



# Землетрясения и их последствия

- **Сейсмология – наука, занимающаяся изучением землетрясений.**
- **Основные понятия**
- **Изучение землетрясений**
- **Частота землетрясений и их энергия**
- **Карты сейсмической активности**
- **Геологические условия возникновения землетрясений**
- **Прогноз землетрясений, сейсмическая разведка**

**Изучением землетрясений  
занимается отрасль  
естествознания — сейсмология.**

**Под землетрясением понимаются всякие колебания земной коры и подземные удары, вызванные естественными причинами.**



# Землетрясение в Лиссабоне в 1755 г.



# Землетрясение в Рокка ди Папа близ Рима



Художник Петр Басин

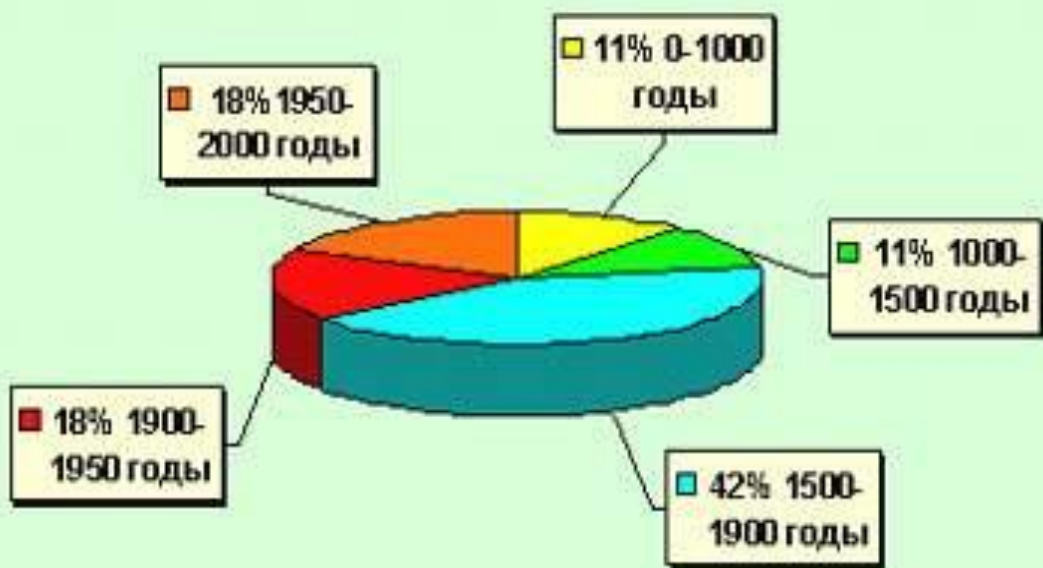
## **А. М. Горький так описывал события, происшедшие в итальянском городе Мессине 28 декабря 1908 г.**

**"В 5 часов 20 минут земля вздрогнула; ее первая судорога длилась почти десять секунд: треск и скрип оконных рам, дверных колод, звон стекол, грохот падающих лестниц разбудили спящих: люди вскочили, ощущая всем телом эти подземные толчки... Качались стены, срываясь, падали полки, посуда, картины, зеркала, изгибался пол, мебель тряслась, двигаясь по комнате, опрокидывались шкафы, подпрыгивали столы... Как бумажный, разрывался потолок, сыпалась штукатурка... В темноте все качалось, падало, с треском проваливаясь в какие-то вдруг открывшиеся пропасти... Земля глухо гудела, стонала, горбилась под ногами и волновалась, образуя глубокие трещины... Вздрогнув и пошатываясь, здания наклонялись, по их белым стенам, как молнии, змеились трещины, и стены рассыпались, заваливая узкие улицы и людей среди них тяжелыми грудями острых кусков камня... Все море качается, как огромная чаша, готовая опрокинуться на остатки города... Кажется, что вот сейчас вся смятенная масса его выплеснется на землю до последней волны и капли... Поднялась к небу волна высотой неизмеримой, закрыла грудью половину неба и, качая белым хребтом, согнулась, переломилась, упала на берег и страшной тяжестью своей покрыла трупы, здания, обломки, раздавила, задушила живых и, не удержавшись на берегу, хлынула назад, увлекая с собой все схваченное".**

