

# **ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЯ**

- **Землетрясение**  
обусловлено резким разрывом и смещением напряжённых пород по разлому, возникающему близ поверхности Земли.



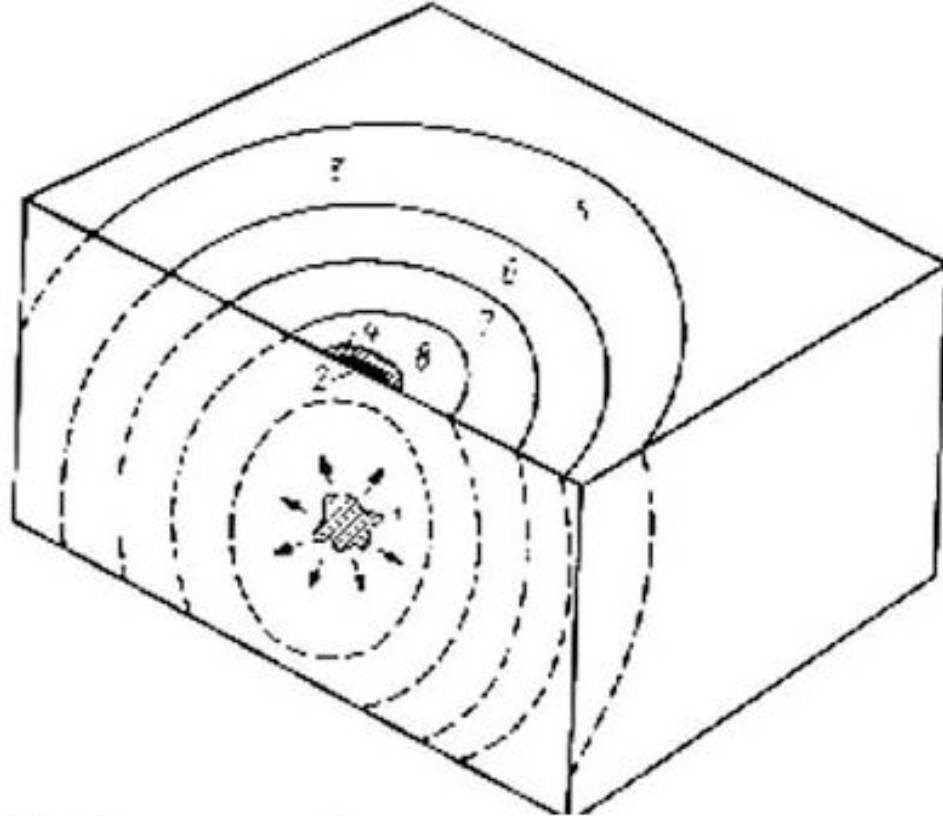
- Ежегодно на земном шаре регистрируется более 100 000 землетрясений.
- За последнее время катастрофические землетрясения произошли в Чили (1960), на Аляске (1969), в Гватемале (1976), в Китае (1976) и в 2008, в Ашхабаде (1929 и 1948), Ташкенте (1966), Спитаке в Армении (1988), в Иране лет 10 назад, в Индонезии (2004), в Гаити в 2010 г, в прошлом году в Японии .

- в Калифорнии 19 апреля 1906 года с магнитудой 8.3.
- Смещение по разлому Сан-Андреас наблюдалось на протяжении 450 км и достигало 6.3 метра по горизонтали.



- Во время катастрофического Гоби-Алтайского землетрясения 1957 г. силой до 12 баллов и магнитудой 8,6 наблюдались сдвиги с амплитудой до 9 м, возникали своеобразные "волны" высотой до 10 м и гигантские зоны трещин и деформаций протяженностью почти в 900 км. Вдоль этой зоны шириной в сотни метров сформировались провалы, зияющие трещины до 20 м, многочисленные уступы, сдвиги и т. д. Очень характерны разнообразные изгибы земной поверхности, то плавные, то крутые.

- накопившиеся напряжения в какой-то момент превышают прочность горных пород и происходит разрядка этих напряжений
- сейсмические колебания в виде волн, достигнув земной поверхности, производят разрушения.

