

ЧС природного характера

Лекция 2

Вопросы по теме 1

1. Что такое ЧС, зона ЧС, авария и катастрофа? Виды катастроф.
2. Признаки и характерные черты ЧС.
3. Развитие Чрезвычайных ситуаций. Стадии развития ЧС.
4. Конфликтные и бесконфликтные ЧС.
5. Основные принципы классификаций чрезвычайных ситуаций.
6. Основные причины и виды техногенных ЧС. Классификация техногенных ЧС.
7. Что такое «очаг поражения»? Простые и сложные очаги поражения.
8. Виды природных ЧС. Основная классификация.
9. Возможные причины природных ЧС.
10. Экологические ЧС.
11. ЧС биолого-социального и военно-политического характера.
12. Перечислите негативные факторы воздействия ЧС на человека.
13. Барическое воздействие
14. Тепловое воздействие.
15. Токсическое воздействие. АХОВ.

Природные катастрофы происходили на Земле с незапамятных времен. К такого рода событиям можно отнести падение крупных метеоритов, мощные извержения и взрывы вулканов. Существует предположение, что исчезновение флоры и фауны мезозоя связано с падением астероида или прохождением Земли через межзвездное облако.

НЕМАНГА 01-30

#97
МИЛЛИОНЫ ЛЕТ ДО Н. Э.



Классификация природных чрезвычайных ситуаций

Чрезвычайные ситуации природного характера				
Опасные геологические процессы	Опасные гидрологические процессы	Опасные метеорологические процессы	Природные пожары	Массовые заболевания
Землетрясения и извержения вулканов	Наводнения	Бури	Лесные пожары	Людей
Обвалы	Цунами	Ураганы	Торфяные пожары	Животных
Оползни		Тайфуны		Растений
Сели		Смерчи		
Падение космических тел		Засуха		

Классификация природных катастроф

<i>Геологические</i>	Извержения вулканов, землетрясения, цунами
<i>Топологические</i>	Оползни, осыпи, проседание земной поверхности, сели, снежные лавины, обледенения, наводнения, подтопления, засухи и т.д.
<i>Метеорологические</i>	Ливни, ураган, буря, смерч, молнии и т.д.
<i>Бактериологические</i>	Эпидемии
<i>Зоологические</i>	Наплыв саранчи, термитов и т.д.

Опасный геологический процесс – событие геологического происхождения или результат деятельности геологических процессов, возникающих в земной коре под действием различных природных или геодинамических факторов или их сочетаний, оказывающих или могущих оказать поражающие воздействия на людей, сельскохозяйственных животных и растения, объекты экономики и окружающую природную среду.



Геологические природные катастрофы

- Ежегодно в мире регистрируется более 100 тыс. толчков, из которых 2 - силой 8 баллов, 70 - 7 баллов, 6 баллов - 100, 5 баллов - 1500, 4 балла – 3000.
- Землетрясения составляют 15% от всех природных катастроф, однако занимают первое место по масштабам людских и материальных потерь (до 100 тыс. жертв и 400 млн. долларов США) ежегодно

Землетрясения – колебания земной коры и подземные толчки, вызванные естественными или искусственными причинами.

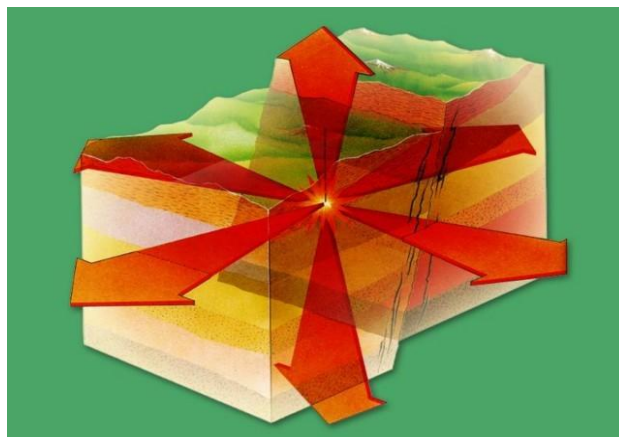


В год на Земле регистрируется свыше 1 млн.
подземных толчков

в среднем происходит **два землетрясения в минуту**

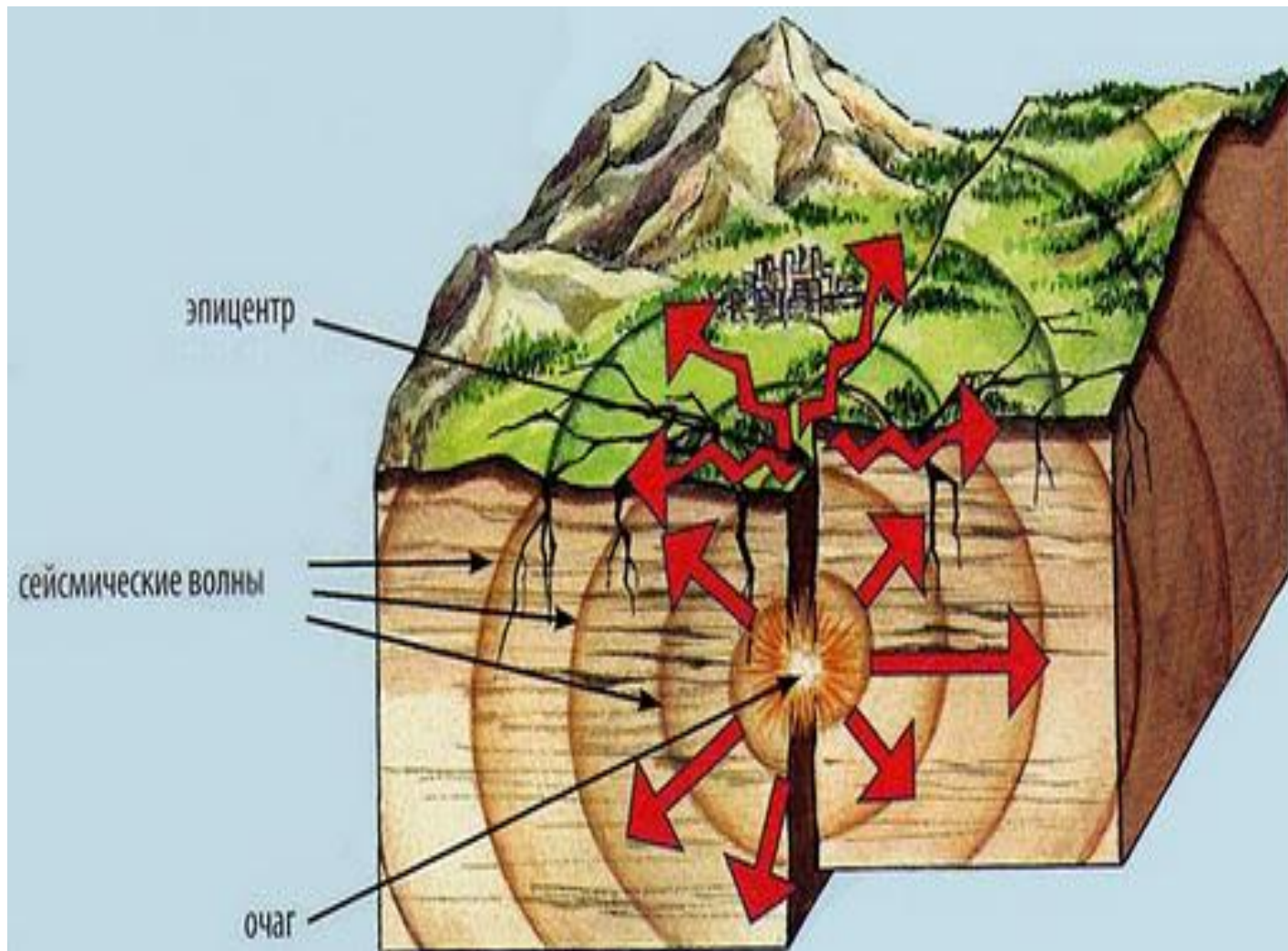
Несколько фактов:

- Часто спусковым механизмом для землетрясений является деятельность человека
- Ежегодно в мире фиксируется **около 500 000** землетрясений, 100 000 из них ощутимы, и только **100** могут привести к разрушениям
- В Антарктике фиксируют ледотрясения, на луне лунотрясения, но все эти сейсмические события имеют небольшую амплитуду



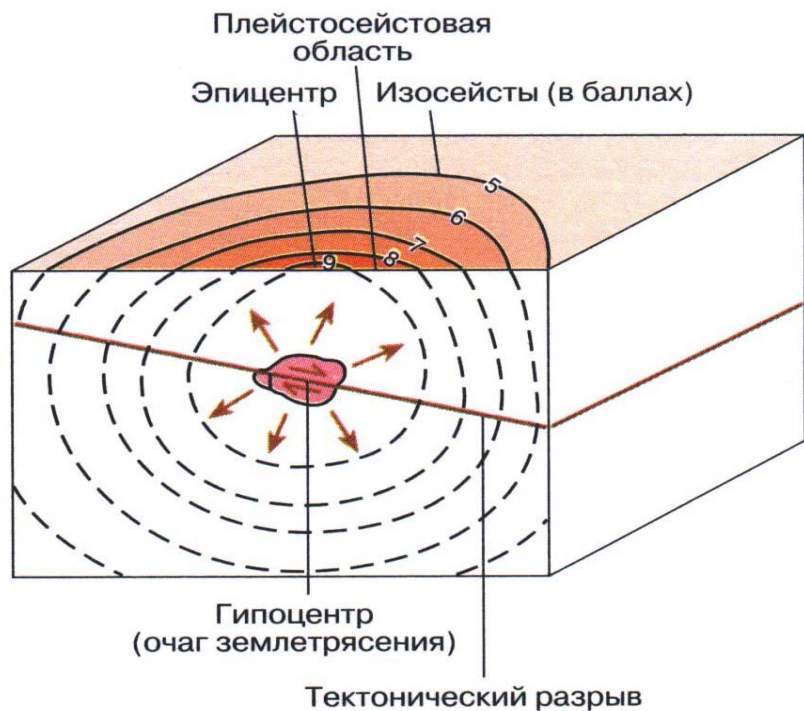
Сейсмические волны, порождаемые землетрясениями, распространяются во все стороны от очага подобно звуковым волнам. Точка, в которой начинается подвижка пород называется **фокусом**, **очагом** или **гипоцентром**, а точка на земной поверхности над очагом — **эпицентром** землетрясения.