# Наиболее разрушительные землетрясения

- **1556** — Ганьсу и Шеньси, Китай — 800 000 человек погибло
- **1737** — Калькутта, Индия — 300 000 человек погибло
- **1923** — Токио и Йокогама, Япония (8,3 балла по Рихтеру) — 143 000 человек погибло, около миллиона осталось без крова в результате возникших пожаров
- **1948** — Ашхабад, Туркмения — 110 000 человек погибло
- 26 апреля 1966 - Ташкент - (5.3 балла по Рихтеру) сильно разрушен город, 8 человек погибло.
- **1976** — Таньшань, Северо-восточный Китай (8,2 по Рихтеру) — более 655 000 человек погибло
- **1985** — Мексика (8,2 по Рихтеру) - более 7 500 человек погибло

### Известные жертвы от землетрясений на планете (6028121 человек за 2000 лет)



Афганистан, 1998



ИСЛАМАБАД, ПАКИСТАН  
ВЕСТИ

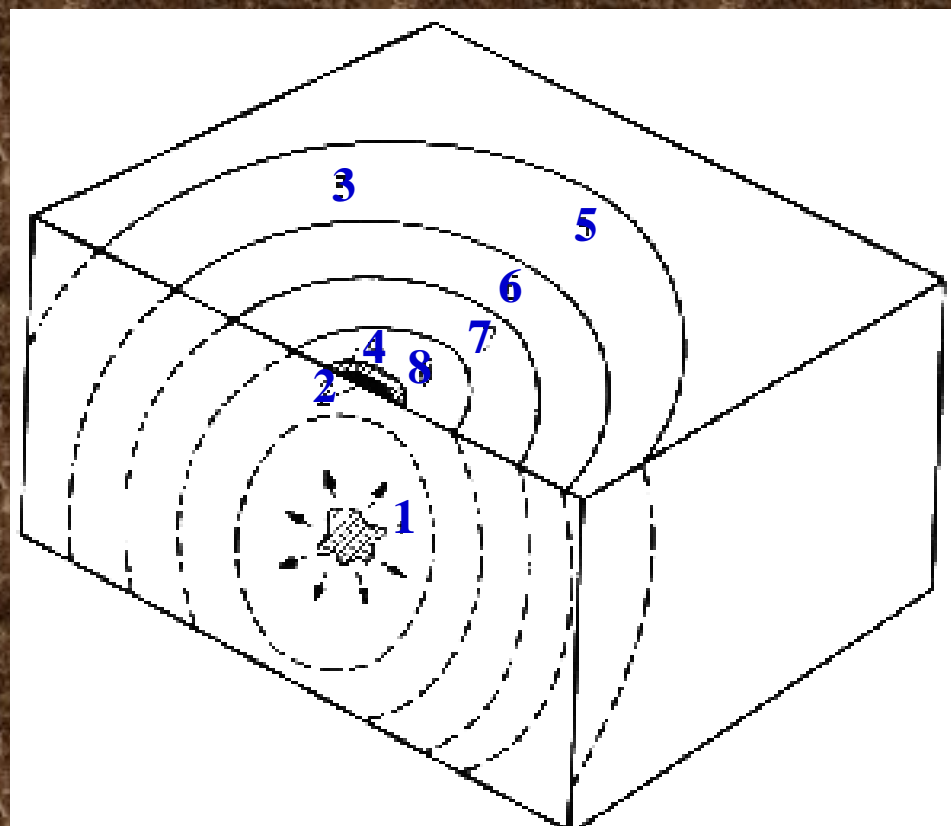
**Очаг (гипоцентр, фокус) землетрясения – место в земной коре, или в верхней мантии, где возник подземный удар, и откуда во все стороны расходятся упругие колебания.**

