при определённых условиях в недрах Земли - высокотемпературный ($T = 900 - 1350$) алюмосиликатный ($\text{SiO}_2, \text{Al}_2\text{O}_3$) расплав, обогащенный летучими компонентами (**вода, аммиак, метан, углекислый газ, сероводород**)

Главным критерием определения химического состава магмы, как и магматических горных пород, является содержание SiO_2 – **кремнезема**:

- кислая магма содержит более 65 % SiO_2 ;
- средняя магма - от 65 до 53 % SiO_2 ;
- основная магма - от 53 до 45 % SiO_2 ;
- ультраосновная магма – менее 45% SiO_2 .

МАГМАТИЗМ

```
graph TD; A[МАГМАТИЗМ] --> B[ИНТРУЗИВНЫЙ (глубинный) = ПЛУТОНИЗМ]; A --> C[ЭФФУЗИВНЫЙ (поверхностный) = вулканизм];
```

ИНТРУЗИВНЫЙ (глубинный) = ПЛУТОНИЗМ

Гипотеза существования двух первичных магм Левинсон-Лессинг (20-е годы прошлого века):

- гранитная (кислая - более легкие, вязкие, насыщены газами)
- базальтовая (основная - более тяжелые, подвижные и содержат меньшее количество газов) магмы

Основные процессы, изменяющими состав магм:

1. **Дифференциация** - разделения исходной (основной) магмы на расплавы разного состава. Механизмы: **ликвация, кристаллизационная дифференциация.**
2. **Ассимиляция** - растворение или расплавление магмой захваченных ею обломков окружающих горных пород. Обломки (ксенолиты) попадают в магматический расплав из стенок и кровли магматической камеры
3. **Гибридизация** - смешение магматических расплавов, проникших в одну магматическую камеру из различных

ЭФФУЗИВНЫЙ (поверхностный) = вулканизм

проявляется в обстановке дробления земной коры и образования разломов, по которым магма поднимается и изливается на поверхность Земли.

Лава – магматический расплав, излившийся на поверхность земли. От магмы отличается **пониженным содержанием летучих компонентов** (почти не содержит).

По составу лавы преимущественно силикатные.

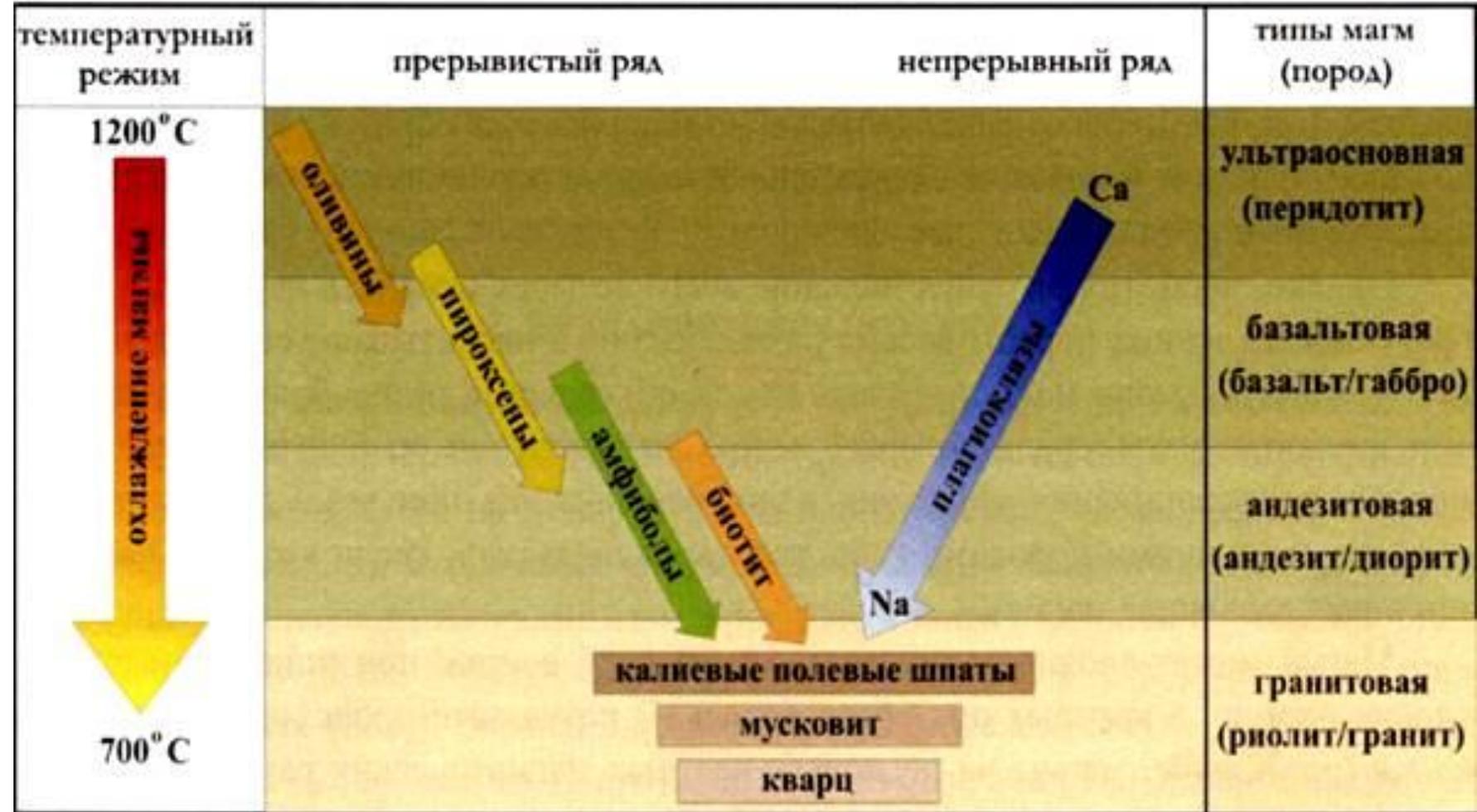
Ликвация – разделение расплава на две несмешиваемые жидкости, одна из которых, с меньшей плотностью, будет скапливаться в верхней части магматической камеры, а другая – в нижней (пример в быту: вода-масло).