Очаг землетрясения - область
возникновения подземного удара.



Очаг землетрясения

- некоторый **объем пород** в толще земной коры или верхней мантии, **в котором происходит разрушение пород**, т.е. возникновение трещин и основного разрыва/

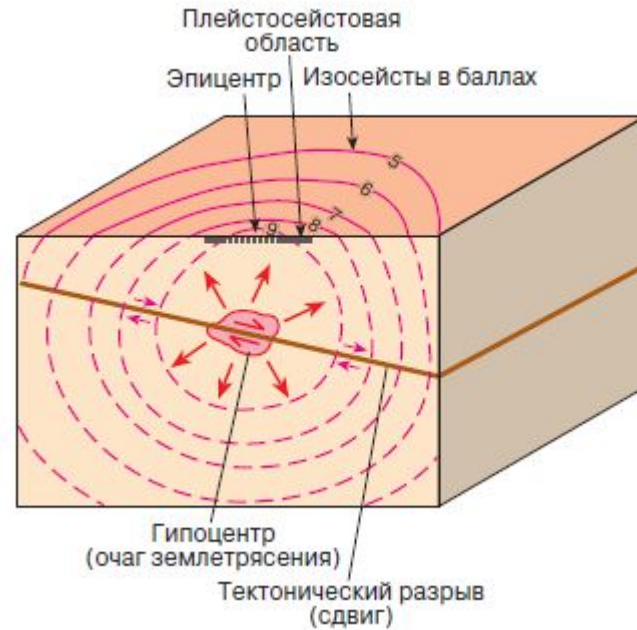
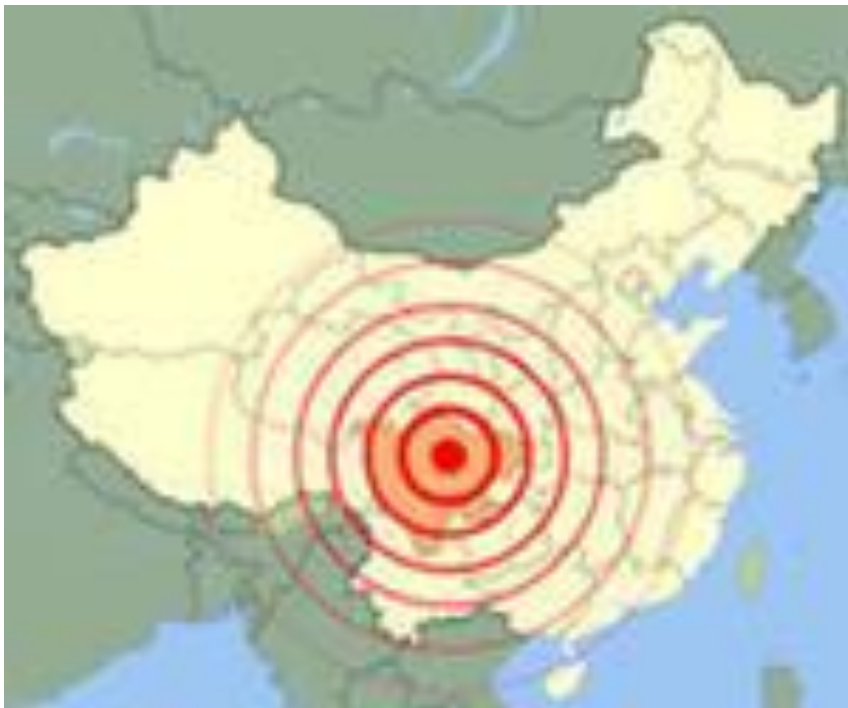


Предполагаемое **место начала разрушения** внутри очага называют **фокусом**, или **гипоцентром**.

Проекция гипоцентра на земную поверхность – **эпицентр** землетрясения

Параметры землетрясения:

- глубина очага;
- интенсивность;
- магнитуда;



Магнитуда землетрясения –

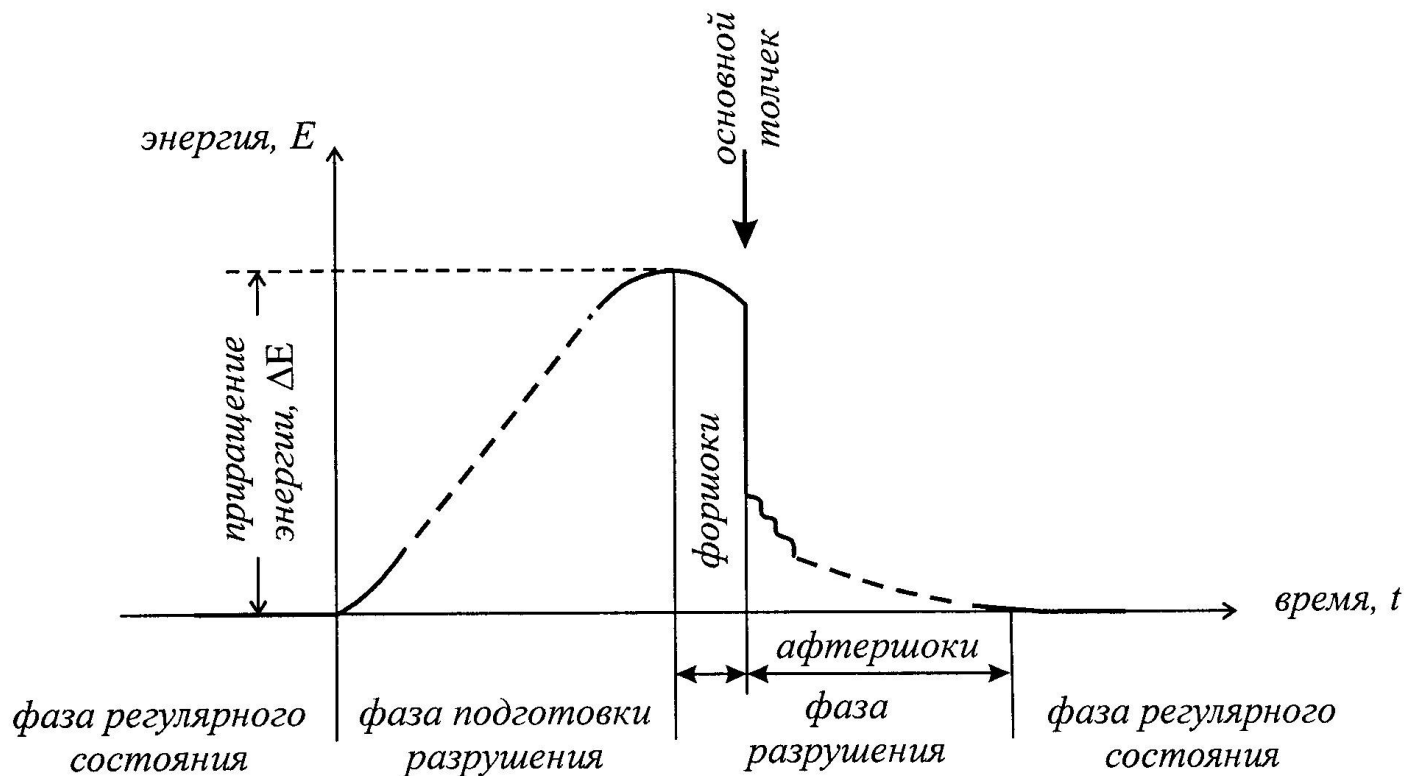
это мера общего количества энергии, излучаемой при сейсмическом толчке в форме упругих волн.



Интенсивность землетрясения –

это сила землетрясения, которая зависит от расстояния (от эпицентра к периферии)

Схема процесса землетрясения

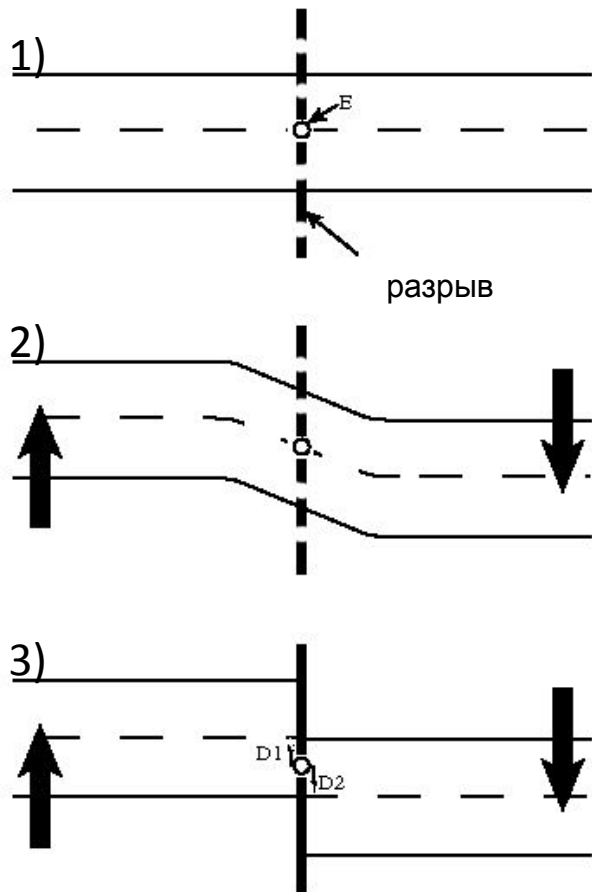


Форшоки — слабые толчки, предшествующие главному удару. Отмечают начало разрушения среды (образование трещин и подвижек по ним), подготавливающее формирование главного магистрального разрыва.

Афтершоки — слабые толчки после главного удара. Отмечают подвижки, сбрасывающие напряжения, оставшееся в очаге после основного смещения по магистральному разрыву.