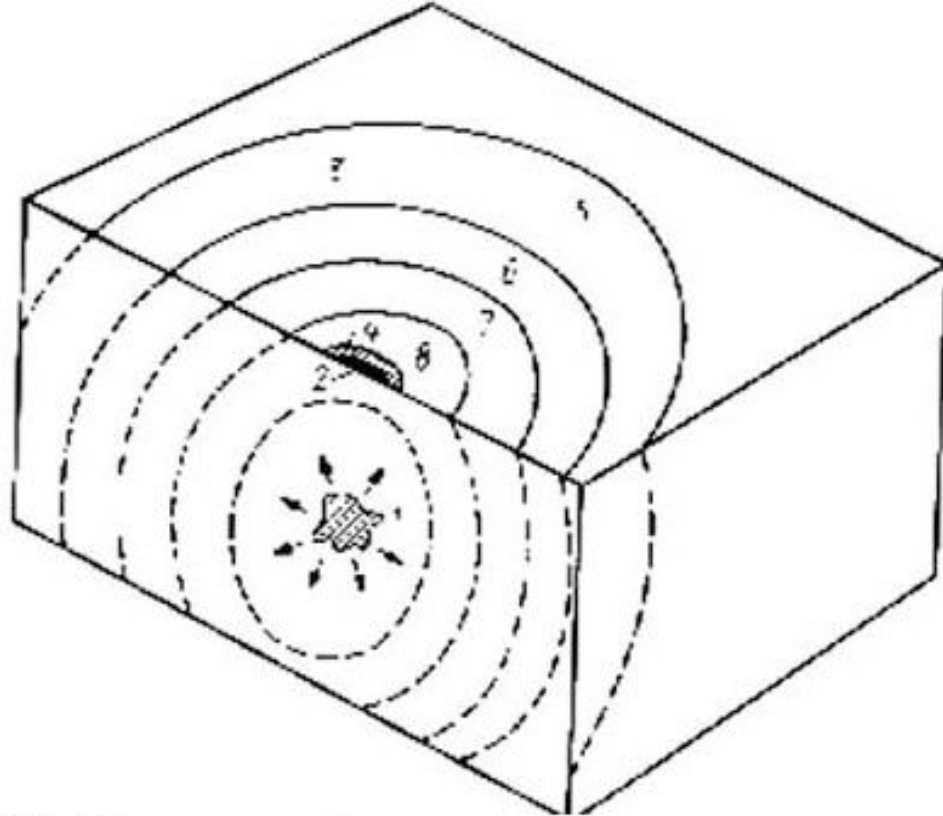


15.1. Очаг и изосейсты землетрясения

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

*Гипоцентр (очаг, фокус)* – некоторый объем горных пород, внутри которого осуществляются неупругие деформации.

*Эпицентр* – проекция гипоцентра на земную поверхность



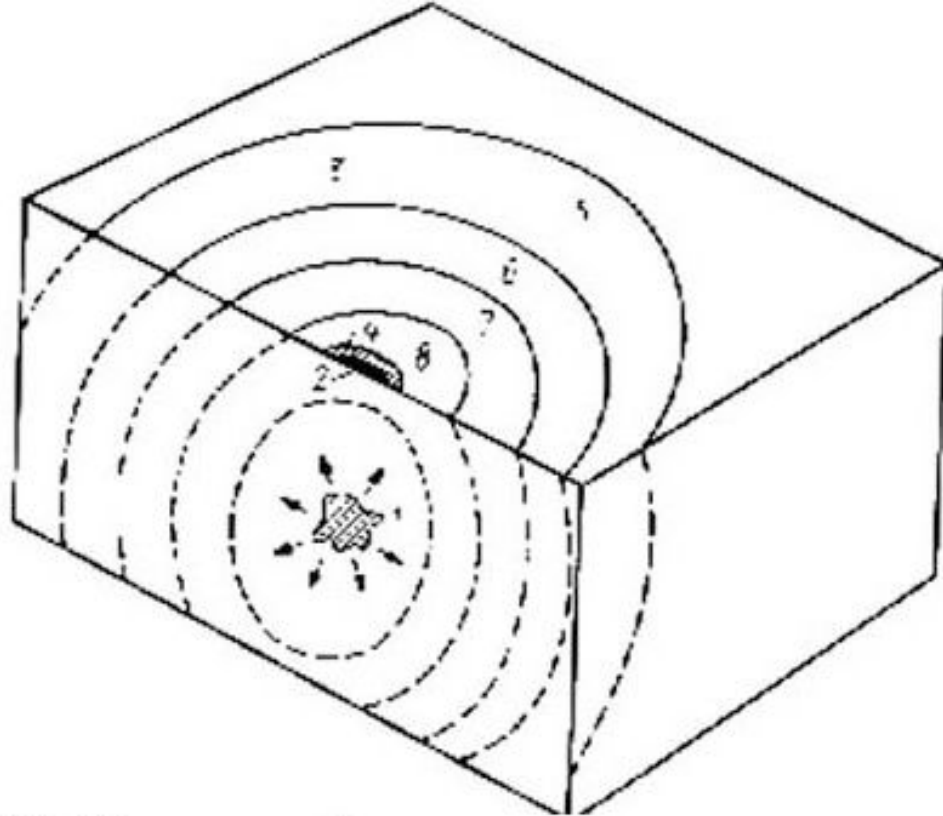
15.1. Очаг и изосейсты землетрясения

1- очаг (гипоцентр), 2- эпицентр, 3- изосейсты,

4- плейстосейстовая область, 8, 7, 6, 5- зоны бальности

*Изосейсты* – линии, соединяющие точки на местности, в которых землетрясение проявилось с одинаковой интенсивностью.