Кристаллизационная дифференциация обусловлена **неодновременностью** перехода различных компонентов магмы в твёрдую фазу при её охлаждении. Разделение компонентов происходит под действием силы тяжести.

Первыми кристаллизуются самые **тугоплавкие** (тяжелые) минералы, а затем все менее тугоплавкие и, соответственно, легкие.

Ряд Боуэна:

оливин – пироксен –
 роговая обманка – биотит –
 ортоклаз – мусковит – кварц

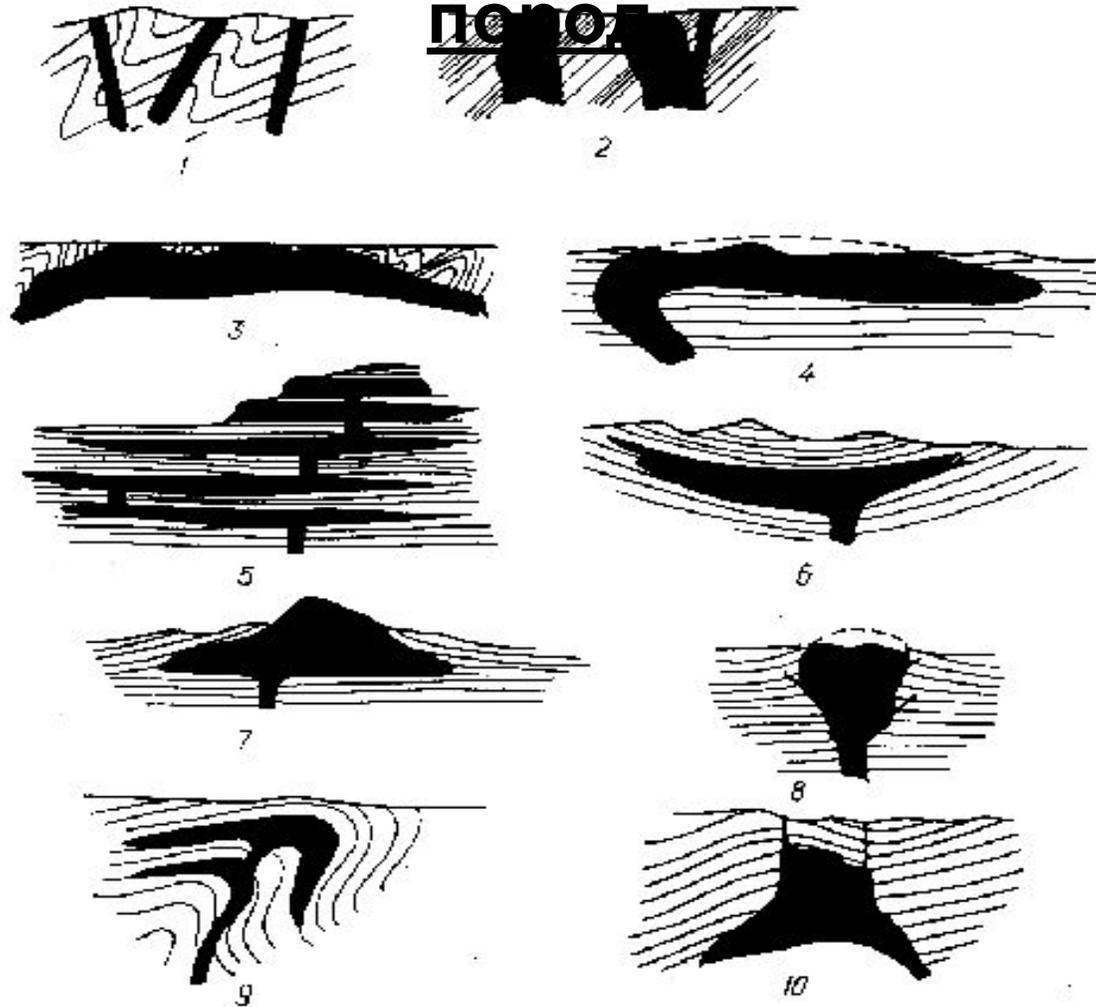


Типы магматических расплавов:

- **силикатные**, ведущими компонентами являются O, Si, Al, Fe, Mg, Ca, Na и K (преобладающий тип магм);
- **сульфидные**, ведущие компоненты – S и ионы различных металлов (Fe, Cu, Ni и др.);
- **карбонатные**, ведущие компоненты – O, C, Ca, нередко Fe;
- **фосфатные**, (O, P, Ca и др.);
- **железистые**, (O, Fe); очень редкий тип расплавов, их производными являются породы, сложенные преимущественно магнетитом – лучшей железной рудой.