**Очаги большинства землетрясений располагаются в земной коре, но во многих местах известны очаги более глубокие – до 300 и даже 700 км.**

**Очаг не точка, а определенный объем в толще Земли, тем больший, чем сильнее землетрясение.**

# Очаг и изосейсты землетрясения:

1- очаг (гипоцентр),  
2- эпицентр, 3-  
изосейсты, 4-  
плейстосейстовая  
область, 8, 7, 6, 5-  
зоны балльности



*Плейстоценовая область* –

такая область, в пределах которой колебания почвы, вызванные подземными ударами, достигают наибольшей интенсивности.

*Эпицентр* – место, расположенное в центре плейстосейстовой области, являющееся проекцией очага землетрясения на дневную поверхность.

- *Изосейсты* – линии на поверхности Земли, соединяющие точки, в которых данное землетрясение проявилось с одинаковой интенсивностью.
- *Изосейсмальная область* – участок на поверхности Земли, ограниченный двумя соседними изосейстами.

*Сила (интенсивность)* подземных толчков. Сила землетрясений изменяется в очень широких пределах, от самых слабых, которые человеком не ощущаются и могут быть отмечены только чувствительным приборами, и до катастрофических.

# 12-балльная шкала для определения силы землетрясений (MSK-64)

Баллы	Краткая характеристика интенсивности землетрясений
1	Колебания почвы отмечаются приборами
2	Ощущаются в отдельных случаях людьми, находящимися в спокойном состоянии
3	Отмечаются немногими людьми
4	Отмечаются многими людьми. Возможно дребезжание стекол
5	Качание висячих предметов. Многие спящие просыпаются
6	Легкие повреждения в зданиях, тонкие трещины в штукатурке
7	Трещины в штукатурке и откалывание отдельных кусков, тонкие трещины в стенах
8	Большие трещины в стенах, падение карнизов, дымовых труб
9	В некоторых зданиях обвалы: падение стен, перекрытий, кровли
10	Обвалы во многих зданиях, трещины в грунтах до 1 м
11	Многочисленные трещины на поверхности Земли, большие обвалы в горах, разрушение большинства зданий
12	Изменение рельефа в больших размерах, катастрофические разрушения

# Несколько примеров, демонстрации силы землетрясений



# Изучение землетрясений

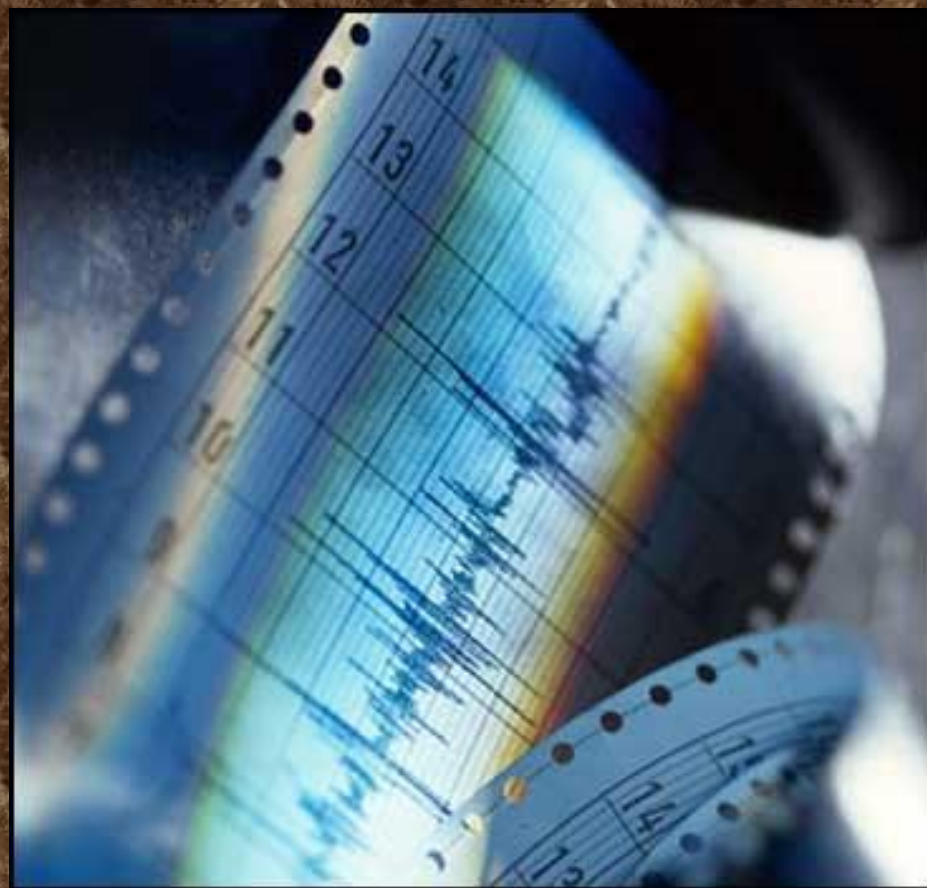
Непосредственные визуальные наблюдения последствий землетрясений, определение силы подземных толчков с помощью сейсмических шкал и составление карт изосейст – это один способ изучения землетрясений.

