

**Землетрясения и их
природа. Происхождение
землетрясений.
Классификация
землетрясений.**

Землетрясения – это колебания поверхности и недр Земли, вызванные кратковременной разгрузкой упругих напряжений в литосфере

Очаг землетрясения – область разгрузки напряжений, из которой излучаются сейсмические волны.

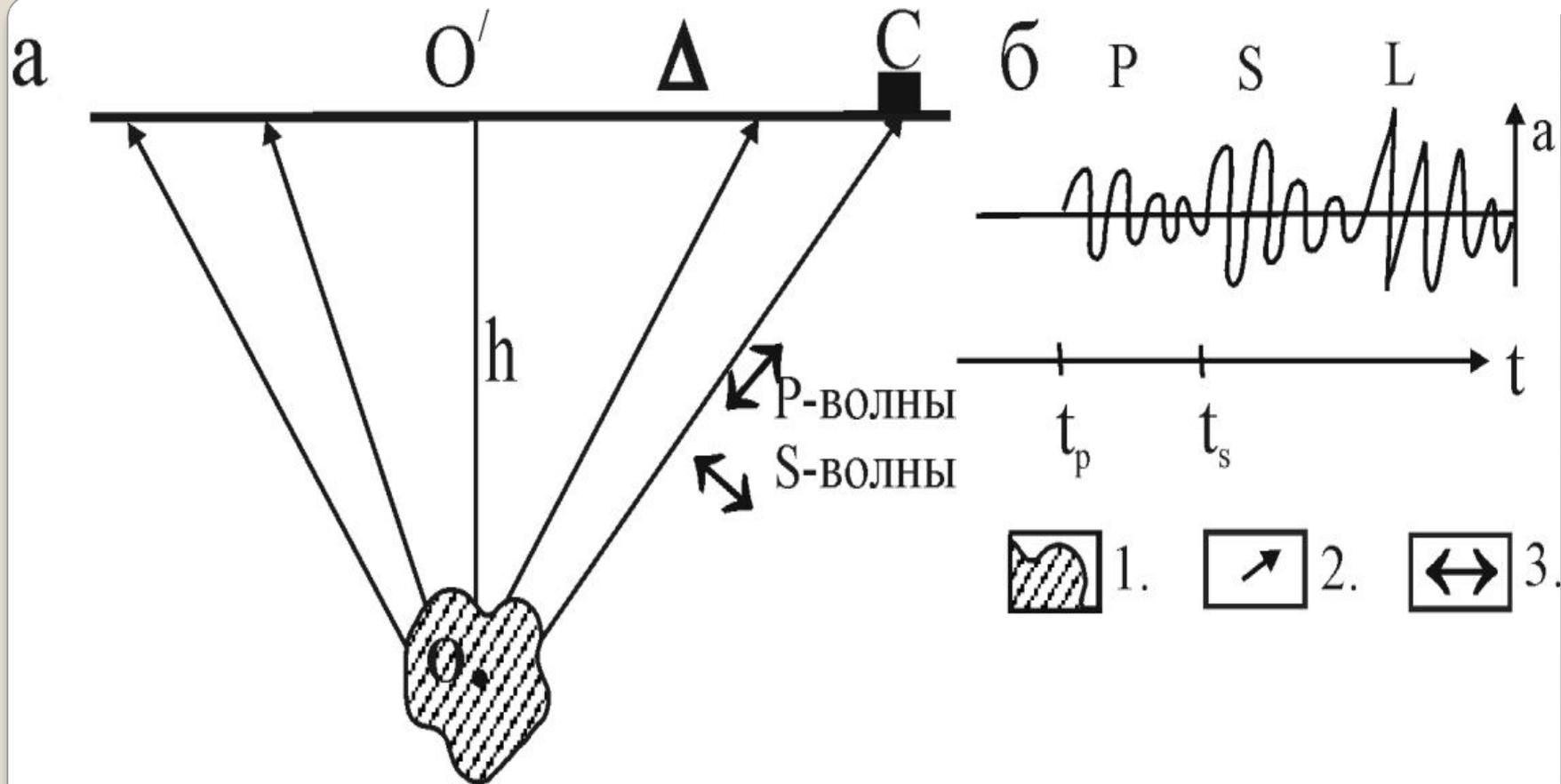


Рис.4.1. Схематический разрез области землетрясения (а) и запись сейсмических волн (б): 1 – очаг землетрясения; 2 – направление распространения сейсмических волн; 3 – направления колебаний; O – гипоцентр очага; O' – эпицентр; L – поверхностные волны; a - амплитуда смещения почвы