Формы залегания магматических

пород



интрузивные

:

1- дайка,

2- шток,

3- батолит,

4- гарполит,

5- многоярусный

6- лополит,

7- лакколит,

8- магматический
диапир,

9- факолит,

10- бисмалит

Силлы, несогласные интрузивные тела формируются при заполнении магмой трещин во вмещающей толще и при внедрении магмы путем обрушения пород кровли (дайки формируются при внедрении расплава в трещины, **жилы, штоки, батолиты**)

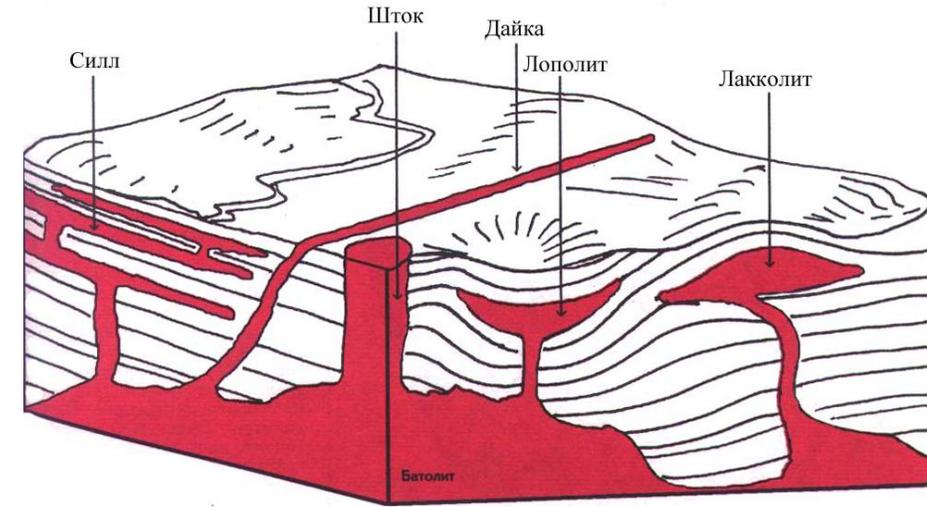
Согласные интрузивные тела образуются, как правило, в результате внедрения магмы по плоскостям напластования осадочных пород

По глубинам образования различают интрузивные горные породы:

Абиссальные - образовавшиеся на больших глубинах (свыше 5 км)

Гипабиссальные — на небольших глубинах (дайки, силлы, штоки, лакколиты).

СТРОЕНИЕ ИНТРУЗИВНЫХ ТЕЛ



Зона изменения приконтактной части вмещающих пород называется **ЭКЗОКОНТАКТОВОЙ**.

Зона изменённых магматических пород в краевой части интрузива называется **ЭНДОКОНТАКТОВОЙ** зоной. Характерным является наличие постепенных переходов между породами (за счёт уменьшения влияния вмещающих пород по мере удаления от контакта), нерезкие границы.

Уменьшение объема интрузивных тел, происходящее при охлаждении магматического расплава, приводит к образованию в большинстве случаев многочисленных трещин охлаждения (или контракционных), разбивающих породы па блоки, более или менее выдержанные по размеру и форме, называемых *отдельностью*. Характерными отдельностями интрузивных горных пород являются глыбовая, параллелепидальная, матрацевидная, реже скорлуповатая, шаровая.





В зависимости от длительности вулканических процессов выделяют

полигенные вулканы, формирующиеся в результате многих последовательных извержений, разделенных периодами относительного покоя,

и *моногенные*, образовавшиеся в результате единого одноактного поднятия на земную поверхность всей массы лавы из впервые открывшегося магматического очага.

По времени проявления вулканических процессов среди вулканов выделяют

- *действующие*,

извержения которых происходят в настоящее время или происходили в течение исторического времени (3500 лет),

- *потенциально действующие (или уснувшие)*,

извергавшиеся 3500-13 500 лет тому назад, активность которых может возобновиться,

- *потухшие*,

охранившие свою форму, но не проявлявшие никаких признаков активности в течение млн. лет.

Кроме того, широким распространением пользуются *палеовулканы*, деятельность которых протекала в доголоценовое время (десятки и сотни тысяч, миллионы, десятки и сотни миллионов лет тому назад) и от которых сохранились лишь фрагменты (руины) вулканических построек.

В настоящее время насчитывается 947 действующих и 1343 уснувших вулкана.



Гирвас является самым древним (около 2 млрд. лет) кратером вулкана в Карелии. При проведении палеовулканологических исследований вулканических образований в районе северной окраины п.Гирвас в русле водосбора Пальеозерской ГЭС осенью 1966 года были обнаружены своеобразные вулканические породы, которые **слагают сложнопостроенный вулканический аппарат, связанный с проявлением основного вулканизма** и названный Гирвасским вулканом.

Вулканическая деятельность в пределах структуры проявилась в течение трех фаз (ниже-, средне- и верхнеятулийская), в каждую из которых происходили лавовые излияния с присущими им особенностями. Примечательно, что Гирвасский вулкан был обнаружен лишь после того, как на значительной территории Западного Прионежья после детального изучения лавовой толщи были сделаны довольно многочисленные замеры направления течения лав по целому ряду текстур, и таким образом, был установлен район предполагаемого расположения центра лавовых излияний. Обследование этого района и привело к нахождению подводющего канала среднеятулийских лав - Гирвасского вулкана.

В настоящее время доступна непосредственному наблюдению только незначительная часть вулканического аппарата: часть эруптивного жерла, юго-восточный склон лавового конуса и, вероятно, большая часть побочного (паразитического) кратера - вулканическая трубка взрыва, в то время как его остальная часть скрыта под довольно мощным чехлом рыхлых озерно-аллювиальных четвертичных отложений. Гирвасский вулкан являлся, по-видимому, одним из подводящих каналов огромного лавового плато, распространенного на обширной территории Западного Прионежья в пределах Гирвасской вулканической зоны.

Продукты извержения вулканов разделяются на:

1. Твердые – *пирокластические породы* (бомбы, лапилии и др.)

Тефра – рыхлые, не скрепленные между собой пирокластические накопления

Вулканический туф – сцементированная тефра с размером обломков до 5 см

Вулканическая брекчия – тоже, размер обломков более 5 см



2. Жидкие - *лава* – жидкая или вязкая расплавленная масса, поступающая на поверхность при вулканических извержениях.

3. Газообразные - пары воды, CO_2 , H_2 , N_2 , Ar , окислами серы и др. соединениями (HCl , CH_4 , H_3BO_3 , HF и др.).