Механизмы (модели) землетрясения

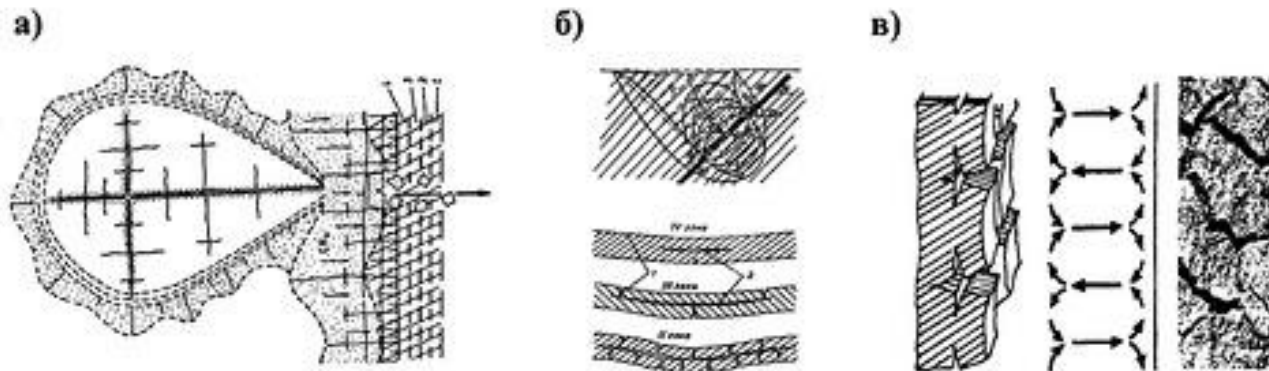
1. Механизм (модель) упругой отдачи, Х. Рейд, 1911 год



- 1) Блоки пород, разделенные разломом
- 2) Блоки пород, испытывающие нагрузку, **способны накапливать упругую деформацию**, постепенно меняя свою форму, пока не будет достигнут предел их прочности.
- 3) При достижении предела прочности происходит резкий **скол** и **высвобождается** значительная часть накопленной **упругой энергии** в виде сейсмических волн



2. Модель лавинного трещинообразования, развиваемая в России **В.И. Мячкиным (1978)**, заключается в быстром нарастании количества трещин, приводящем к возникновению главного, или магистрального разрыва, смещение по которому мгновенно сбрасывает накопившееся напряжение с образованием упругих волн.



Перу, 1970 г.



3. **Модель зацепов Н.В. Шебалина (1984)**

предполагает, что главную роль в возникновении землетрясений играют **шероховатости** или **"зацепы"** **вдоль главного разрыва**, по которому происходит смещение. **"Зацепы"** препятствуют свободному скольжению, и именно они ответственны за накопление напряжений в очаге.

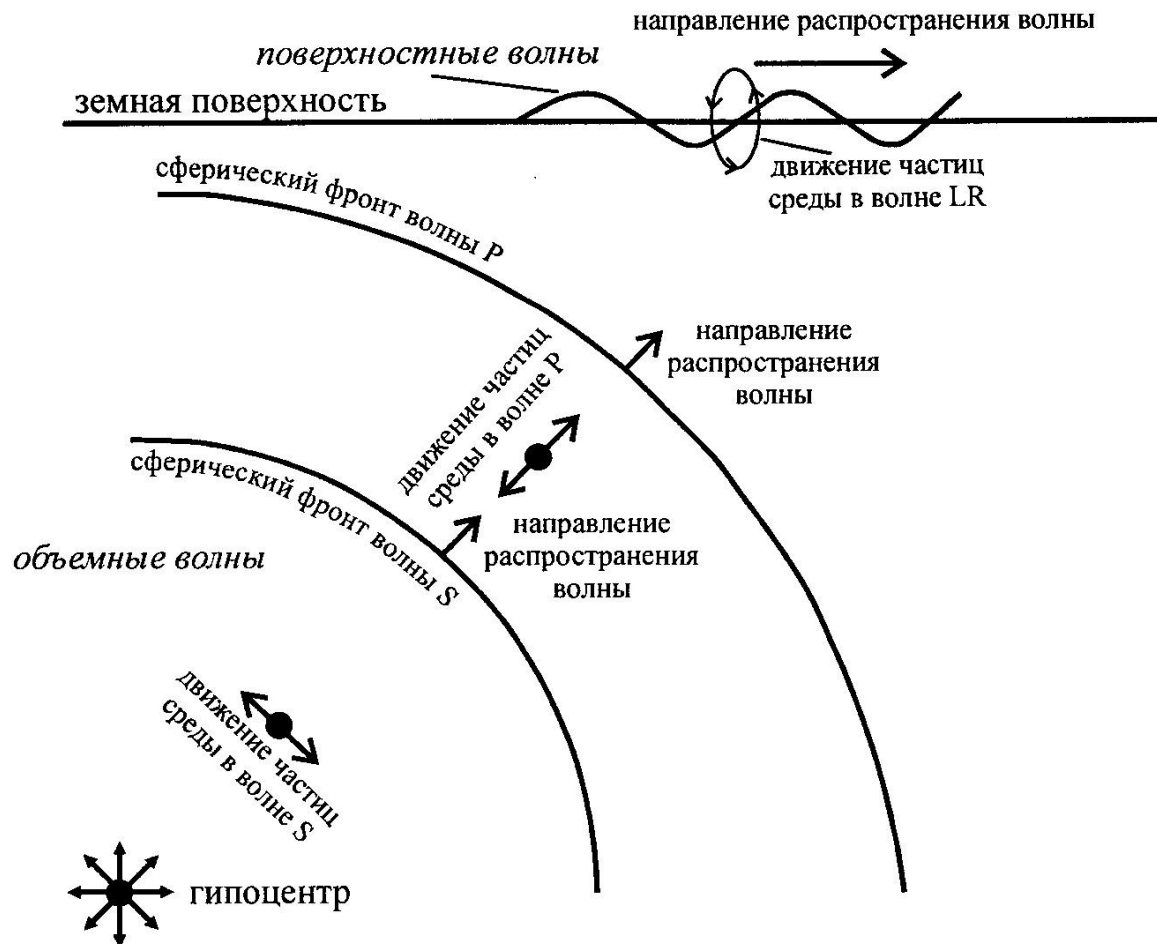
4. **Модель неустойчивого скольжения,** американского геофизика **К. Шольца (1990)**

закрывающаяся в **"залипании"** контактов взаимно перемещающихся блоков пород **при относительно гладком строении поверхности разлома**. Залипание приводит к накоплению напряжений, разрядка которых трансформируется в землетрясение.

Гоби-Алтайское землетрясение, 1957 г.



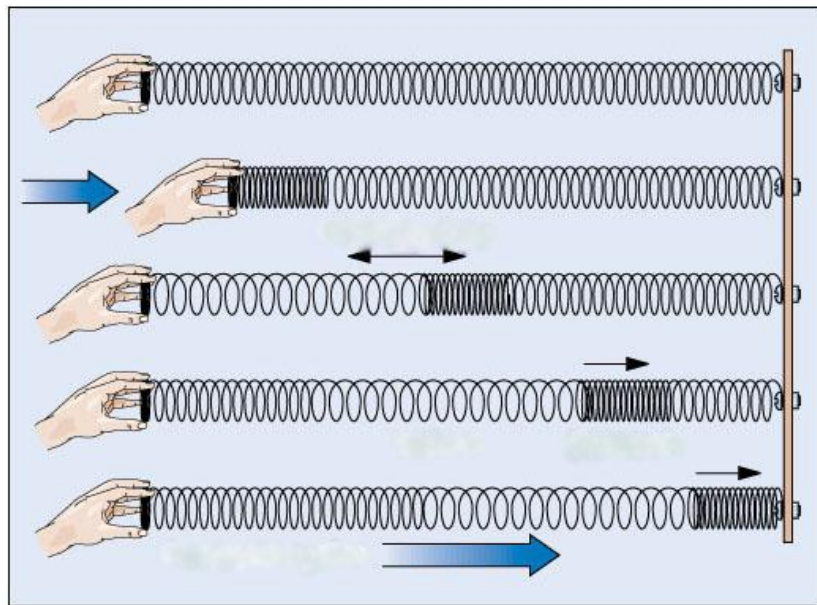
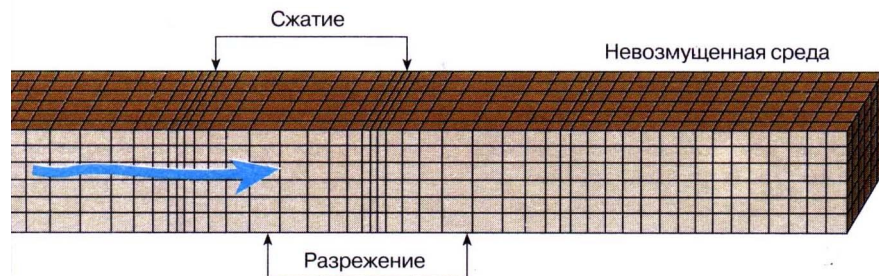
Землетрясения (сотрясения земной поверхности) - следствие превращения потенциальной упругой энергии очага в кинетическую энергию сейсмических волн, возникающих при разрушении и смещении блоков по магистральному разрыву.



Возникающие в очаге сейсмические волны называются **объемными**, т.к. они проходят через объем Земли.

Объемные волны непрерывно разбегаются от источника, образуя **сферический волновой фронт**.