15.1. Очаг и изосейсты землетрясения

1- очаг (гипоцентр), 2- эпицентр, 3- изосейсты,

4- плейстосейстовая область, 8, 7, 6, 5- зоны бальности

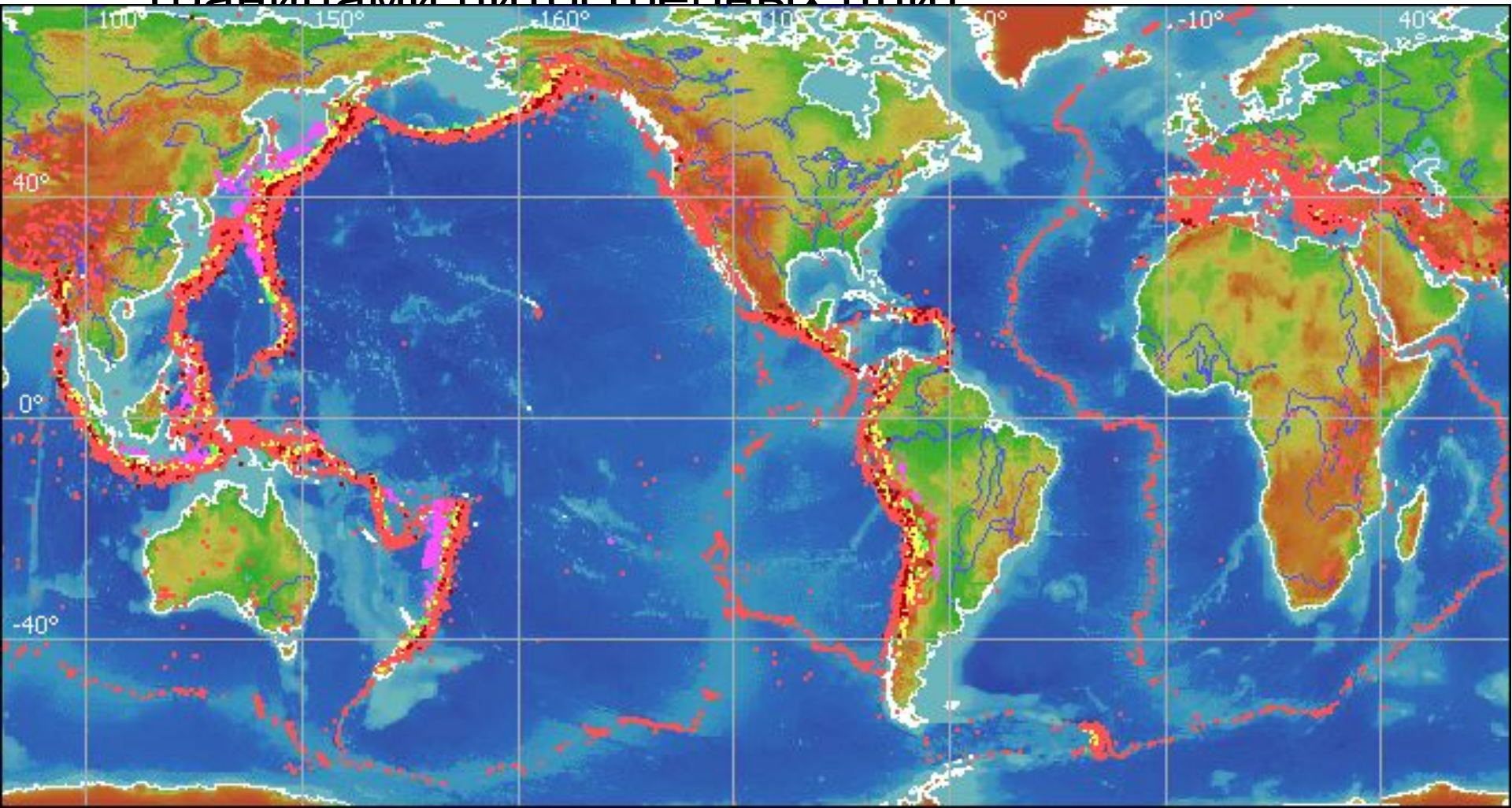
**Интенсивность** – внешний эффект землетрясения на поверхности Земли. Выражается в смещении почвы, частиц горных пород, степени разрушения зданий, появлении трещин на поверхности и т.д.