Другого характера сведения доставляют *сейсмические станции.*

На сейсмических станциях устанавливаются приборы, *сейсмографы*, которые регистрируют землетрясения, записывая приходящие на станцию колебания Земли, возникшие в очаге.

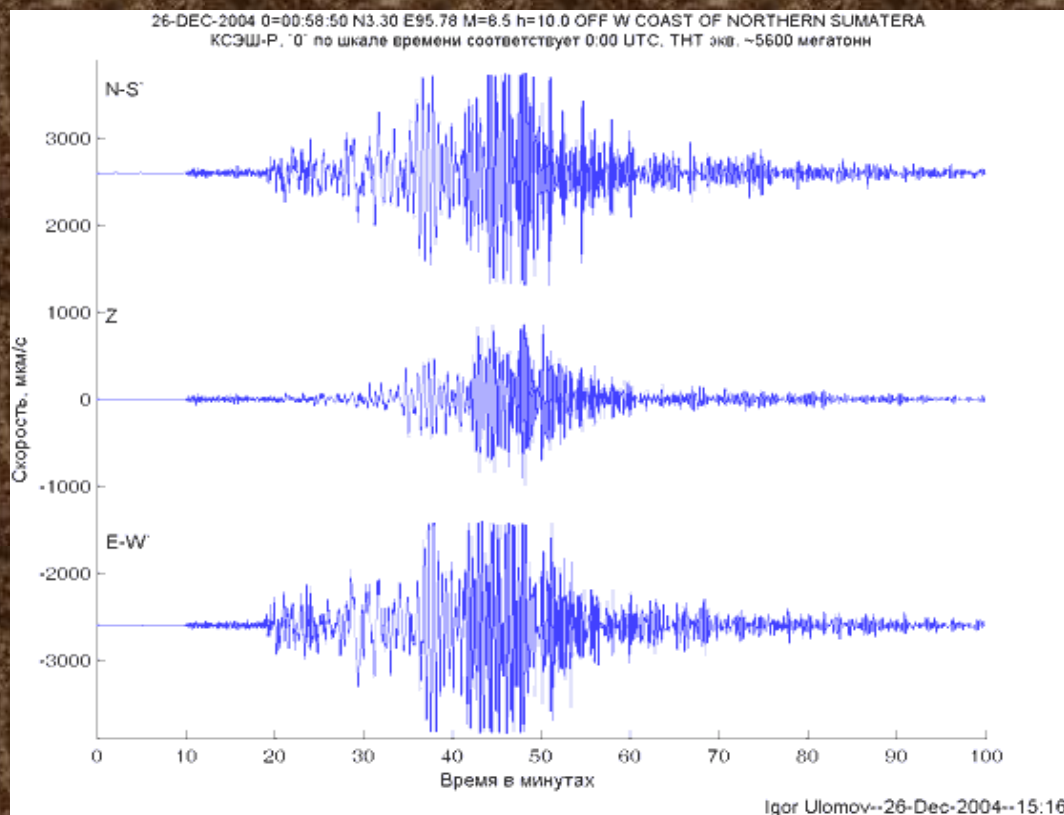


Запись землетрясения, получаемая на станции с помощью сейсмографа, носит название *сейсмограммы* и имеет форму волнистой линии, которая повторяет в увеличенном виде пришедшие на станцию упругие колебания, или сейсмические волны.



На каждой сейсмической станции устанавливается обычно три сейсмографа.

Один из них регистрирует вертикальную составляющую колебательного движения, а два других – горизонтальные составляющие (в меридиональном и широтном направлениях).



Запись землетрясения на северной Суматре 26 декабря 2004 (выполнена в Москве, ул. Б. Грузинская, 10)

**Упругие колебания, возникающие в очаге землетрясения, состоят из волн нескольких типов:**

- **Продольные волны** – представляют собой колебательные движения частиц вещества вдоль сейсмического луча, т.е. в направлении от очага или к очагу
- **Поперечные волны** – представляют собой колебательные движения частиц вещества поперек сейсмического луча.
- **Поверхностные волны** – возникают на границе двух различных сред.

# Частота землетрясений

- В сейсмических районах землетрясения происходят часто. За год на всем земном шаре регистрируется несколько сот тысяч землетрясений. Наибольшей частотой отличаются слабые землетрясения; реже возникают сильные.
- Какой-либо правильной периодичности в появлении землетрясений нет, но в целом сейсмический режим на протяжении веков и тысячелетий почти не меняется.

# **Афтершоки – повторные толчки**

**Интересная особенность каждого сильного землетрясения. Они исходят их того же очага, что и основное землетрясение, или же из соседних с очагом участков. Количество и сила их со временем падает, но все же в некоторых случаях они ощущаются в течение многих месяцев, иногда до 3-4 лет.**

# Энергия землетрясений

При каждом землетрясении в недрах Земли высвобождается определенное количество энергии, которая накапливалась в результате тектонических процессов в течение длительного времени.

Энергию землетрясений можно вычислить, хотя это и сложно. Полученные же цифры показывают, что при землетрясениях выделяется огромное количество энергии, для катастрофических землетрясений порядка  $10^{25}$  эргов.

# Понятие о магнитуде

Под магнитудой понимается условная величина  $M$ , пропорциональная логарифму энергии землетрясения и оцениваемая по расстоянию, на котором данное землетрясение записывается сейсмографами.