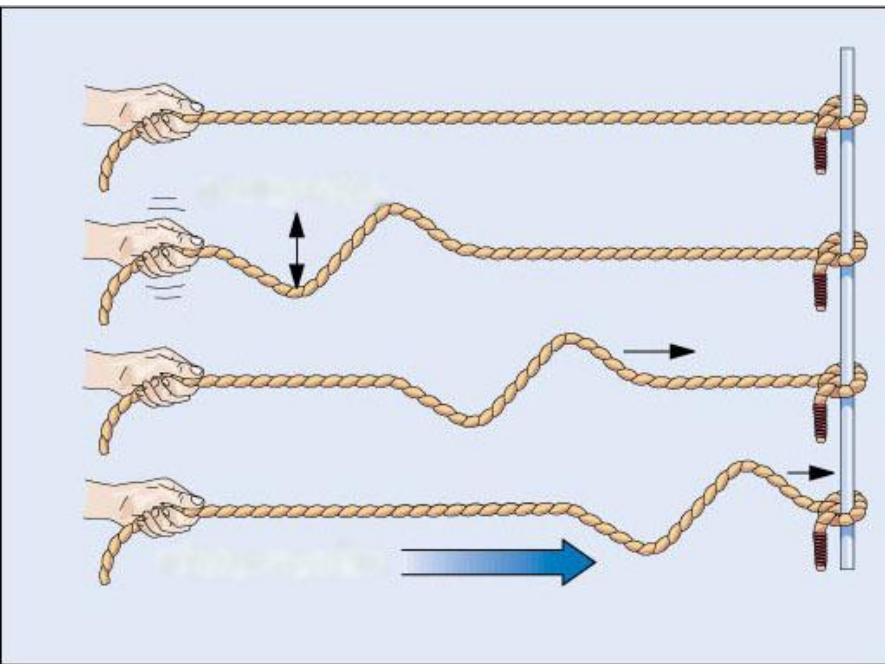
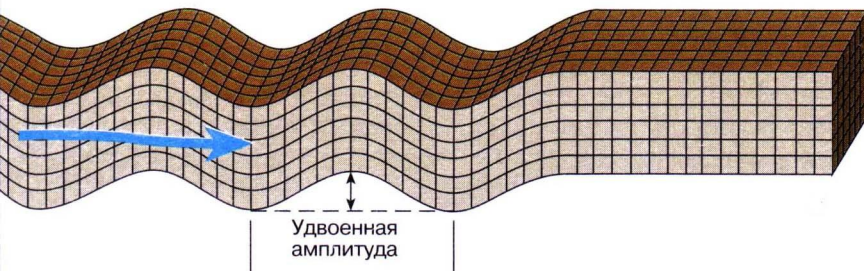
Различают два типа объемных волн – **продольные (P-волны)** и **поперечные (S-волны)**



Волны P представляют собой процесс колебания частиц вещества вдоль направления распространения волны.

Такие колебания приводят к **сжатию и растяжению** вещества под действием нормальных напряжений. Они отвечают за **изменения объема вещества** при деформациях.

Поскольку изменению объема сопротивляются любые вещества, **продольные волны проходят через любые среды**. Скорости распространения P-волн 5-13 км/с.



Волны S – это процесс колебаний частиц вещества поперек направления распространения волны, т.е. вдоль фронта волны.

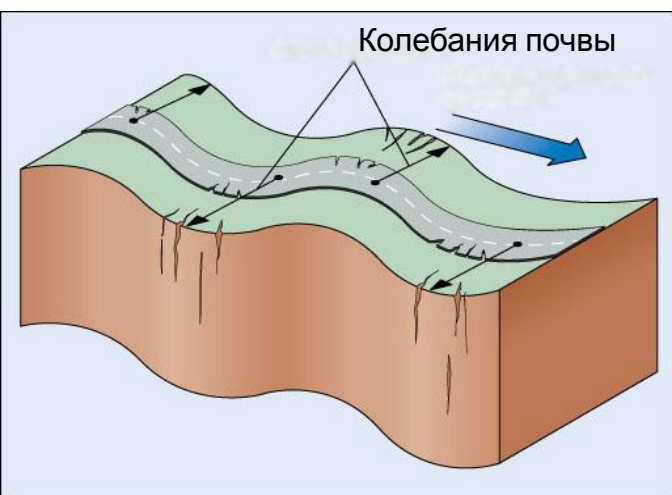
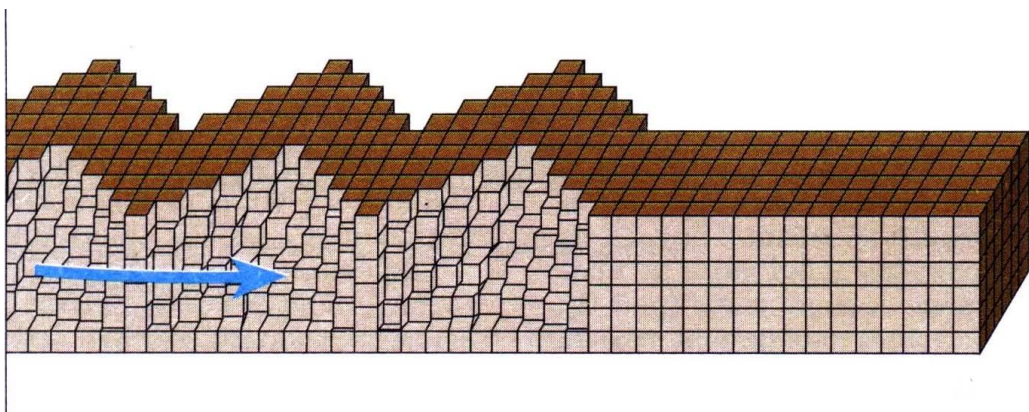
Такие движения происходят под действием касательных напряжений, отвечающих за изменение формы вещества.

Поскольку жидкости и газы изменению формы не сопротивляются, поперечные волны через такие среды не проходят.

Скорость их распространения 3.2-7.3 км/с, т.е. они примерно в два раза медленнее продольных.

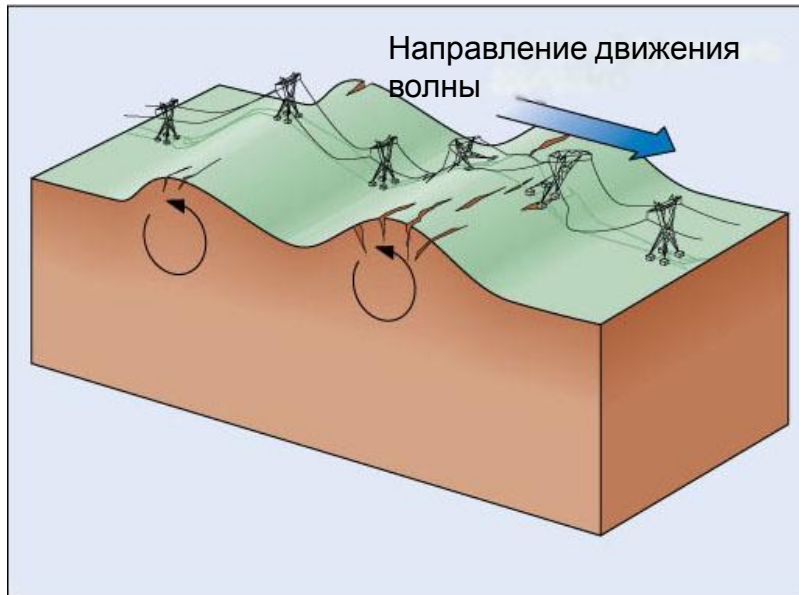
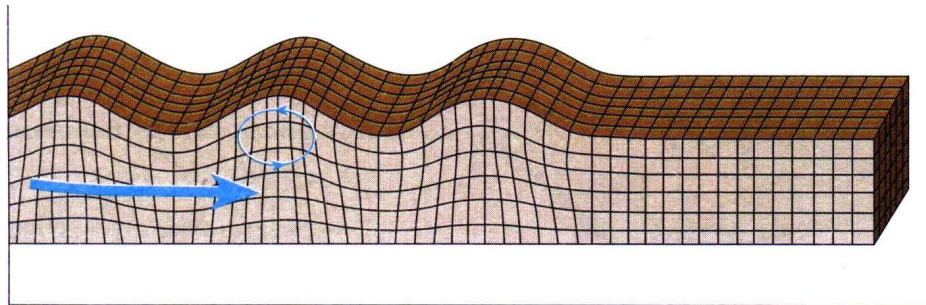
Поверхностные сейсмические волны

Распространяются вдоль земной поверхности или параллельно ей и не проникают глубже 80-160 км. Во многих случаях разрушительные движения почвы при землетрясениях вызываются именно этими волнами.



Волны Лява (L-волны) заставляют колебаться частицы почвы из стороны в сторону параллельно земной поверхности под прямым углом к направлению своего распространения.

Волны Релея (R – волны).



При прохождении **волн Рэлея** частицы породы описывают эллипсы в вертикальной плоскости, ориентированной по направлению распространения волны

Скорость распространения поверхностных волн составляет 3,2-4,4 км/с.

При глубокофокусных землетрясениях поверхностные волны очень слабые.

Движения при землетрясениях – результат наложения волн разных типов

Методы изучения землетрясений

Полевые методы

В основе – **качественная оценка последствий** землетрясения по его воздействию на людей, животных, рельеф, здания и другие объекты и сооружения.

Для этого разработаны и приняты в различных районах мира **шкалы интенсивности** (внешнего эффекта) землетрясений (**I**), которая выражается **в баллах**.

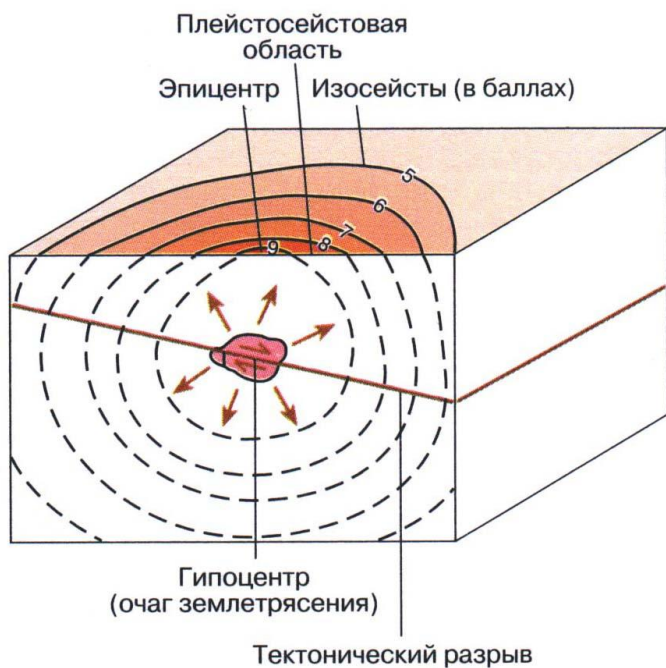
В США — Модифицированная **шкала Меркалли (MM)**, в Европе — **Европейская макросейсмическая шкала (EMS)**, в Японии — **шкала Шиндо (Shindo)**.

В России и странах СНГ - **12-бальная шкала MSK - Медведева-Шпонхойера-Карника**, которая была разработана ими в 1964 году.