- *Магнитуда* ( $M$ ) – логарифм отношения максимального смещения частиц грунта (в микрометрах)  $A_1$  при данном конкретном землетрясении к некоторому эталонному очень слабому смещению грунта  $A_2$ :
- Магнитуда безразмерная величина.
- Шкала широко используется в сейсмологии и изменяется от 0 до 9,5 при самых сильных катастрофических землетрясениях.
- Магнитуда отличается от интенсивности.

- *Энергия* землетрясения распространяется в виде упругих сейсмических волн.
- Часть выделившейся энергии, помимо формирования сейсмических волн, расходуется на преодоление сил трения в очаге, на пластические деформации, наконец, на выделение тепла, которое может быть весьма значительным.

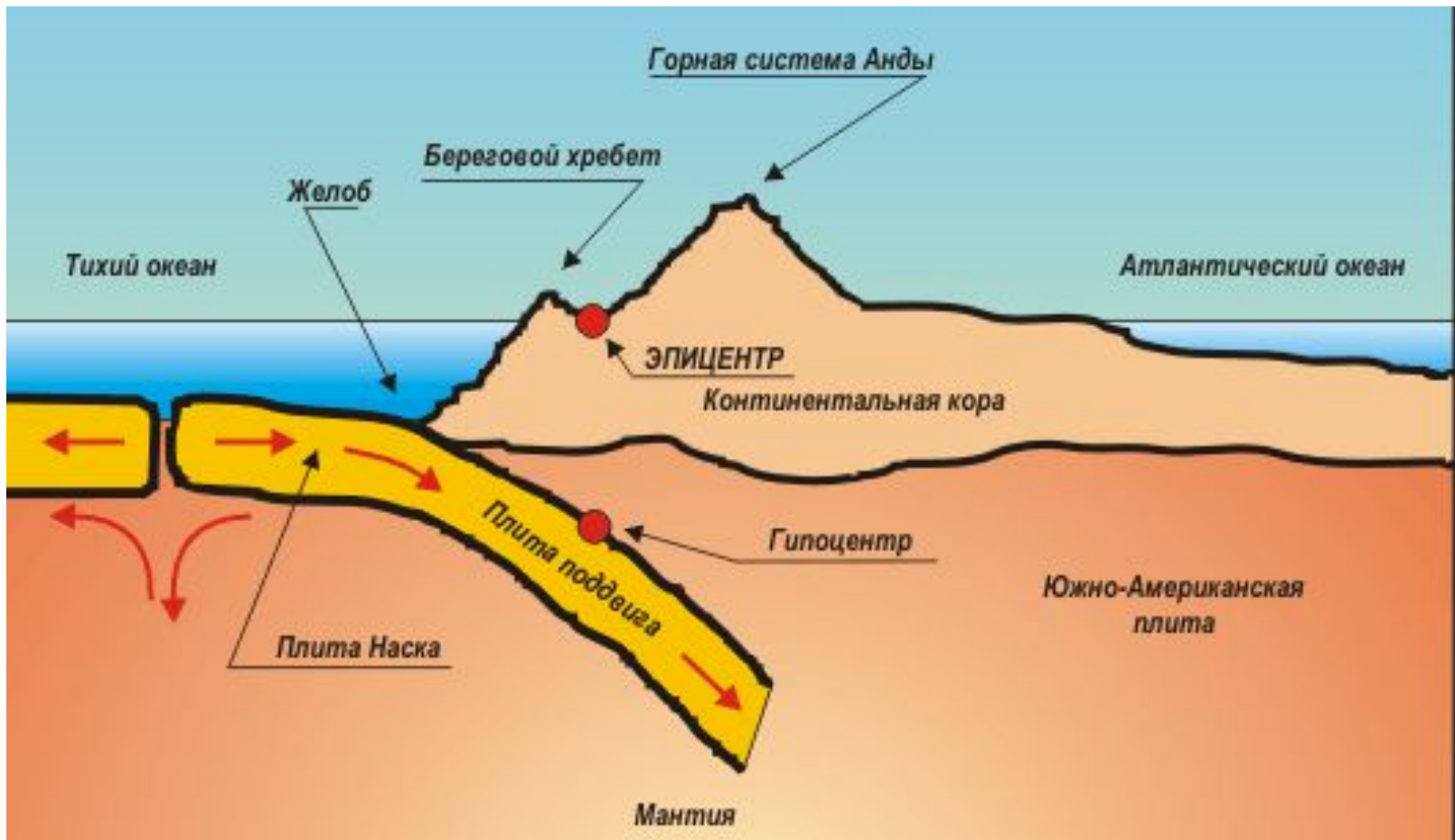
- *Глубиной очага* землетрясений ( $h$ ) называется расстояние от поверхности Земли по нормали до очага.
- Глубины очагов землетрясений могут быть очень разными – от первых километров до 600-700 км в сейсмофокальных зонах Беньофа. Однако подавляющее количество землетрясений (около 90 %) приурочено к интервалу до 100-200 км.