Температура вулканических газов изменяется от первых десятков градусов до тысячи и более градусов.

Выделения вулканических газов называют *фумароллами*. В широком понимании к фумароллам относят все горячие вулканические газы и водяные пары, выделяющиеся в виде струй или спокойно парящих масс над поверхностью вулкана. Причиной выделения газа являются остывание лавы и ее частичная кристаллизация, взаимодействие привнесенных лавой газов с газами атмосферы и почвы, а также вторичный разогрев лав вследствие их окисления при соприкосновении с воздухом.

Типы вулканических извержений

*а – гавайский;
б –
 Stromboli-анский;
в – вулканский,
везувианский;
г – пелейский.*

*1 – застывшая лава;
2 – расплавленная лава;
3 – канал (жерло);
4 – облако газов и пепла;
5 – пепел и бомбы;
6 – черная туча пепла;
7 – «палящая» туча;
8 – обелиск вязкой лавы*

Гидроэкспловзивный тип — извержения, происходящие в мелководных условиях океанов и морей, отличаются образованием большого количества пара, возникающего при контакте раскалённой магмы и морской воды.



Типы лавовых поверхностей

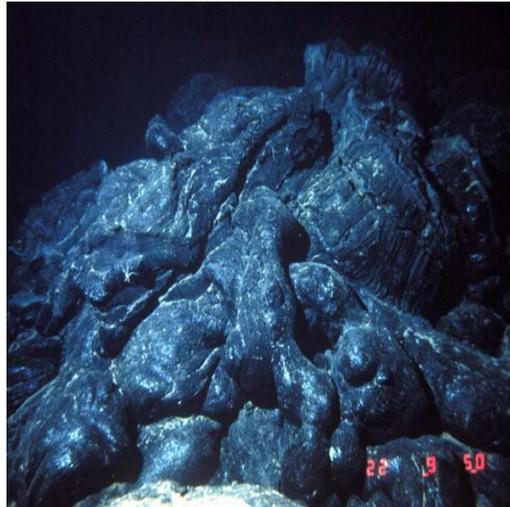


Камчатка, канатная лава извержения вулкана Плоский Толбачик



Aa lava

Поверхность **аа-лав** - скопление остроугольных обломков с шиповидными или иглообразными выступами



При излиянии жидкой базальтовой лавы в **воду** происходит **быстрое застывание** поверхности потоков и образование **подушечных лав** (от англ. «pillow» - подушка).