Шкала интенсивности MSK-64

Балл. Сила землетрясения	Краткая характеристика
I. Не ощущается	Не ощущается. Отмечается только сейсмическими приборами.
II. Очень слабые толчки	Отмечается сейсмическими приборами. Ощущается только отдельными людьми, находящимися в состоянии полного покоя в верхних этажах зданий, и очень чуткими домашними животными
III. Слабое	Ощущается только внутри некоторых зданий, как сотрясение от грузовика.
IV. Интенсивное	Распознаётся по лёгкому дребезжанию и колебанию предметов, посуды и оконных стёкол, скрипу дверей и стен. Внутри здания сотрясение ощущает большинство людей.
V. Довольно сильное	Под открытым небом ощущается многими, внутри домов — всеми. Общее сотрясение здания, колебание мебели. Маятники часов останавливаются. Трещины в оконных стёклах и штукатурке. Пробуждение спящих. Ощущается людьми и вне зданий, качаются тонкие ветки деревьев. Хлопают двери.
VI. Сильное	Ощущается всеми. Многие в испуге выбегают на улицу. Картины падают со стен. Отдельные куски штукатурки откалываются.
VII. Очень сильное	Повреждения (трещины) в стенах каменных домов. Антисейсмические, а также деревянные и плетневые постройки остаются невредимыми.
VIII. Разрушительное	Трещины на крутых склонах и на сырой почве. Памятники сдвигаются с места или опрокидываются. Дома сильно повреждаются. Падают фабричные трубы.
IX. Опустошительное	Сильное повреждение и разрушение каменных домов. Старые деревянные дома кривятся.
X. Уничтожающее	Трещины в почве иногда до метра шириной. Оползни и обвалы со склонов. Разрушение каменных построек. Искривление железнодорожных рельсов.
XI. Катастрофа	Широкие трещины в поверхностных слоях земли. Многочисленные оползни и обвалы. Каменные дома почти полностью разрушаются. Сильное искривление и выпучивание железнодорожных рельсов, разрушаются мосты.
XII. Сильная катастрофа	Изменения в почве достигают огромных размеров. Многочисленные трещины, обвалы, оползни. Возникновение водопадов, подпруд на озёрах, отклонение течения рек. Изменяется рельеф. Ни одно сооружение не выдерживает.

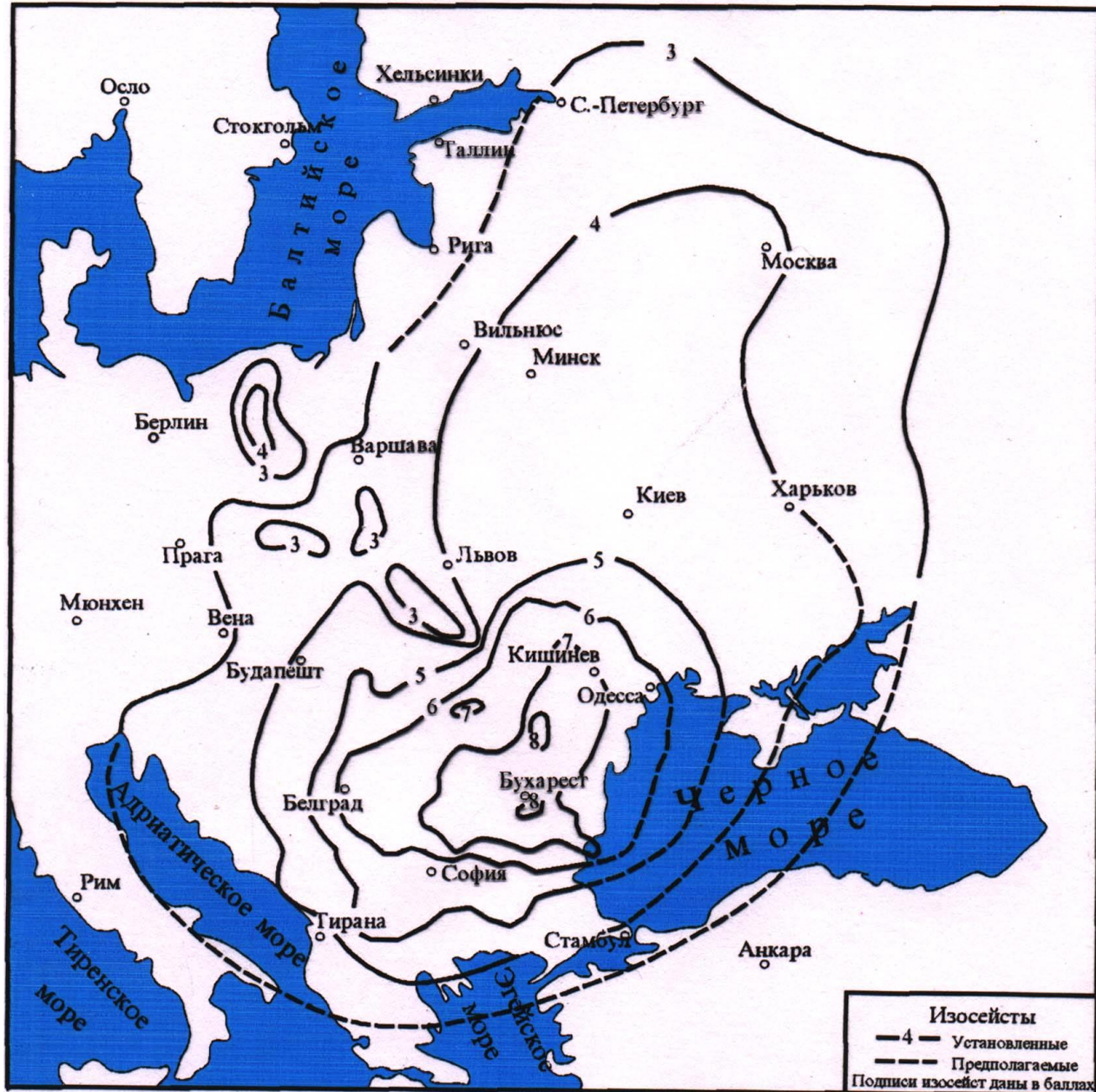
На основании качественной оценки бальности в том или ином районе строят карту интенсивности землетрясения.



Изосейсты — линии одинаковой интенсивности землетрясения окружают эпицентр и ограничивают площади с одинаковым внешним сейсмическим эффектом.

Плейстосейстовая область — область наибольших разрушений, прилегает к эпицентру.

Карта изосейст землетрясения в зоне Вранча (Румыния) 1977г. г

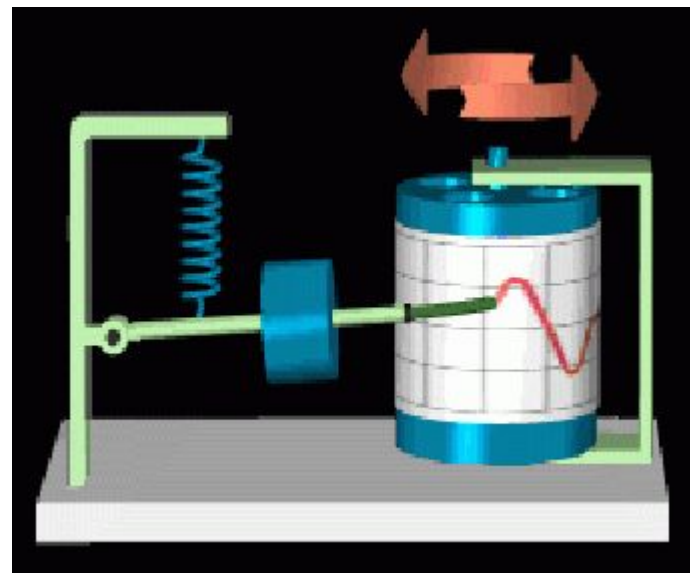
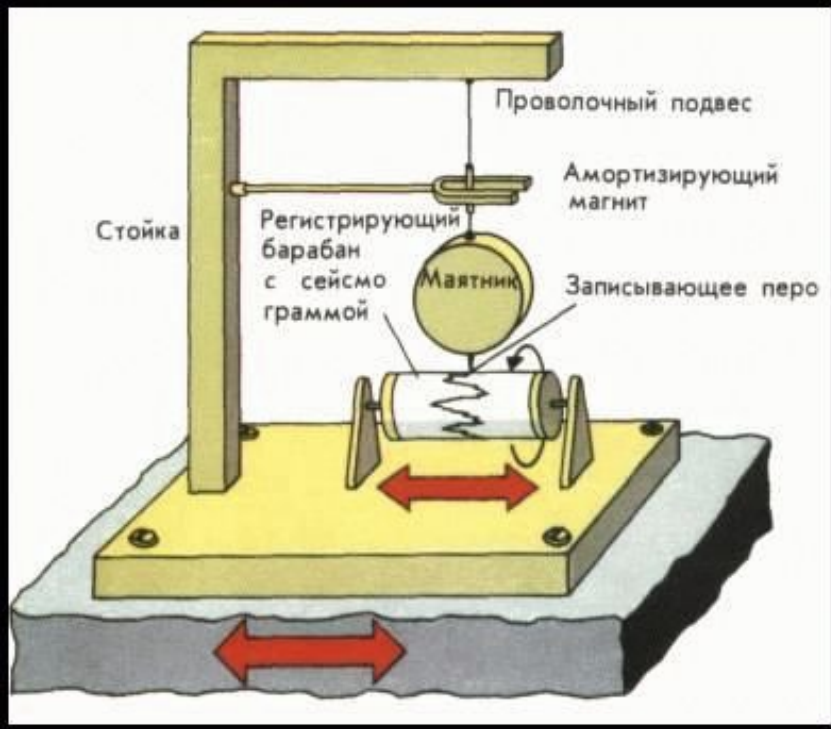