- На карте показано распределение эпицентров зарегистрированных землетрясений. Приурочены главным образом к конвергентным или дивергентным границам литосферных плит



- В этих регионах непрерывно накапливаются тектонические напряжения, которые периодически разряжаются в виде землетрясений.
- В то же время существуют огромные асейсмичные пространства, совпадающие с древними платформами, внутренними частями океанских плит, эпипалеозойскими плитами.

# Фокус и эпицентр

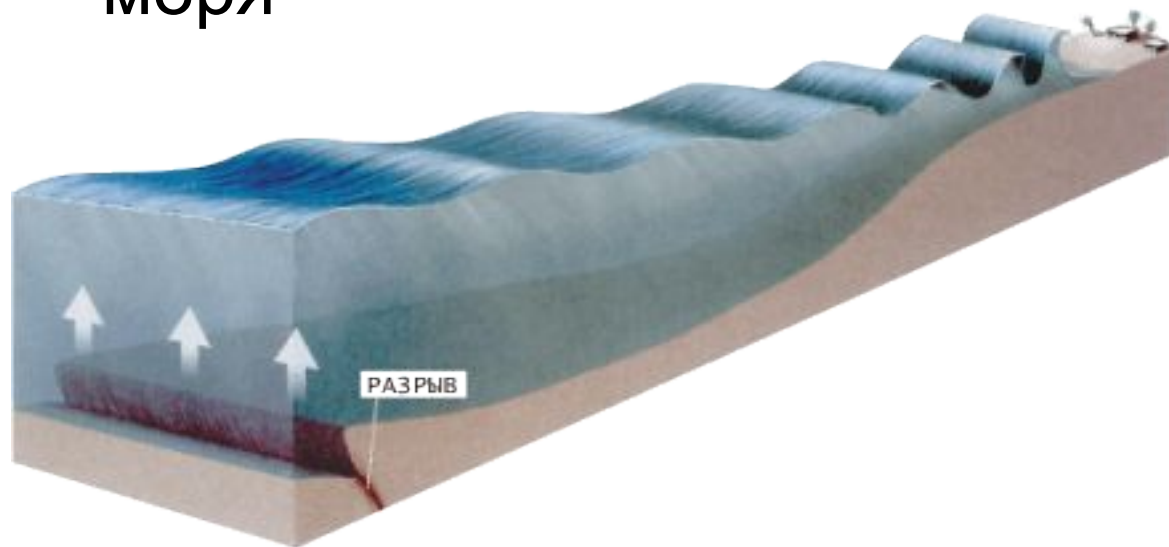


- Землетрясения вызывают образование крупных оползней, обвалов и других форм сейсмодислокаций.
- Изучение древних сейсмодислокаций способствует проведению *сейсмического районирования*, так как по их форме и характеру появляется возможность оценить балльность данного региона, хотя, в наши дни землетрясения там может быть не происходят.



- Землетрясения в морях и океанах.

- В настоящее время считается, что цунами образуются во время резкого вертикального движения горных пород вдоль разлома на дне моря



Над плейстосейстовой областью образуется волна (цунами), которая в открытом океане практически незаметна

- Поверхность моря над зоной деформации океанического дна подвержена аналогичной подвижке, но если перемещение участка океанического дна происходит быстро, одним ударом, то деформация толщи воды развивается постепенно, вызывая все усиливающиеся колебания.



## Цунам и

На мелководье волна становится круче, достигая 15- 20 и больше м, и, обрушиваясь на берег, уничтожает все на своем пути.