Глубина гипоцентра и эпицентральное расстояние

$$(t_s - t_p) \cdot \frac{v_p \cdot v_s}{v_p - v_s} = \sqrt{h^2 + \Delta^2},$$

Магнитуда

$$M = \lg \frac{a}{T} + F,$$

Упругая энергия связана с
магнитудой

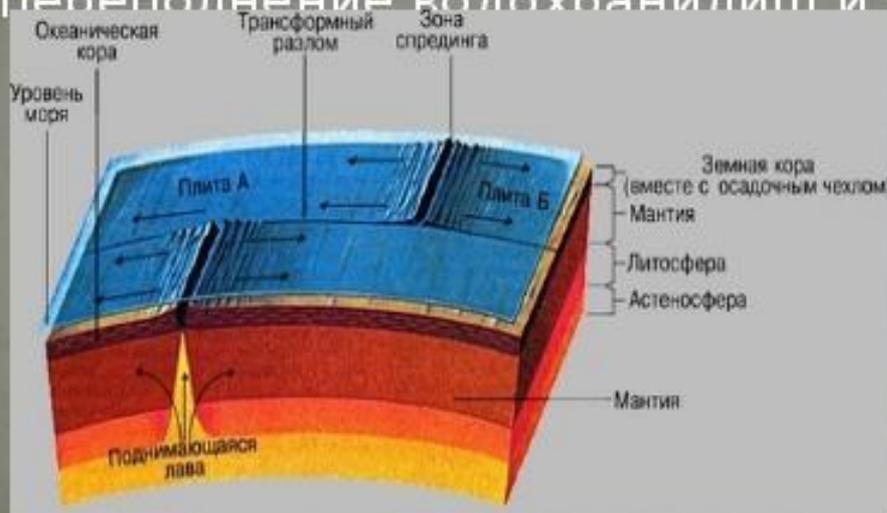
$$\lg E \approx 4 + 1,6 \cdot M.$$

Механизм очага землетрясения

Почему возникают землетрясения?

Колебания земли или землетрясения могут возникать по двум основным причинам:

- **Природная.** Тектонические процессы в земной коре провоцируют ощутимую тряску земли. Это естественный процесс.
- **Искусственная.** В результате деятельности человечества, природа дает сбой, вследствие чего возникают необратимые последствия движений земной поверхности. К искусственным причинам относятся взрывы, перепопнение волохранидиш и т.п.



Землетрясение

подземные удары и колебания поверхности Земли, вызванные естественными причинами или искусственными процессами. Небольшие толчки может вызывать также подъем лавы при вулканических извержениях

Механизм образования землетрясений

трение препятствует скольжению пород вдоль разлома

происходит резкий разрыв пород

напряжение достигает критической точки, превышающей силу трения

накапливается энергия противодействия

накопленная энергия вызывает волновые колебания поверхности земли

Сейсмические волны делятся на волны сжатия и волны сдвига

Другие виды землетрясений



техногенные



вулканические



обвальные



землетрясения искусственного характера (вызваны ядерными взрывами)