Инструментальные методы изучения землетрясения

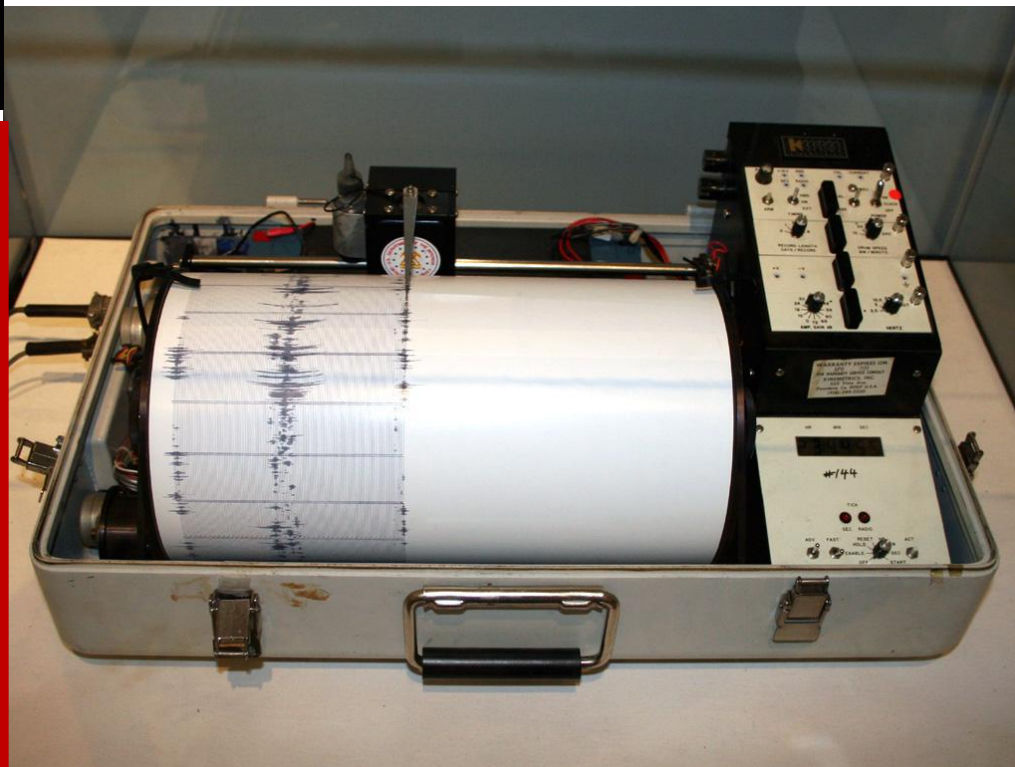
Сейсмографы – приборы, регистрирующие колебания земной поверхности появились в конце **19 века**.



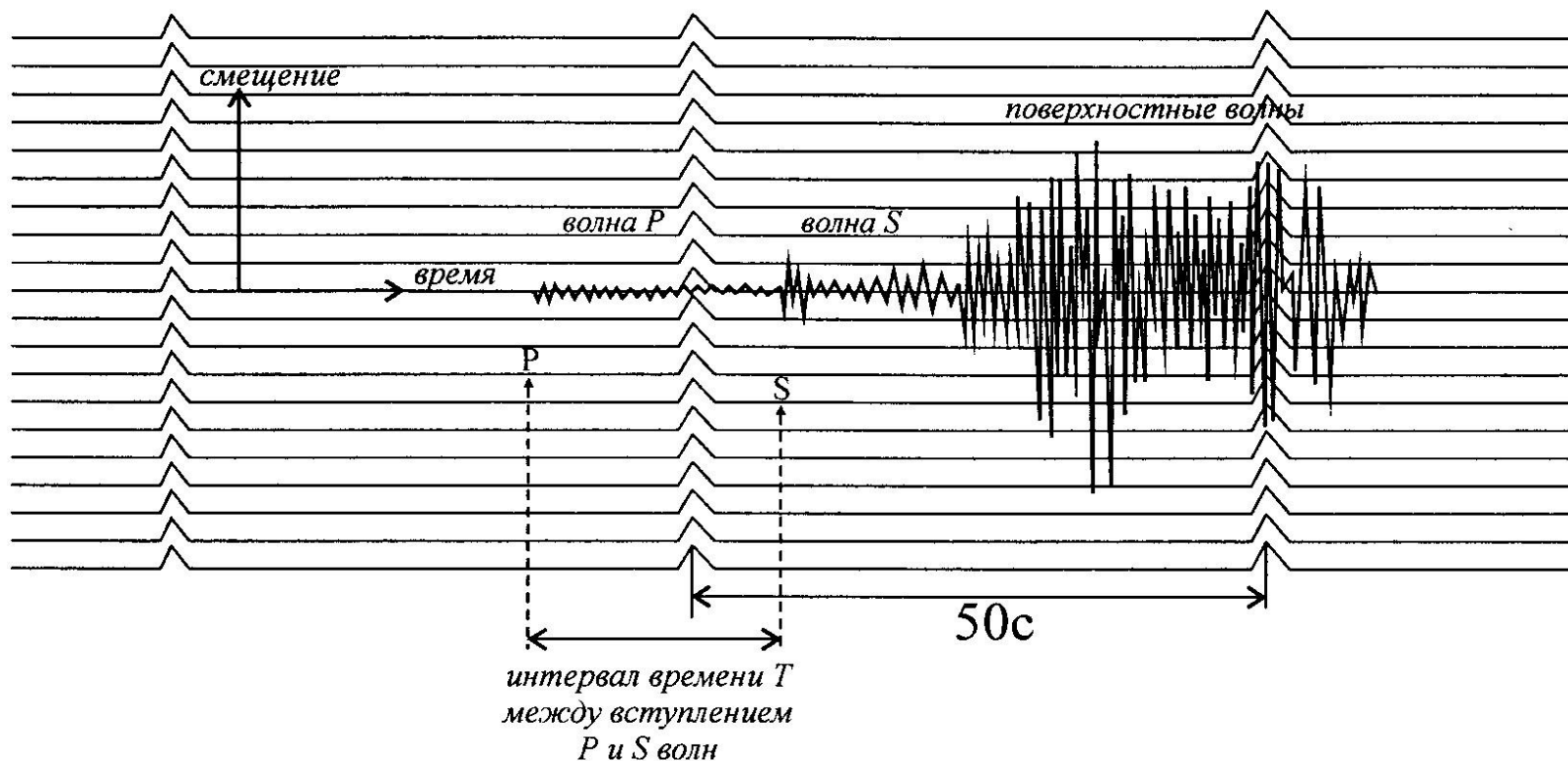
Первый прибор, способный улавливать колебания земной поверхности, был изобретен в **132 г.** **китайским астрономом Чжан Хэном**. Прибор улавливал подземные толчки на расстоянии до 600 км.



Действие сейсмографа основывается на том принципе, что свободно подвешенные маятники при землетрясениях остаются почти неподвижными.



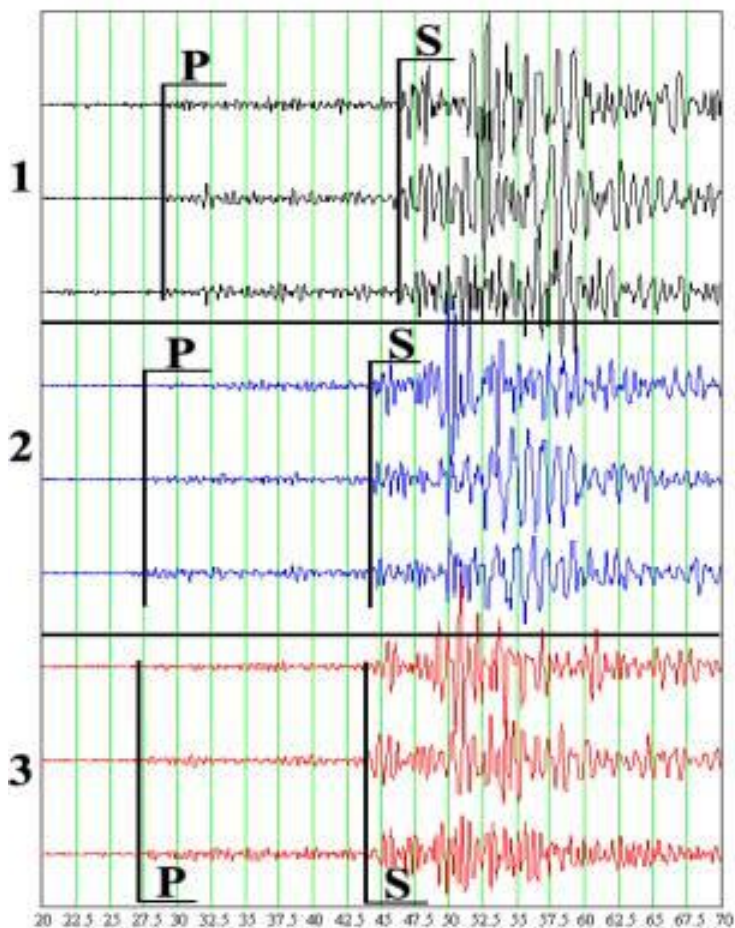
Сейсмограмма - непрерывная запись (с помощью сейсмографов) упругих колебаний Земли, вызванных землетрясением или взрывом.



По сейсмограмме определяют **моменты прихода упругих волн**, **координаты эпицентра**, **глубину очага**, его **динамические параметры**, энергию землетрясения.

Определение эпицентра землетрясения.

Радиусы окружностей вычисляются по сейсмограммам, полученным на трех станциях. Расстояние между источником сейсмических волн и станциями (**эпицентральное расстояние**) вычисляется по промежуткам времени прихода P и S волн.



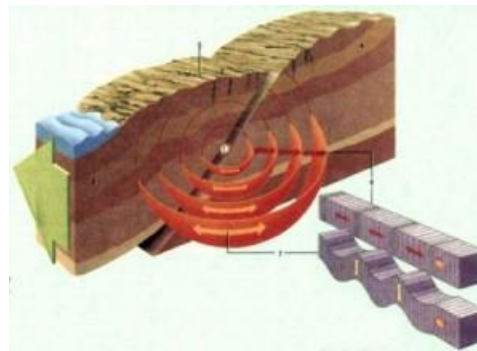
На каждой станции есть графики или таблицы (**годографы**), выражающие зависимость между временем пробега сейсмических волн и эпицентральным расстоянием.

Магнитуда землетрясения

величина, характеризующая энергию, выделившуюся при землетрясении в виде сейсмических волн.