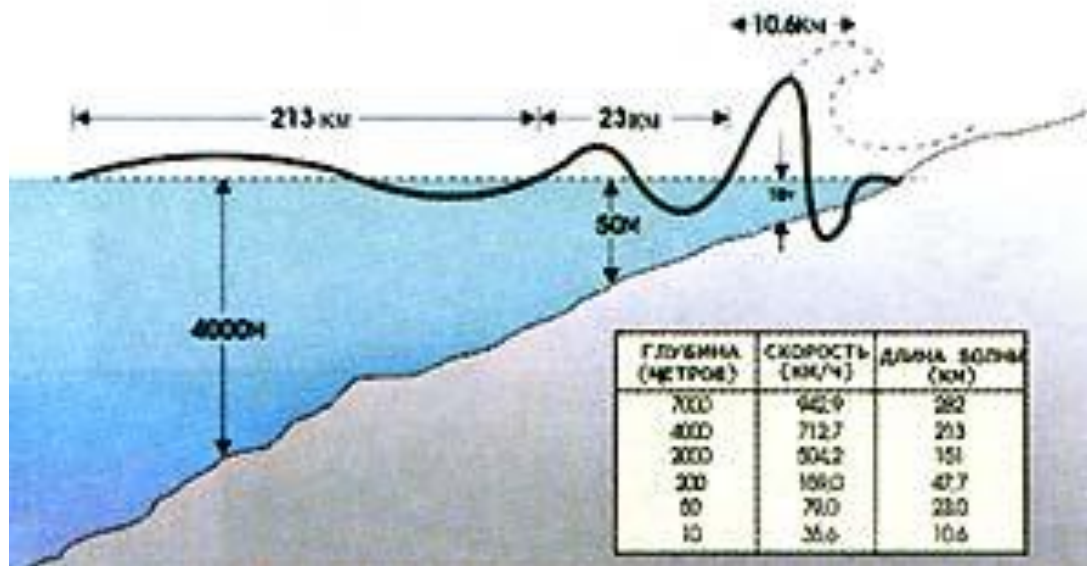


Цунами способны пересечь весь океан со скоростями до 900 километров в час.

В море высота волн цунами не превышает 1 метра. Но длина иногда больше 160 км.

Когда цунами достигает мелководья, скорость волн уменьшается, но высота растет.

- Появлению волн цунами часто предшествует отступление воды от берега.

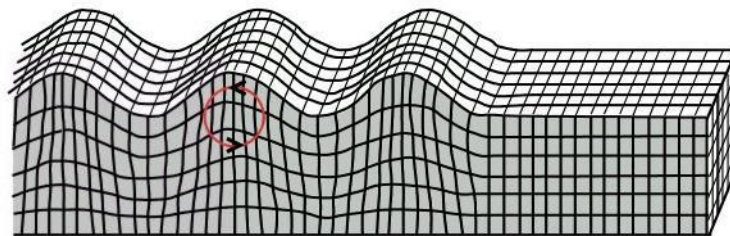


- 26 декабря 2004 года у берегов Индонезии.
- Высота волны в открытом океане составила 0,8 м, в прибрежной зоне — 15 м, а в зоне заплеска — 30 м. Погибло около 300 тысяч человек. По оценкам ООН, это крупнейшая природная катастрофа, постигшая человечество за последние 100 лет.
- По данным сейсмических станций, землетрясение, вызвавшее цунами в Индийском океане, имело магнитуду 8,6–8,9 и даже 9.1 по шкале Рихтера, то есть почти максимально возможное.
- Вертикальный сдвиг пластов земной коры в эпицентре землетрясения составил 8–10 м.