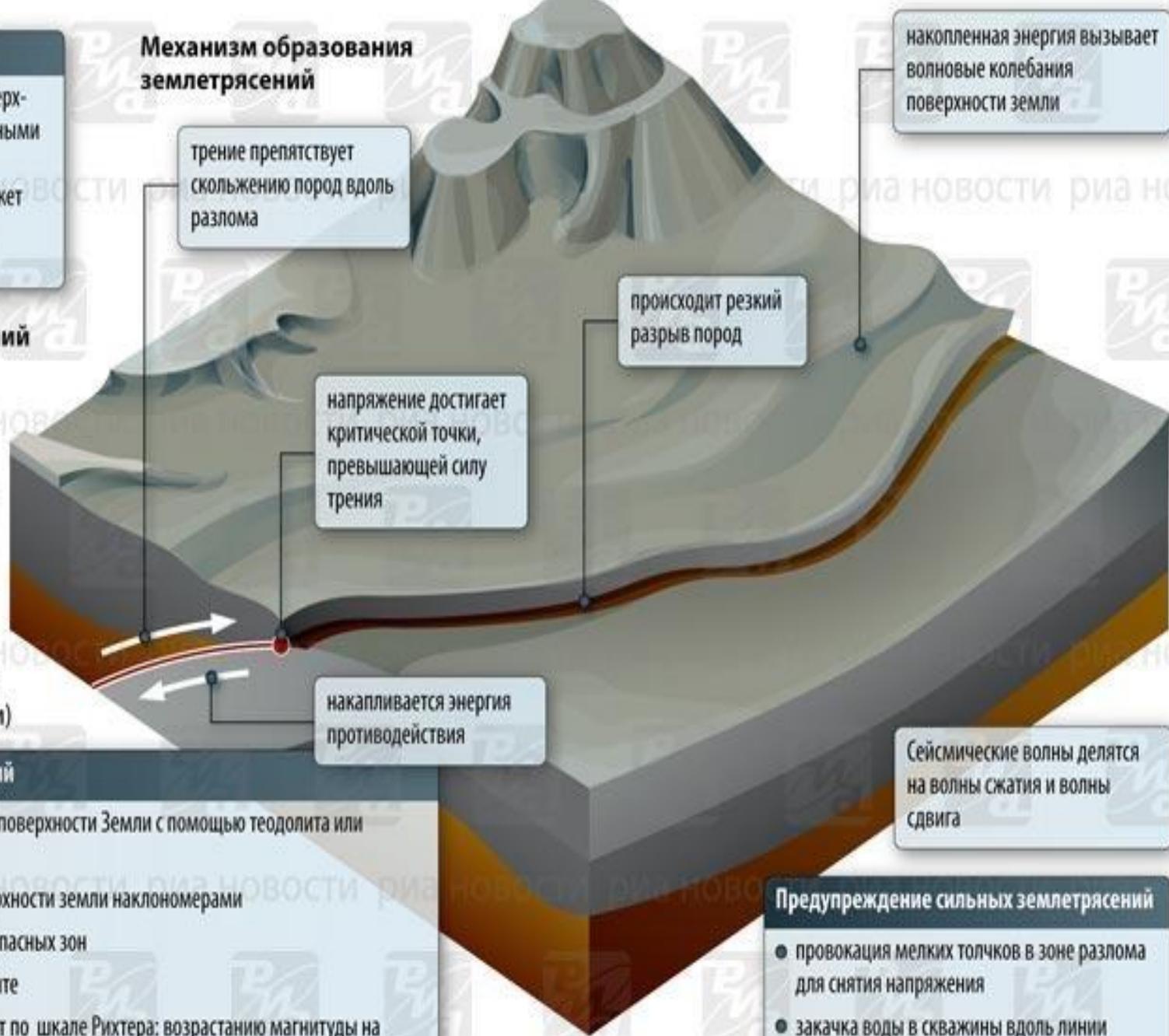
Прогнозирование землетрясений

- измерение упругой деформации поверхности Земли с помощью теодолита или лазерного луча
- исследование искривления поверхности земли наклономерами
- постоянный мониторинг сейсмоопасных зон
- исследование уровня воды в грунте

Магнитуду землетрясения измеряют по шкале Рихтера: возрастанию магнитуды на единицу соответствует **30-кратное** увеличение освобожденной сейсмической энергии

Предупреждение сильных землетрясений

- провокация мелких толчков в зоне разлома для снятия напряжения
- закачка воды в скважины вдоль линии разлома (вода как смазка трещин)