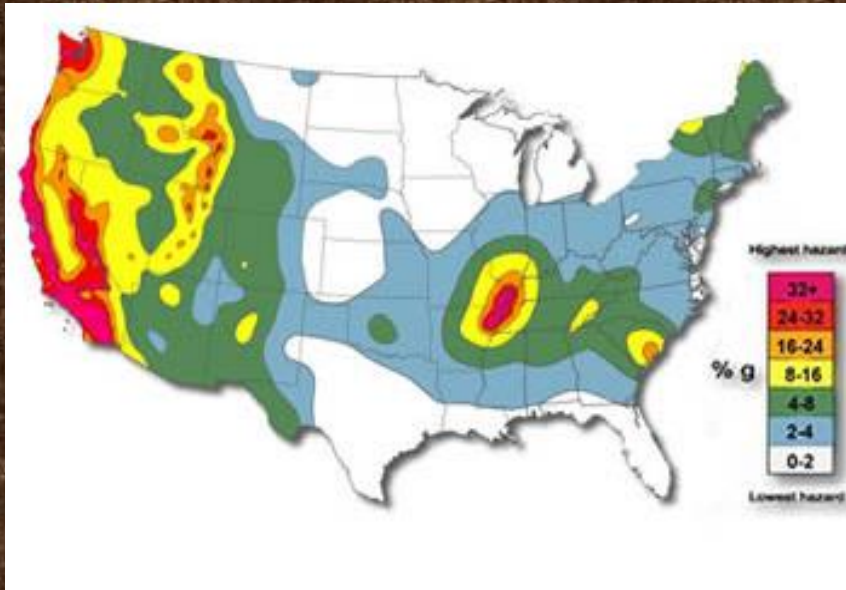
# Классификация землетрясений

Тип землетрясения	Процент от общего числа	Диапазон магнитуд
Тектонические	Около 95%	До 9
Вулканические	До 5%	До 8
Обвальные (денудационные)	Менее 1%	Не более 5
Техногенные (антропогенные)	Менее 0.1%	Известны до 5

# **Карты сейсмической активности**

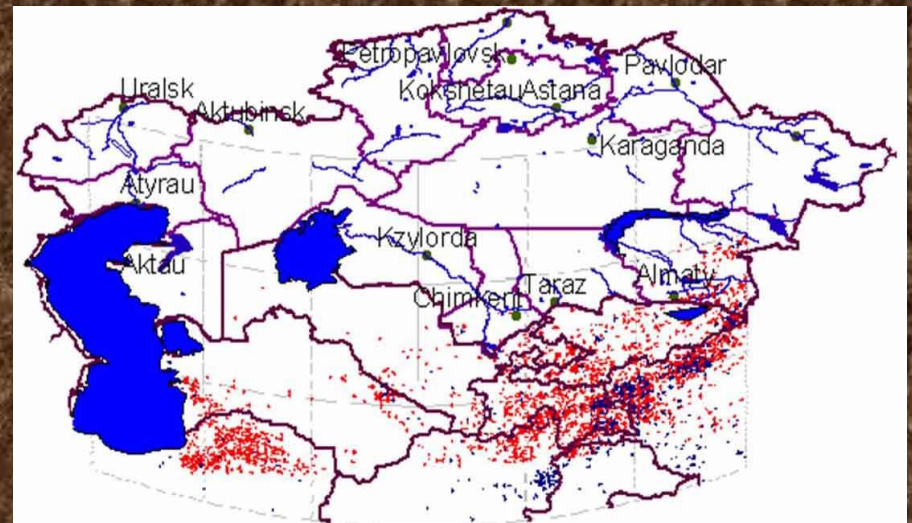
**Для построения этих карт вычисляется коэффициент, характеризующий количество землетрясений определенного энергетического класса, происходящих на данной площади в избранный промежуток времени.**