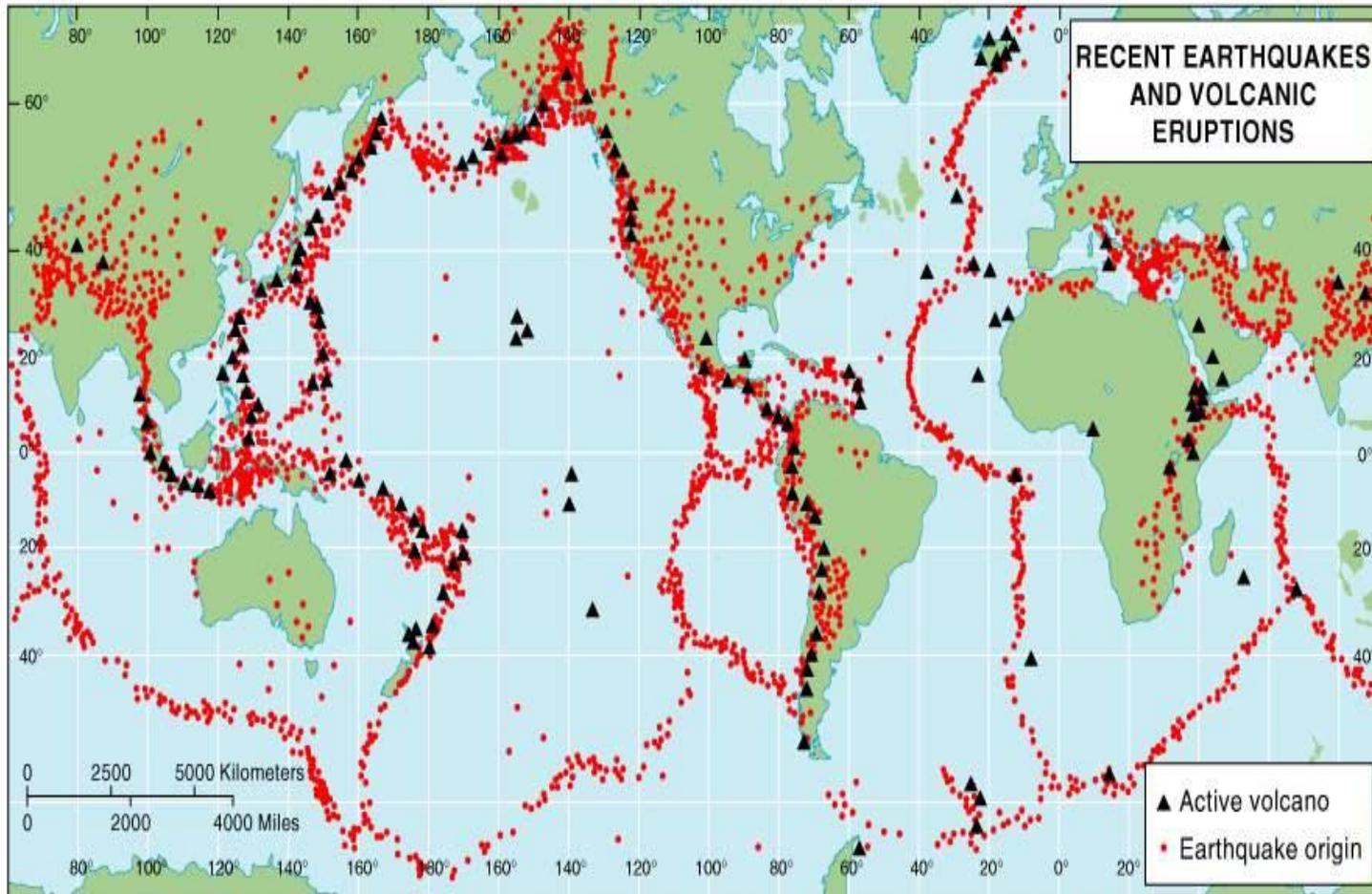
Aa Lava

Pahoehoe Lava

ГЕОЛОГИЧЕСКАЯ ПОЗИЦИЯ ДЕЙСТВУЮЩИХ ВУЛКАНОВ

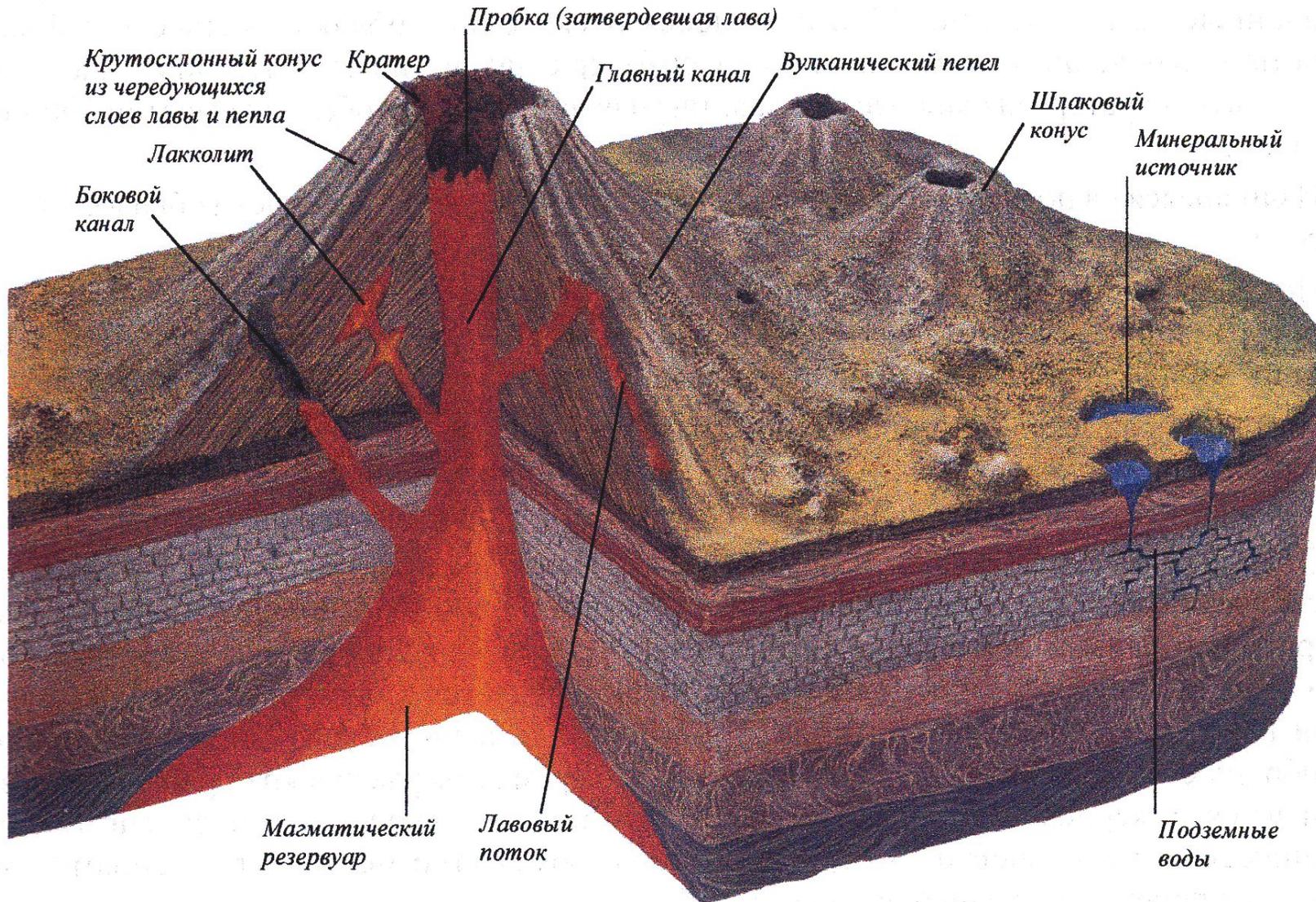
Самое большое количество действующих вулканов располагается по периферии Тихого океана, где они приурочены к **активным континентальным окраинам**, конвергентным границам литосферных плит, где океаническая кора погружается (субдуцирует) под континентальную.

В Тихоокеанском кольце действующих вулканов шире всего распространены средние и кислые породы: андезиты, дациты и риолиты.



Карта районов извержений вулканов и землетрясений

Морфология эффузивных тел



При застывании лавы на поверхности образуются **эффузивные тела**:

- **лавовые потоки** — уплощённые тела языковидной формы, образуемые лавой, стекающей по склонам вулканических построек;
- **лавовые покровы** отличаются от потоков большей площадью распространения;
- **купола** формируются в результате застывания очень вязких лав над жерлом и в непосредственной близости от него.

- **некк** — узкое цилиндрическое тело вертикальной ориентировки, образованное при застывании лавы в жерле вулкана центрального типа.
- **дайка** — тело в форме узкой пластины, рассекающей окружающие горные породы, образованное при застывании лавы в трещинном канале

В пределах России находится 51 действующий вулкан, и все они расположены на **активной континентальной окраине** в пределах Камчатки и Курильской **островной дуги**.