Существует несколько магнитуд и соответственно магнитудных шкал:

- локальная магнитуда (M_L);
- магнитуда, определяемая по поверхностным волнам (M_s);
- магнитуда, определяемая по объемным волнам (M_b);
- моментная магнитуда (M_w).



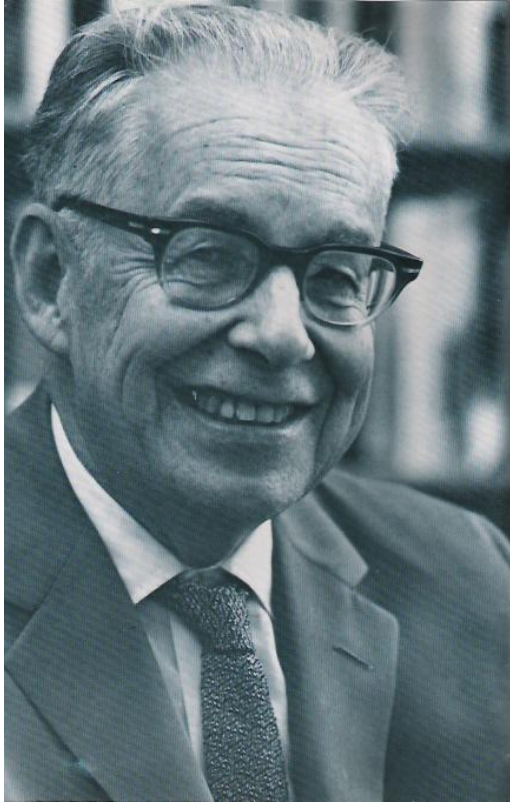
Шкала магнитуд

Наиболее популярной шкалой для оценки энергии землетрясений является **локальная шкала магнитуд Рихтера**.

По этой шкале возрастанию магнитуды на единицу соответствует **32-кратное увеличение освобождённой сейсмической энергии**.



Магнитуда (M) и сейсмическая энергия (E)



Чарльз Френсис Рихтер
(1900-1985)

Если принять за **эталон** (стандарт) какое-то очень **слабое землетрясение** с амплитудой смещения A_0 , то все **другие землетрясения** с амплитудой A можно с ним **сравнивать** (отношение A/A_0)

На практике удобнее пользоваться **логарифмом** этого **отношения**, который и **называется магнитудой**.

$$M = \lg \frac{A}{A_0}$$

Шкала магнитуд Рихтера различает землетрясения по величине магнитуды, которая является относительной энергетической характеристикой землетрясения.

Магнитуда землетрясения определяется как **десятичный логарифм отношения** максимальных амплитуд волн данного землетрясения (A) к амплитуде таких же волн некоторого стандартного землетрясения (A_0).

Магнитуда — безразмерная величина, она не измеряется в баллах.

Магнитуда землетрясения - величина, характеризующая энергию, выделившуюся при землетрясении в виде сейсмических волн. **Магнитуда не является** прямым показателем интенсивности (I) землетрясения.

Интенсивность землетрясения в эпицентре (I) на поверхности зависит не только от магнитуды (M), но и от глубины очага (h).

Шкала Меркалли	Шкала Рихтера	Видимое действие
1	0-4.3	Вибрацию регистрируют только приборы
2		Колебания ощущаются при стоянии на лестнице
3		Толчки ощущаются в закрытых помещениях, легкие колебания предметов
4	4.3-	Звон посуды, качание деревьев, толчки ощущаются в стоящих автомобилях
5	4.8	Скрип дверей, пробуждение спящих, переливание жидкости из сосудов
6	4.8-	Неустойчивая ходьба людей, повреждения окон, падение картин со стен
7	6.2	Трудно стоять, осыпается плитка на домах, большие колокола звенят
8	6.2-7.3	Повреждение дымоходов, повреждение канализационных сетей
9		Всеобщая паника, повреждения фундаментов
10		Большинство строений повреждены*, крупные оползни, реки выходят из берегов
11	7.3-	Изгиб ж/д путей, повреждения дорог, большие трещины в земле, падение камней
12	8.9	Полные разрушения, волны на поверхности земли, изменения в течении рек, плохая видимость

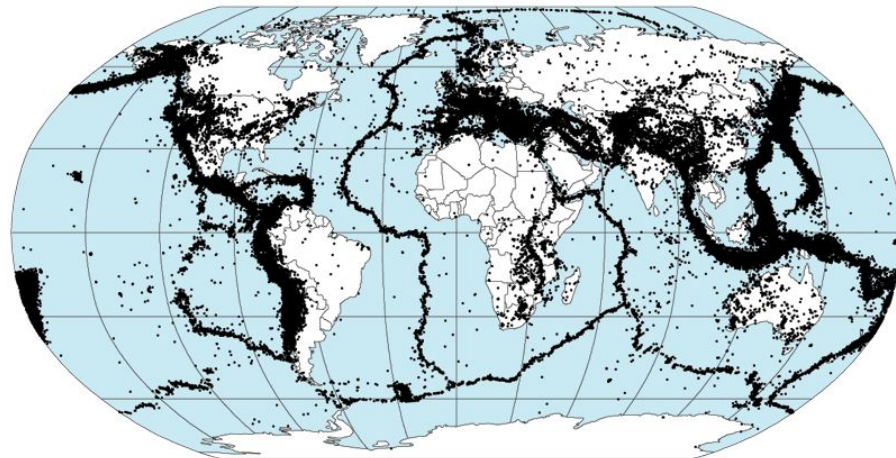
* Специально сконструированные здания с защитой от землетрясений способны выдержать толчки до 8.5 баллов по шкале Рихтера

Магнитуда сильнейших землетрясений 20 века

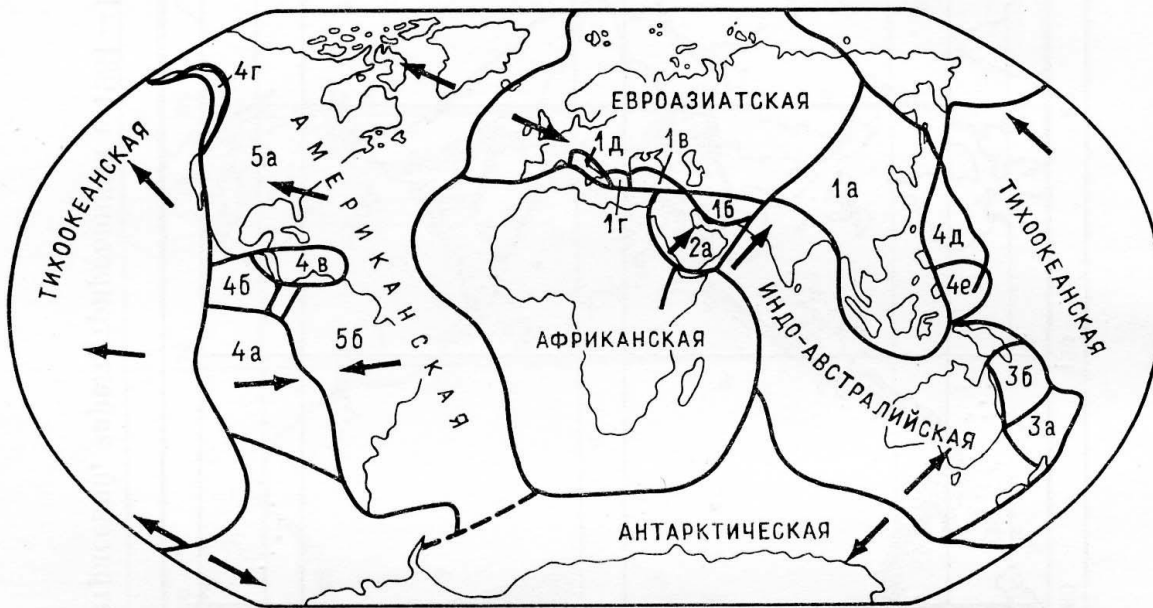
Шкала Рихтера	Страна	Дата
8,9	Колумбия	1906
8,9	Япония	1923
8,75	Португалия (Лиссабон)	1755
8,7	Индия (Ассам)	1897
8,5	США (Аляска)	1964
8,3 – 8,6	США (Аляска)	1899
8,3	Боливия	1994
8,0 – 8,3	США (Миссури)	1811
8,0	Китай (Тянь-Шань)	1976
8,2	Мексика (Мехико)	1985
7,8	Турция	1999
7,7-8,25	США (Сан-Франциско)	1906

Географическое распределение и режимы землетрясений

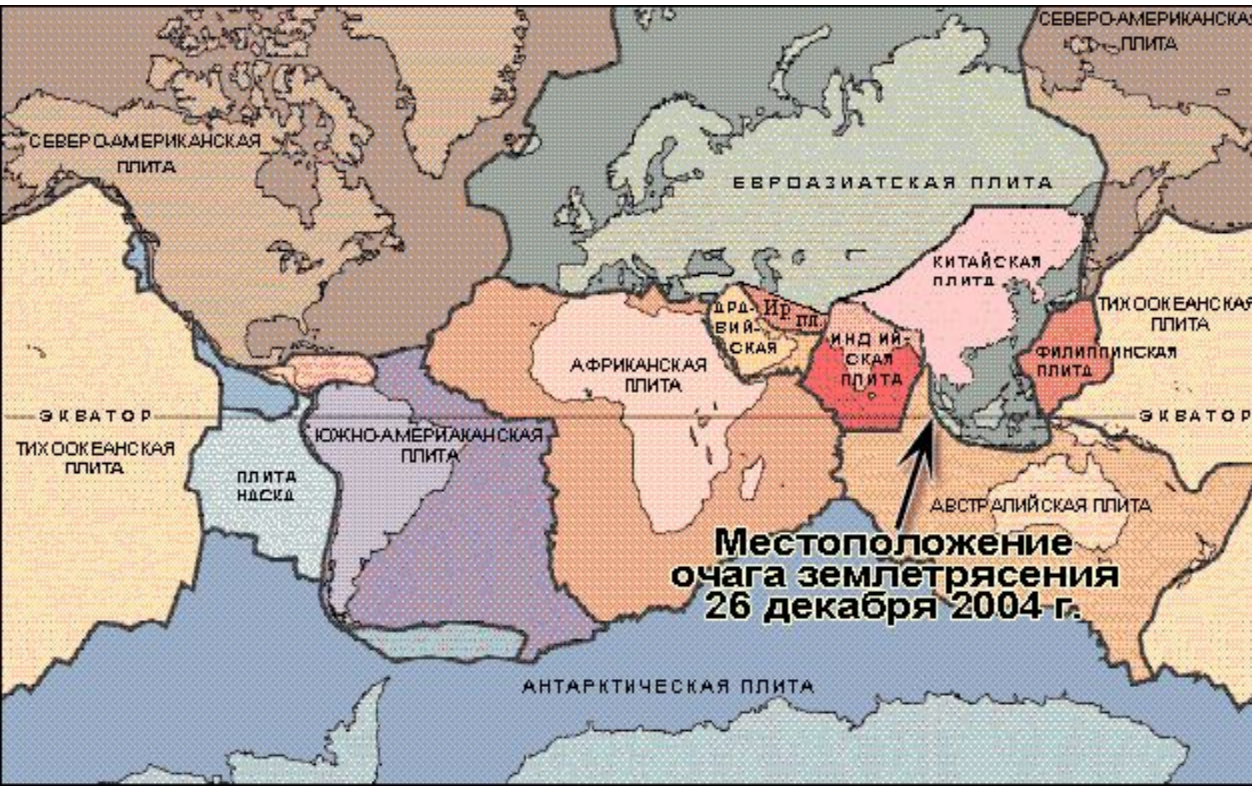
Схема размещения эпицентров 358 214 землетрясений на поверхности Земли (1963-1998гг).