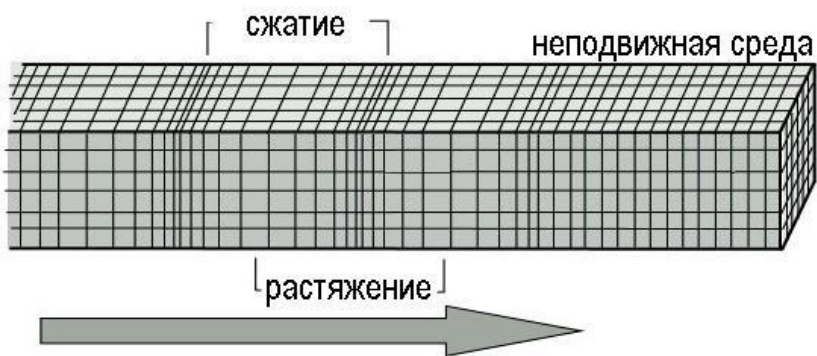


*Побережье острова Суматра до и после цунами. Фото со спутника.*

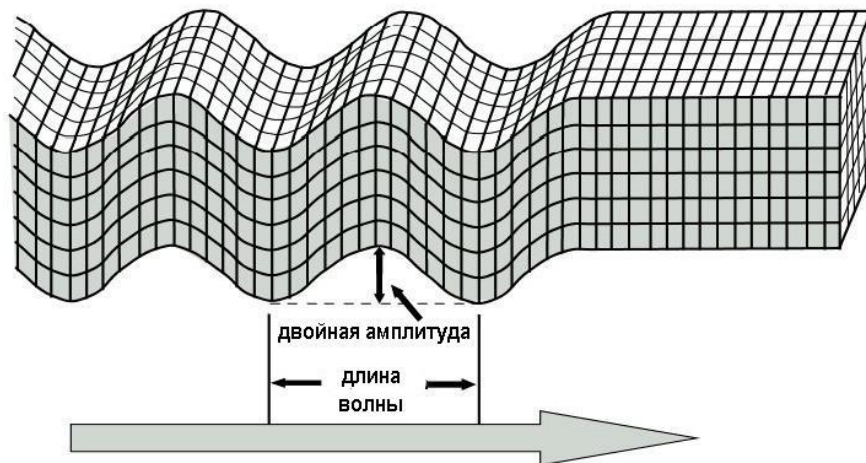
Волны Релея



P волны

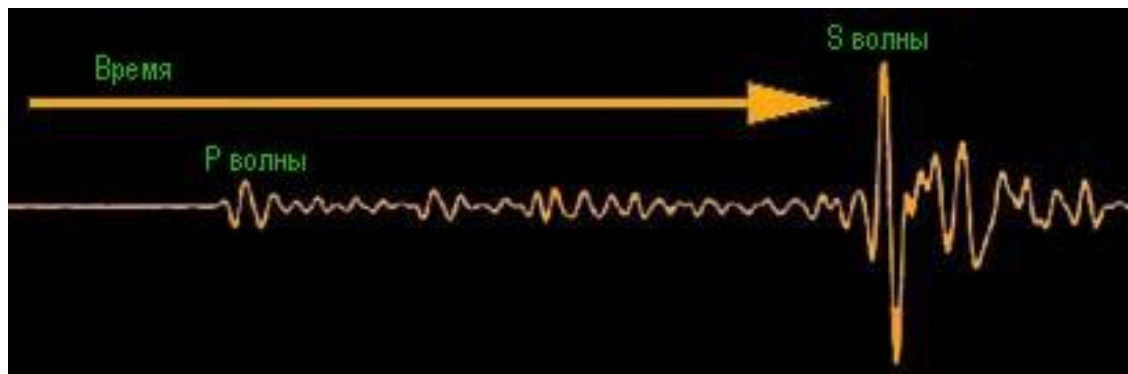
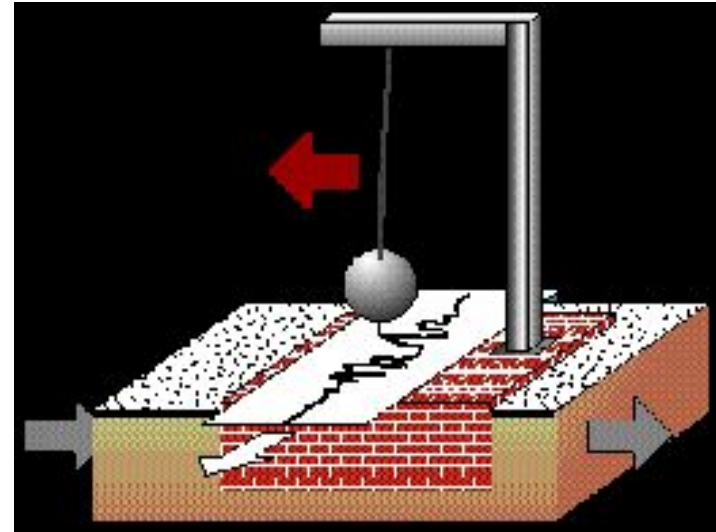


S волны



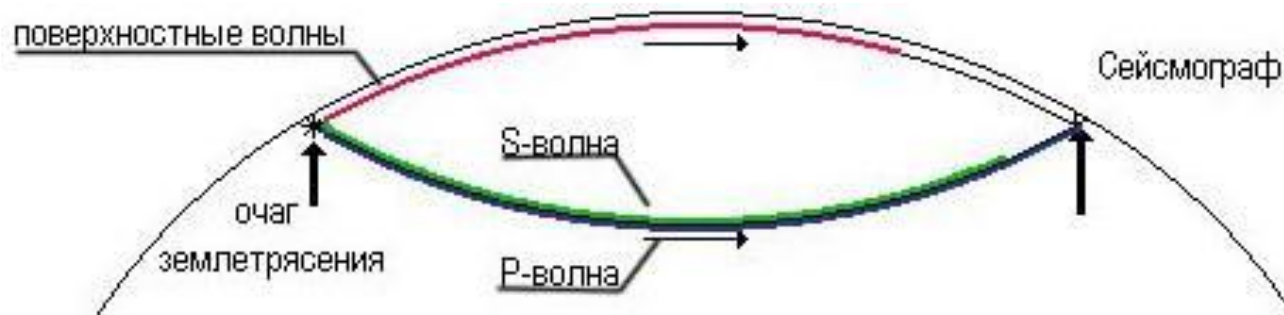
# Нахождение эпицентра с помощью сейсмографов

- Сейсмические волны, порождаемые землетрясением могут быть обнаружены сейсмографом





- В связи с тем, что волны Р распространяются быстрее, они первыми приходят к сейсмографу, а следом за ними приходят волны S. Волны L распространяются по поверхности Земли и приходят последними. Таким образом можно вычислить расстояние до эпицентра землетрясения на основе сейсмограмм. Для точного определения эпицентра землетрясения потребуются показания трех сейсмостанций,



- **Интенсивность** землетрясений оценивается по тем повреждениям, которые они причиняют в населённых районах. В нашей стране, наряду с международной, используется также национальная 12-балльная шкала для оценки силы землетрясения (шкала Медведева).