В наши дни извергаются Ключевской и Карымский вулканы

Таким образом, современное расположение действующих вулканов контролируется **конвергентными и дивергентными границами** литосферных плит, а также «горячими точками», или «плюмами».

Как интрузивные, так и вулканические горные породы содержат крупные залежи **ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ**, и, кроме того, они являются надежными **индикаторами тектонических и геодинамических условий геологического прошлого**, что позволяет проводить их реконструкцию.

2/

Метаморфизм *Материал выложен в VK – октябрь 2021*

Метаморфический процесс («метаморфозис» - превращение) - процесс перекристаллизации горных пород в твёрдом состоянии, протекающий в недрах Земли под действием повышенных температур и давлений

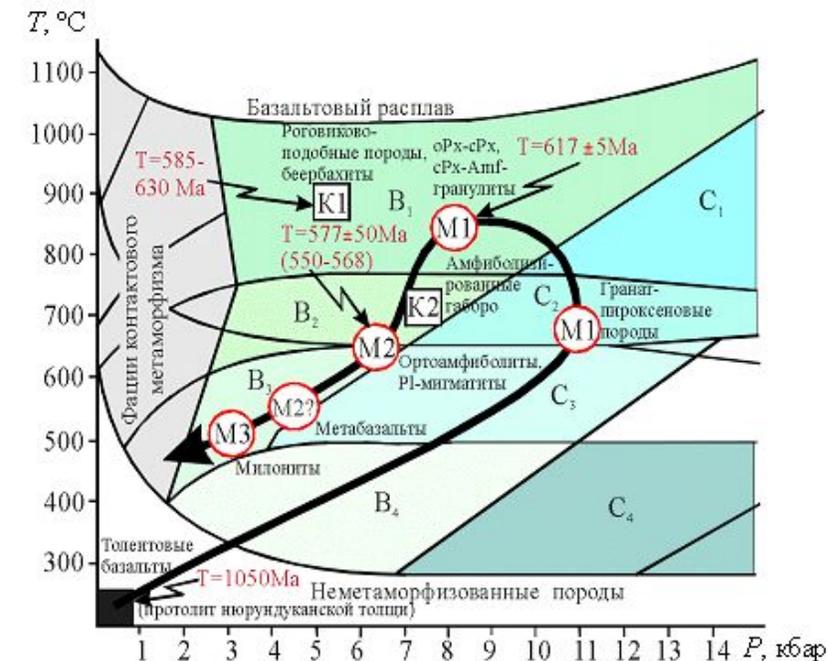
Основной причиной перекристаллизации при изменении термодинамических параметров среды является различная устойчивость минералов в тех или иных условиях

Метаморфические изменения заключаются в:

- распаде первичных минералов,
- образовании новых, более устойчивых минеральных ассоциаций,
- частичной или полной перекристаллизации пород,
- образовании новых текстур, структур.

Основные факторы метаморфизма:

- температура; давление (литостатическое и одностороннее); химически активные вещества - флюиды (растворы и газы).

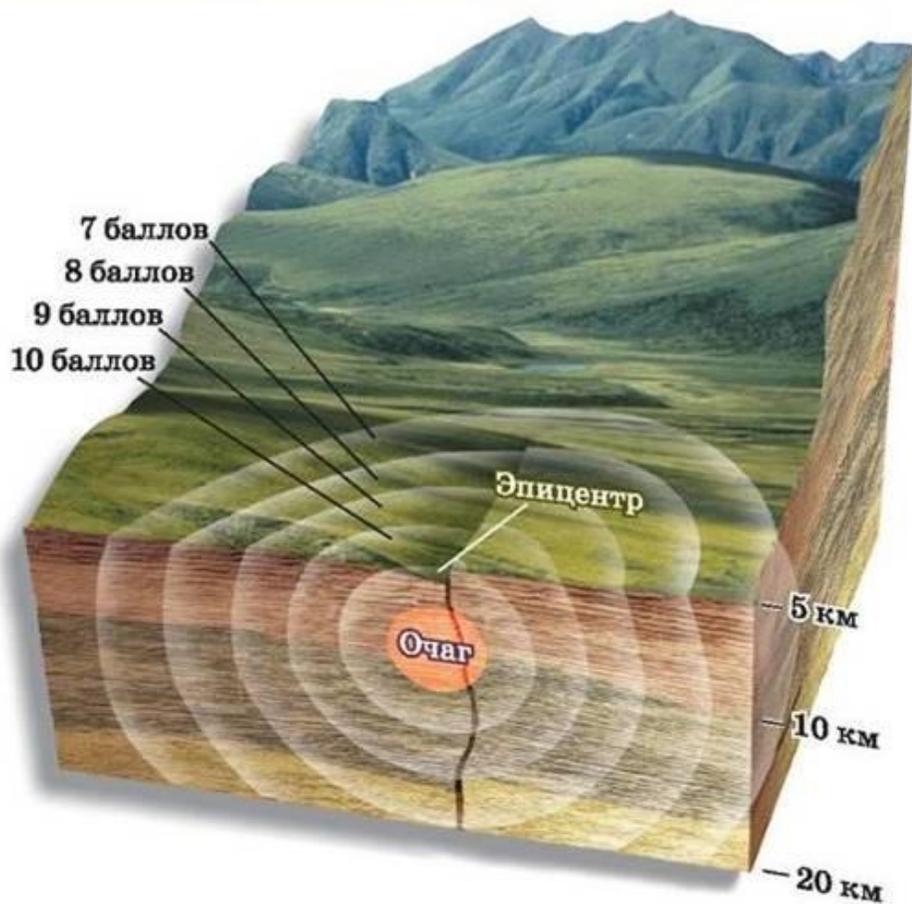


3/

Землетрясения

Землетрясения - это волновые колебания, распространяющиеся внутри и по поверхности Земли (кратковременные сотрясения земной поверхности в результате мгновенных тектонических движений)