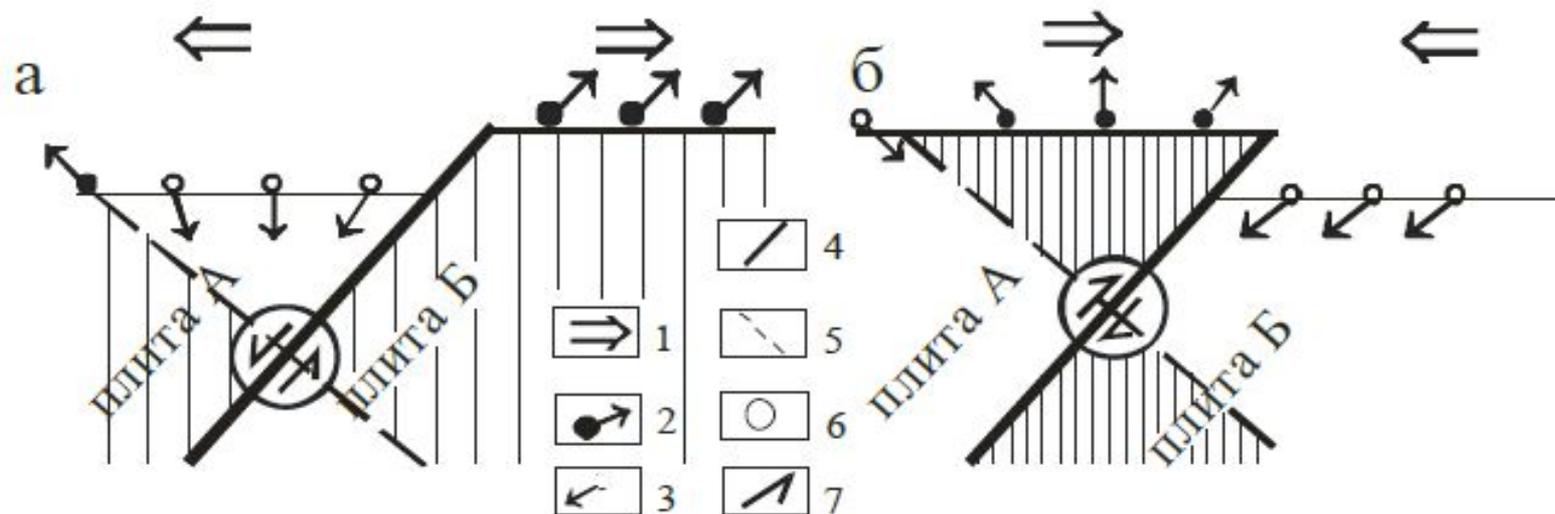


Рис. 4.2. Механизмы очага землетрясения в условиях действия сил растяжения (а) и сил сжатия (б):

- 1 – направление действия сжимающих и растягивающих сил; 2 – волна сжатия;
 3 – волна растяжения; 4 – плоскость разрыва; 5 – вспомогательная плоскость;
 6 – очаг землетрясения; 7 – направление движения плит в очаге

Предвестниками землетрясений являются:

- **быстрый рост частоты слабых толчков (форшоков);**
- **деформация земной коры, определяемая наблюдением со спутников из космоса или съемкой на поверхности земли с помощью лазерных источников света;**
- **изменение отношения скоростей распространения продольных и поперечных волн накануне землетрясения;**
- **изменение электросопротивления горных пород, уровня грунтовых вод в скважинах; содержание радона в воде и др.**

Классификация землетрясений



Классификация землетрясений по их происхождению

Вид землетрясения	Причины происхождения
Тектонические	Тектонические процессы в недрах земной коры
Вулканические	Извержение вулканов
Обвальные	Обрушение карстовых пустот или заброшенных горных рудников
Наведенные	Инженерная деятельность человека, например, взрывы большой мощности
При ударе космических тел о Землю	Удары и взрывы метеоритов, астероидов и комет
Моретрясения	Подводные или прибрежные тектонические или вулканические землетрясения

По глубине очага различают землетрясения:

- неглубокие, $h \leq 70$ км,
- промежуточные, $h = 70 \div 300$ км;
- глубокие, $h > 300$ км (до 700 км).

По свойствам среды, в которой расположен очаг землетрясения:

- ❖ Эписейсмы (верхние землетрясения)
- ❖ Мезосейсмы (глубокие землетрясения)
- ❖ Гипосейсмы (землетрясения в верхнем слое мантии)