**Шкала Медведева (12-балльная сейсмическая шкала)**

<i>Балл</i>	<i>Сила землетрясения</i>	<i>Краткая характеристика</i>
1	Незаметное сотрясение почвы	Отмечается только сейсмическими приборами
2	Очень слабые толчки	Отмечаются сейсмическими приборами, а также только отдельными людьми, находящимися в состоянии покоя.
3	Слабое	Ощущается лишь небольшой частью населения.
4	Умеренное	Распознается по легкому дребезжанию колебанию предметов, посуды и оконных стекол, скрипу дверей и стен.
5	Довольно сильное	Под открытым небом ощущается многими, внутри помещения – всеми. Общее сотрясение зданий, колебание мебели. Трещины в оконных стеклах и штукатурке.
6	Сильное	Ощущается всеми. Перемещаются некоторые тяжелые предметы. Картины падают со стен. Откалываются куски штукатурки.
7	Очень сильное	Трещины в стенах каменных домов. Антисейсмические, а также деревянные дома остаются невредимыми.
8	разрушительное	Трещины на крутых склонах и на сырой почве. Памятники сдвигаются с места и опрокидываются. Дома сильно повреждены.
9	опустошительное	Сильное повреждение и разрушение каменных домов. Старые деревянные дома кривятся.
10	Уничтожающие	Трещины в почве иногда до метра шириной. Оползни и обвалы со склонов. Разрушение каменных построек. Искривление железнодорожных рельсов.
11	Катастрофа	Широкие трещины в поверхностных слоях земли. Многочисленные оползни и обвалы. Каменные дома полностью разрушаются.
12	Сильная катастрофа	Разрушено все. Изменение в почве достигают огромных размеров.

## Распространённые заблуждения

- Магнитуда характеризует землетрясение как цельное, глобальное событие и не является показателем интенсивности землетрясения, ощущаемой в конкретной точке на поверхности Земли.
- Интенсивность землетрясения, измеряемая в баллах, не только сильно зависит от расстояния до очага; в зависимости от глубины центра и типа горных пород сила землетрясений с одинаковой магнитудой может различаться на 2—3 балла.
- Магнитуда — безразмерная величина, она не измеряется в баллах. Правильно говорить «землетрясение с магнитудой 6.0», а не «землетрясение с магнитудой 6 баллов», и тем более не «землетрясение силой 6 баллов по шкале Рихтера».

## Шкала Рихтера

<i>Магнитуда</i>	<i>Землетрясение</i>
От 0 до 4,3	Легкое
От 4,4 до 4,8	Умеренное
От 4,9 до 6,2	Среднее
От 6,3 до 7,3	Сильное
От 7,4 до 8,9 и выше	Катастрофическое

### **Частота землетрясений разной магнитуды**

За год на Земле происходит примерно

1 землетрясение с магнитудой 8,0 и выше;

10 — с магнитудой 7,0—7,9;

100 — с магнитудой 6,0—6,9;

1000 — с магнитудой 5,0—5,9.

Сильнейшее зарегистрированное землетрясение произошло в Чили в 1960 — по более поздним оценкам, магнитуда составляла 9,5.

Считается, что землетрясения на Земле не могут иметь магнитуду существенно выше 9,5, поскольку горные породы не могут накопить больше энергии без разрушения.

## Предвестники землетрясений

- после цунами сотрудники природного заповедника Яла на о. Шри-Ланка отметили, что все животные, от слонов до кроликов, покинули опасные места.
- полностью сохранились племена на Андаманских островах (всего около тысячи человек). Эти охотники и собиратели, стоящие на ступени развития, соответствующей каменному веку, давно и сознательно изолированы от современной цивилизации.
- Учёные, уверенные в их гибели, забили тревогу. Но при облёте их местообитания вертолёт был обстрелян стрелами из примитивных луков.

- На одном из островов Индонезии полностью спаслось племя морских цыган, т. е. людей, кочующих вслед за миграцией морской рыбы. За несколько дней до цунами в прибрежных водах пропала рыба, а окружающие животные начали вести себя необычно. Это и послужило морским цыганам сигналом покинуть местообитание. Они ушли на возвышенную местность.
- японские исследователи в ходе эксперимента с электромагнетизмом пришли к выводу, что мыши могут предсказывать крупные землетрясения.