# Карты сейсмической активности



## Соединенных Штатов Америки

## Казахстана

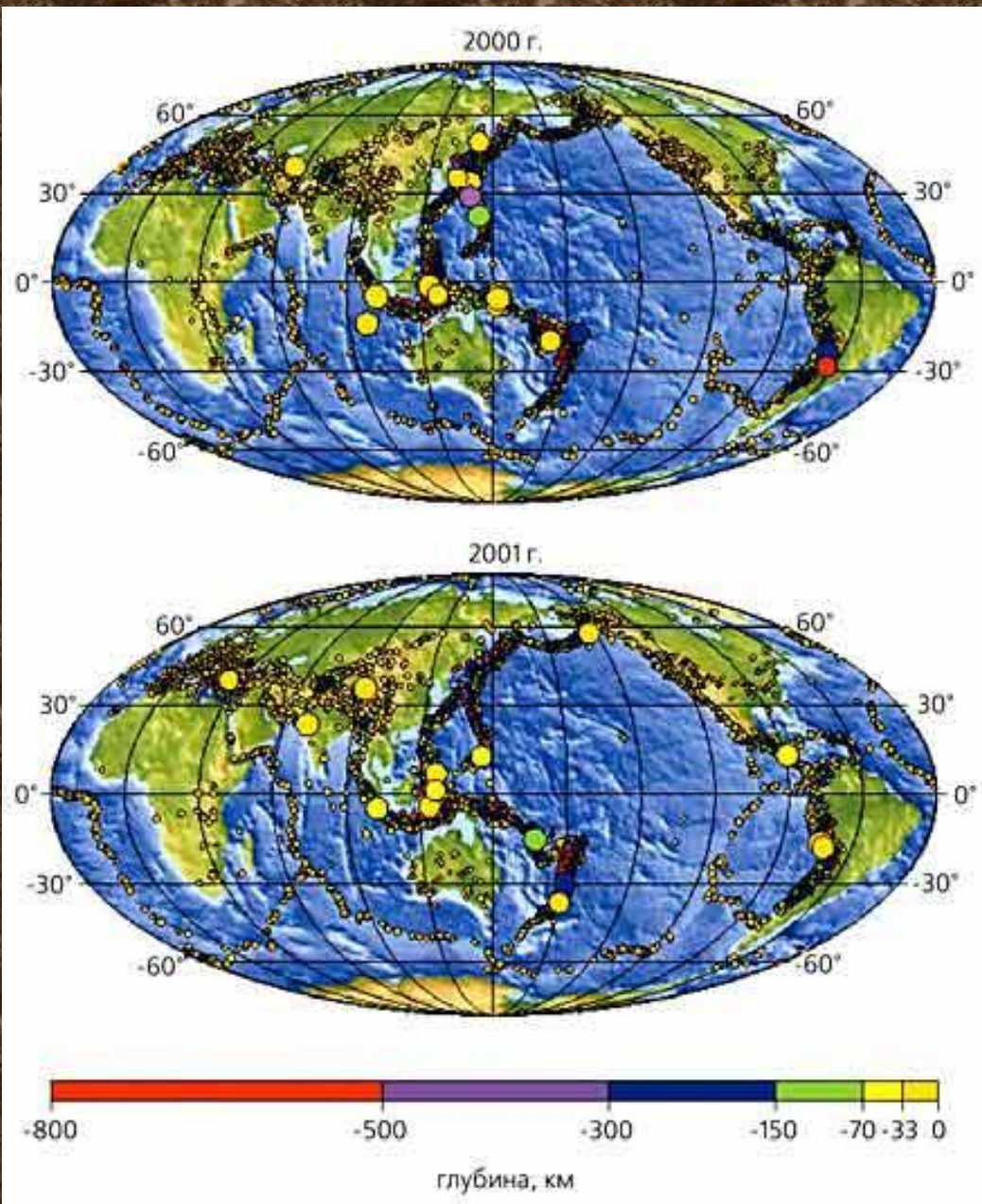


# Географическое распределение землетрясений

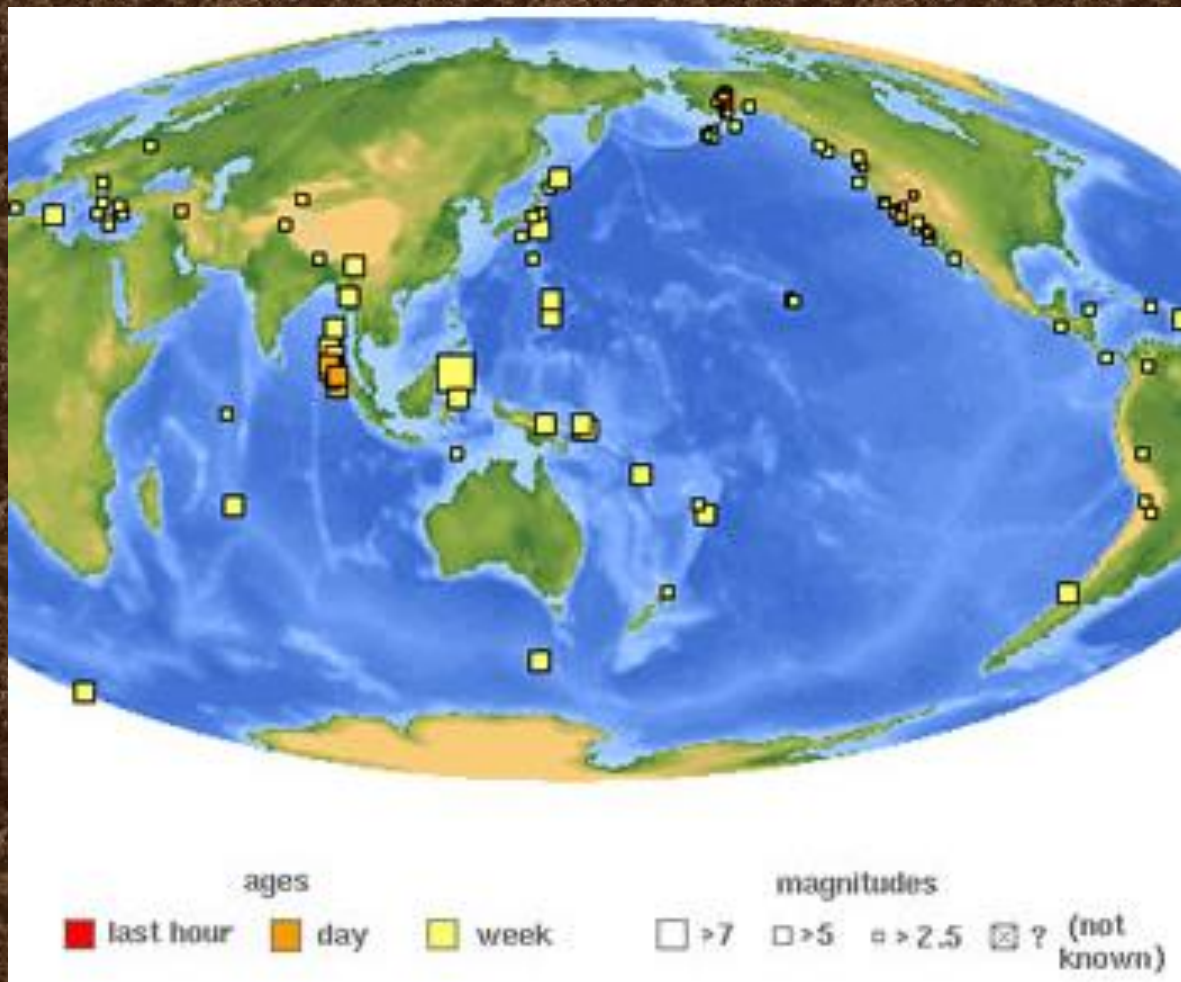
Землетрясения распределены по земному шару неравномерно.

Места на поверхности Земли, которым приурочены частые и сильные землетрясения называются *сейсмическими областями*.

Области без землетрясений называются *асейсмичными*.



Распределение  
землетрясений  
на планете в  
2000 и 2001 гг



**Землетрясения за  
неделю,  
по состоянию на 9  
февраля 2005 г.,  
показаны на карте**

# **Геологические условия возникновения землетрясений**

- **нахождение в области современных тектонических движений**
- **движения должны быть достаточно интенсивными**
- **движения должны быть дифференцированными**

# Прогноз землетрясений

- Предсказать момент наступления землетрясения пока не удается
- Можно предсказать место и силу будущих землетрясений. Эта задача составляет сущность сейсмического районирования.

## **Указанием на проявление геофизических аномалий может служить поведение ЖИВОТНЫХ**

**В зонах землетрясений наблюдали пассивных пресмыкающихся – змей, лягушек, ящериц (Алайская долина, 1978; Северо-Восточный Китай, 1975), за несколько часов до землетрясений выли собаки, мыши из подвалов поднимались на чердаки зданий или выбегали на открытые пространства, отмечалось необычное поведение других домашних животных и птиц.**

**Перед землетрясениями наблюдается изменение уровня воды в опытных скважинах, за несколько дней до землетрясений он падал, а накануне падение его приостанавливалось. Землетрясение происходило либо во время наиболее низкого стояния воды, либо в начале подъема уровня.**