Баллы	Ощущения	Характерные признаки
1	НЕ ОЩУЩАЕТСЯ	ОТМЕЧАЕТСЯ ТОЛЬКО СЕЙСМИЧЕСКИМИ ПРИБОРАМИ
2	ОЧЕНЬ СЛАБЫЕ ТОЛЧКИ	ОЩУЩАЕТСЯ ТОЛЬКО ОТДЕЛЬНЫМИ ЛЮДЬМИ В СОСТОЯНИИ ПОЛНОГО ПОКОЯ НА ВЕРХНИХ ЭТАЖАХ ЗДАНИЙ, ОТДЕЛЬНЫМИ ЖИВОТНЫМИ
3	СЛАБОЕ	ОЩУЩАЕТСЯ ВНУТРИ НЕКОТОРЫХ ЗДАНИЙ, КАК СОТРЯСЕНИЕ ОТ ГРУЗОВИКА
4	ИНТЕНСИВНОЕ	ЛЁГКОЕ ДРЕБЕЖАНИЕ И КОЛЕБАНИЕ ПРЕДМЕТОВ, ВНУТРИ ЗДАНИЯ СОТРЯСЕНИЕ ОЩУЩАЕТСЯ ПОЧТИ ВСЕМИ ЛЮДЬМИ
5	ДОВОЛЬНО СИЛЬНОЕ	ПОД ОТКРЫТЫМ НЕБОМ ОЩУЩАЕТСЯ МНОГИМИ, В ЗДАНИЯХ - ВСЕМИ. ТРЕЩИНЫ В ОКОННЫХ СТЁКЛАХ И ШТУКАТУРКЕ
6	СИЛЬНОЕ	ОЩУЩАЕТСЯ ВСЕМИ, КАРТИНЫ ПАДАЮТ СО СТЕН, ОБЩИЙ ИСПУГ, ШТУКАТУРКА ПАДАЕТ
7	ОЧЕНЬ СИЛЬНОЕ	ТРЕЩИНЫ В СТЕНАХ КАМЕННЫХ ДОМОВ, АНТИСЕЙСМИЧЕСКИЕ ПОСТРОЙКИ ОСТАЮТСЯ НЕВРЕДИМЫМИ
8	РАЗРУШИТЕЛЬНОЕ	ТРЕЩИНЫ НА КРУТЫХ СКЛОНАХ И ПОЧВЕ, СДВИГАЮТСЯ ПАМЯТНИКИ, ДОМ СИЛЬНО ПОВРЕЖДАЮТСЯ
9	ОПУСТОШИТЕЛЬНОЕ	СИЛЬНОЕ ПОВРЕЖДЕНИЕ И РАЗРУШЕНИЕ КАМЕННЫХ ДОМОВ, ДЕРЕВЯННЫЕ ДОМА КРИВЯТСЯ
10	УНИЧТОЖАЮЩЕЕ	ТРЕЩИНЫ В ПОЧВЕ ШИРИНОЙ ДО МЕТРА, ОПОЛЗНИ, ОБВАЛЫ, ИСКРИВЛЕНИЕ ЖД РЕЛЬСОВ
11	КАТАСТРОФА	РАЗРУШАЮТСЯ МОСТЫ, ШИРОКИЕ ТРЕЩИНЫ В ПОВЕРХНОСТНЫХ СЛОЯХ ЗЕМЛИ
12	СИЛЬНАЯ КАТАСТРОФА	ИЗМЕНЕНИЕ В ПОЧВЕ ОГРОМНО: ВОЗНИКНОВЕНИЕ ВОДОПАДОВ, ОТКЛОНЕНИЕ РЕК, ИЗМЕНЕНИЕ РЕЛЬЕФА, НИ ОДНО СООРУЖЕНИЕ НЕ ВЫДЕРЖИВАЕТ

Интенсивность землетрясения

$$J = 6 \lg a + 0,5$$

Форшоки – это заметные или слабые землетрясения, предшествующие сильному толчку.

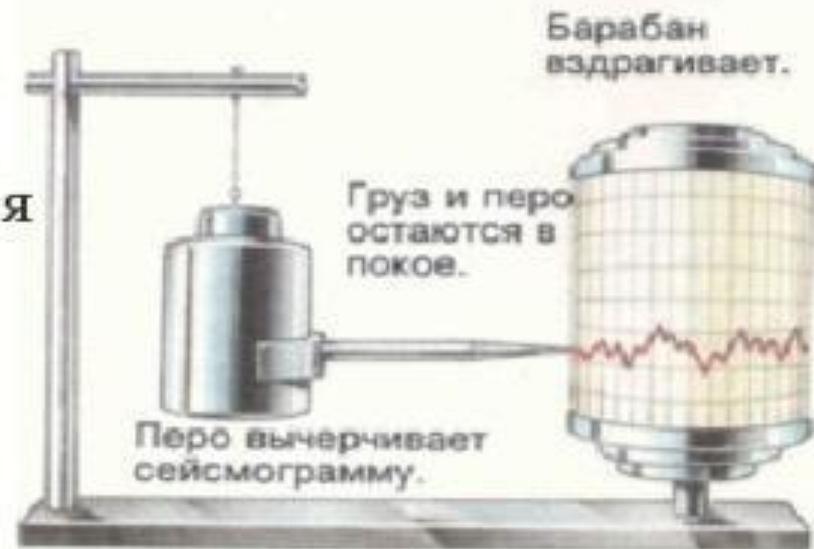
Афтершоки – это толчки после землетрясения.

Рой землетрясений – это серия слабых или сильных землетрясений.

Записи землетрясений

Наука, занимающаяся изучением землетрясений, называется **сейсмология**, от слова *сеймос* – колебания.

Все землетрясения четко фиксируются чувствительными приборами, которые называются **сейсмографами**.



Первый сейсмограф

Во время колебаний земной поверхности барабан вздрагивает и перо вычерчивает график, называемый **сейсмограммой**.

Последствия землетрясений

Последствия

→ **Социальные последствия** - воздействие сейсмических явлений на население, включает прямой социальный ущерб

→ **Природные последствия** - неблагоприятные изменения ландшафтных условий, ухудшение качества атмосферного воздуха, снижение качества воды, а также качества и ёмкости рекреационно-оздоровительных ресурсов

→ **Природно-техногенные последствия** землетрясений сказываются на природной среде охваченного землетрясением района в результате нарушения (разрушения) искусственно созданных сооружения (объектов)