Вызываются, главным образом, движением плит земной коры: субдукцией, процессами в срединно-океанических хребтах, образованием разрывов и вулканической деятельностью



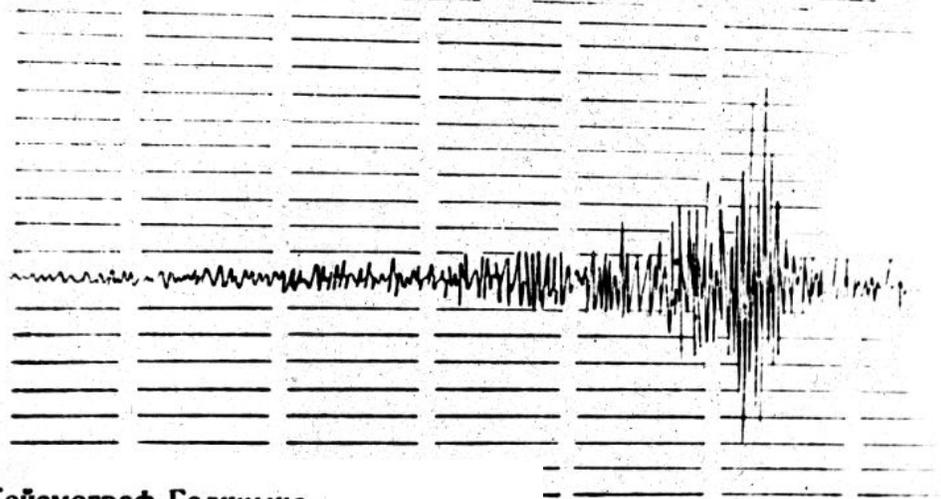
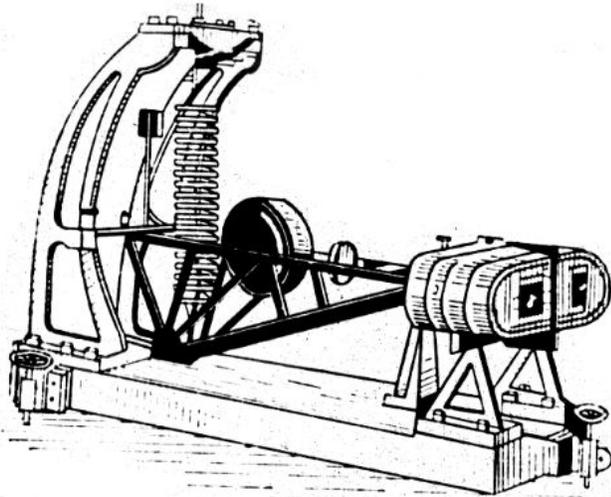
Землетрясения приурочены к областям высокой современной тектонической активности и связаны с конвергентными и дивергентными границами литосферных плит.



РЕГИСТРАЦИЯ СЕЙСМИЧЕСКИХ ВОЛН

Превышение прочности горных пород и их разрыв вызывают формирование **очага** землетрясения и сейсмические волны разного типа (продольные (S), поперечные (P) и поверхностные (L) волны), приводящие к разрушению.

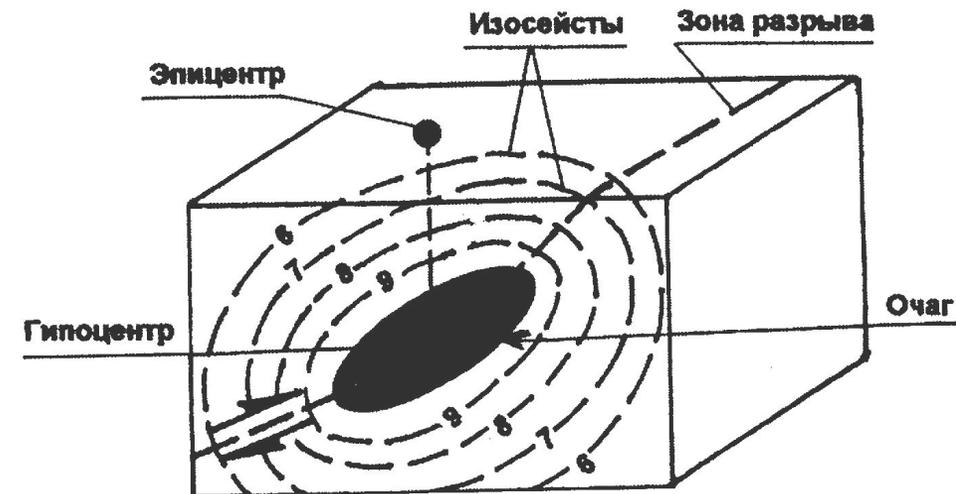
Сейсмическое районирование - основной метод предсказания землетрясений.



Сейсмограф Голицына

Основные характеристики землетрясения:

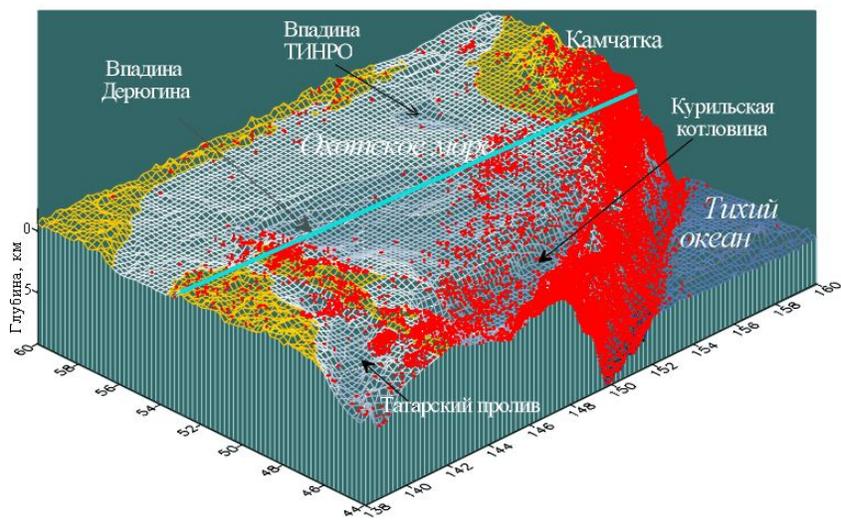
- **гипоцентр** – место в глубине земли, где началось землетрясение;
- **эпицентр** – проекция гипоцентра на поверхность Земли.
- **глубина очага** – расстояние от поверхности Земли до гипоцентра
- **ИНТЕНСИВНОСТЬ**
- **магнитуда**



СИЛА ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЙ

12-бальная международная сейсмическая шкала.
(Шкала Рихтера).

- 1-2 балла- слабые толчки, не ощущаются человеком
- 3-4 балла- толчки ощущаются, но разрушений не происходит
- 5-6 баллов- легкие повреждения зданий
- 7-8 баллов- частичное повреждение зданий
- 9-10 баллов- трещины 10-20 см., обвалы в горах
- 11-12 баллов- разрушается все на земной поверхности



Магнитуда – величина, характеризующая **сейсмическую энергию** толчков землетрясения (определяется как **логарифм** выраженной в микронах **максимальной амплитуды** записи толчка, сделанным сейсмографом на расстоянии 100 км от эпицентра).

Интенсивность землетрясения зависит:

- * **от эпицентрального расстояния** – чем ближе к эпицентру, тем выше интенсивность;
- * **от глубины очага землетрясения** – чем меньше глубина, тем больше интенсивность;
- * **от грунтовых условий** – рыхлые породы и высокое залегание грунтовых способствуют увеличению интенсивности землетрясения примерно на один балл.

ПОСЛЕДСТВИЯ ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЙ

- 1556г. – провинция Шаньси – 800 тысяч
- 1775 г. – Лиссабон – 60 тысяч
- 1908 г. – Мексика – 160 тысяч
- 1923г. – Токио – 150 тысяч
- 1976г. - Китай - 300 тысяч
- 1995г. – Нефтегорское – 2 тысячи

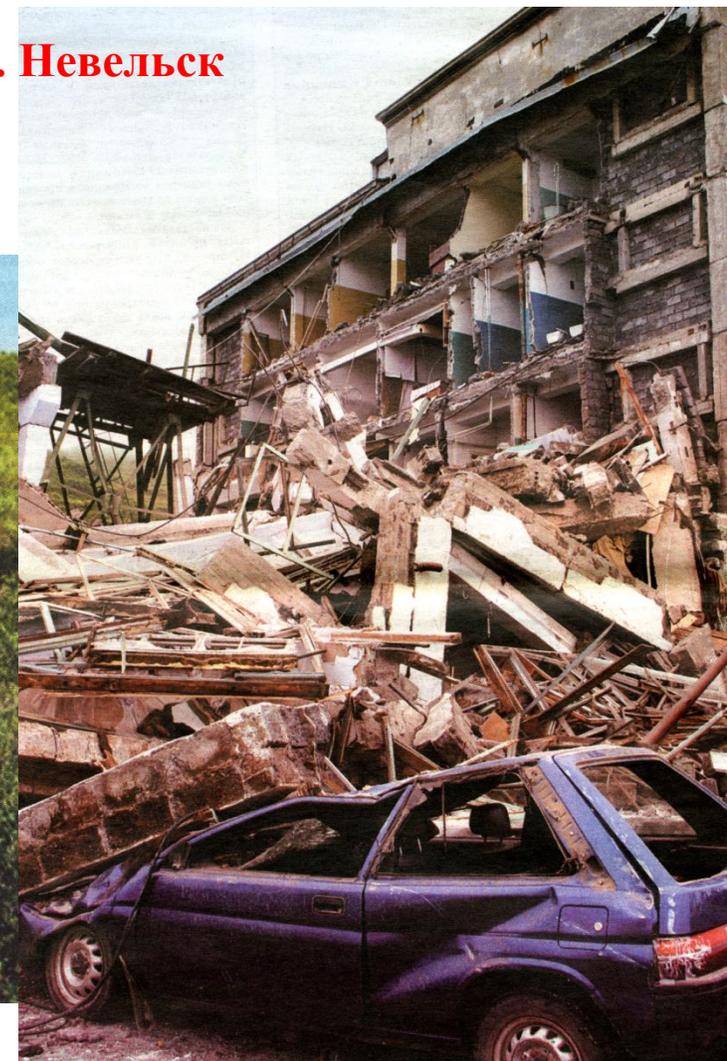
Цунами



АЛТАЙСКОЕ ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЕ 2003г. 9 баллов



г. Невельск



КРАТКОСРОЧНЫЙ ПРОГНОЗ ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЙ

Предвестники землетрясений:

1. **Сейсмические** (форшоки)
2. **Геофизические** (изменения сопротивления пород, электромагнитного поля и т.д.)
3. **Гидрогеологические** (изменение уровня воды в колодцах, скважинах)
4. **Геоморфологические** (изменение углов наклона местности)
5. **Газовые эманации**
6. **Необычное поведение животных**

ДОЛГОСРОЧНЫЙ ПРОГНОЗ ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЙ

Землетрясения прогнозируются там, где они уже были ранее.

Сила возможных землетрясений соответствует силе уже произошедших землетрясений.

Результаты долгосрочного прогноза учитываются при строительстве сейсмостойких сооружений