- 1) Тихоокеанское кольцо (75%),
- 2) Средиземноморско-Индонезийский пояс (15%).
- 3) Срединно-океанские хребты (5%)
- 4) Сейсмогенные разрывы (трансформные разломы срединно-океанских хребтов, крупные сдвиги на континентах, рифтовые зоны континентов
- 5) Вулканические области (5%).



Эпицентры 95% землетрясений расположены на границах литосферных плит.
Внутри плит – 5%.



Причины землетрясений

1. Образование тектонических разрывов (95%)
2. Вулканизм
3. Экзогенные причины
4. Искусственное антропогенное возбуждение
5. Суммарное воздействие различных факторов

Почему случаются землетрясения

В уезде Вэньчуань юго-западной провинции Сычуань Китая 12 мая прошло землетрясение, магнитуда которого по уточненным данным китайских сейсмологов составляла 8

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

накопленная энергия вызывает волновые колебания поверхности земли

напряжение достигает критической точки, превышающей силу трения

накапливается энергия противодействия

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)

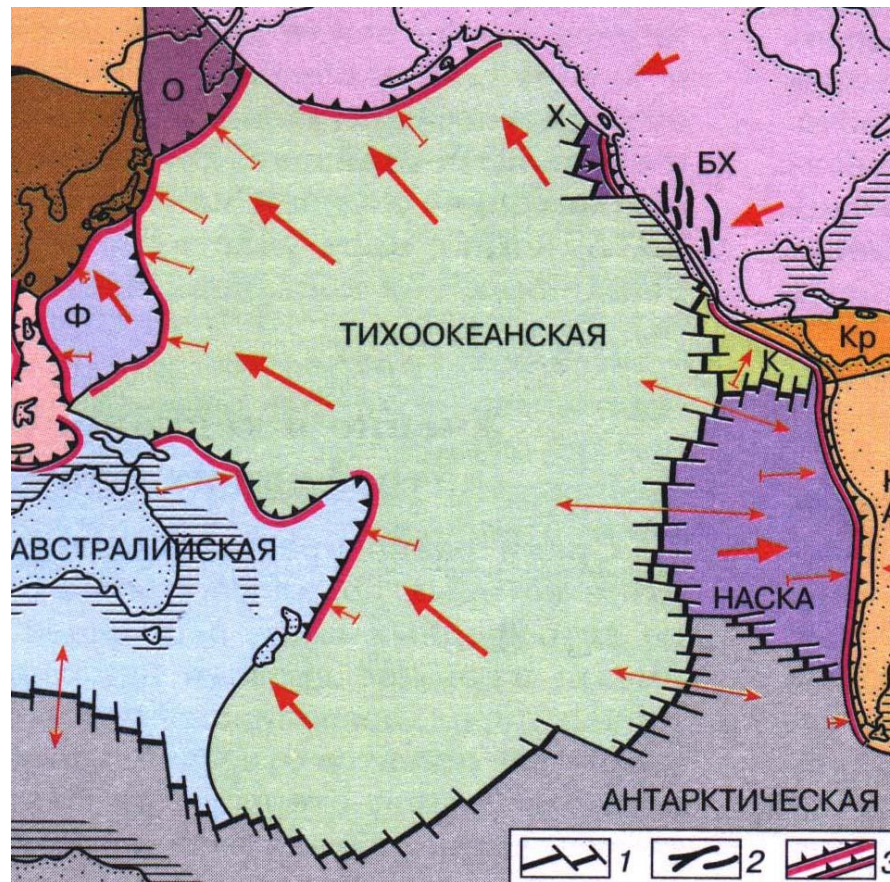
I. Тектонические землетрясения

- Связаны с **мгновенными разгрузками механических напряжений**, возникающих при тектонических движениях и деформациях отдельных блоков литосферы.
- **Сила трения** до некоторого времени препятствует перемещению блоков и **способствует росту напряжений** в отдельных местах, которые называются **концентраторами напряжений**.
- Рост напряжений ограничен **пределом прочности** породного массива.
- При его разрушении образуется **магистральный разрыв**, смещение по которому **сбрасывает напряжение** и **высвобождает упругую энергию**.

Режимы землетрясений

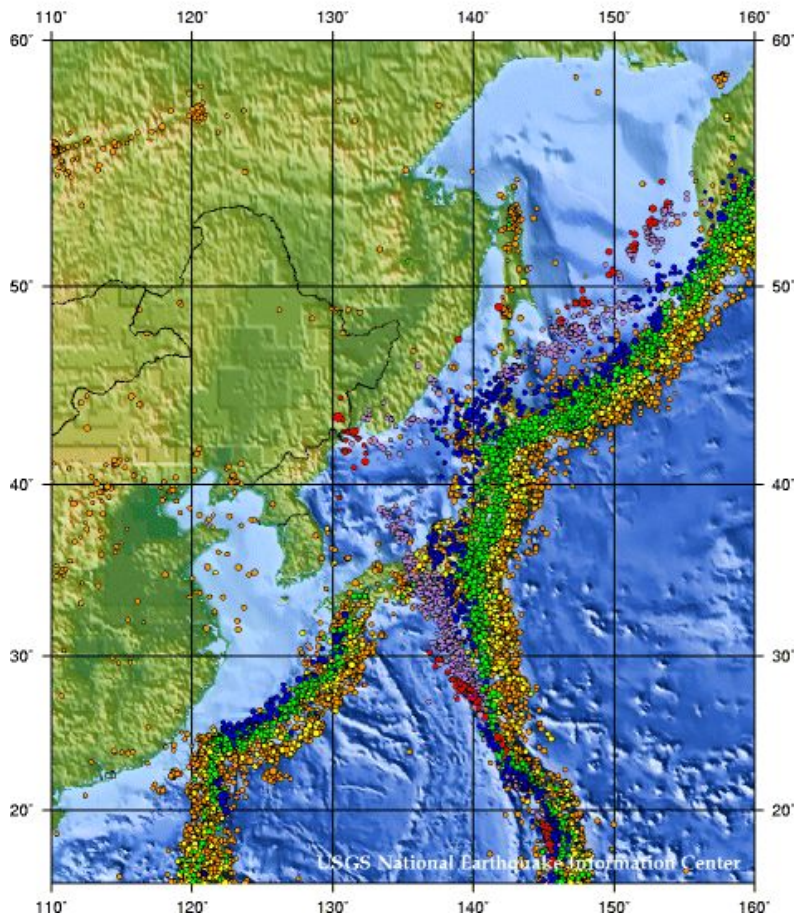
1. Режимы сжатия

Землетрясения Тихоокеанского кольца и Средиземноморско-Гималайского пояса (90%).



Поддвиг
Тихоокеанской
литосферной
плиты под
окраины
континентов.

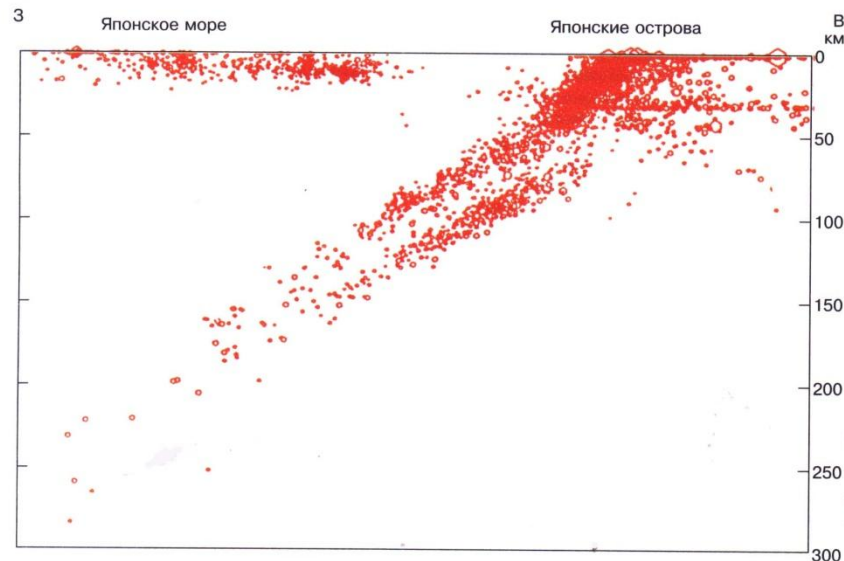
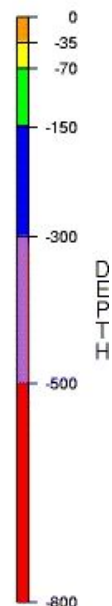
Seismicity of Japan and Kuril Islands: 1990 - 2000



Положение
сейсмофокальной зоны
Беньофа под Японскими
островами

Распределение по глубине
гипоцентров землетрясений
Курильских и Японских островов.

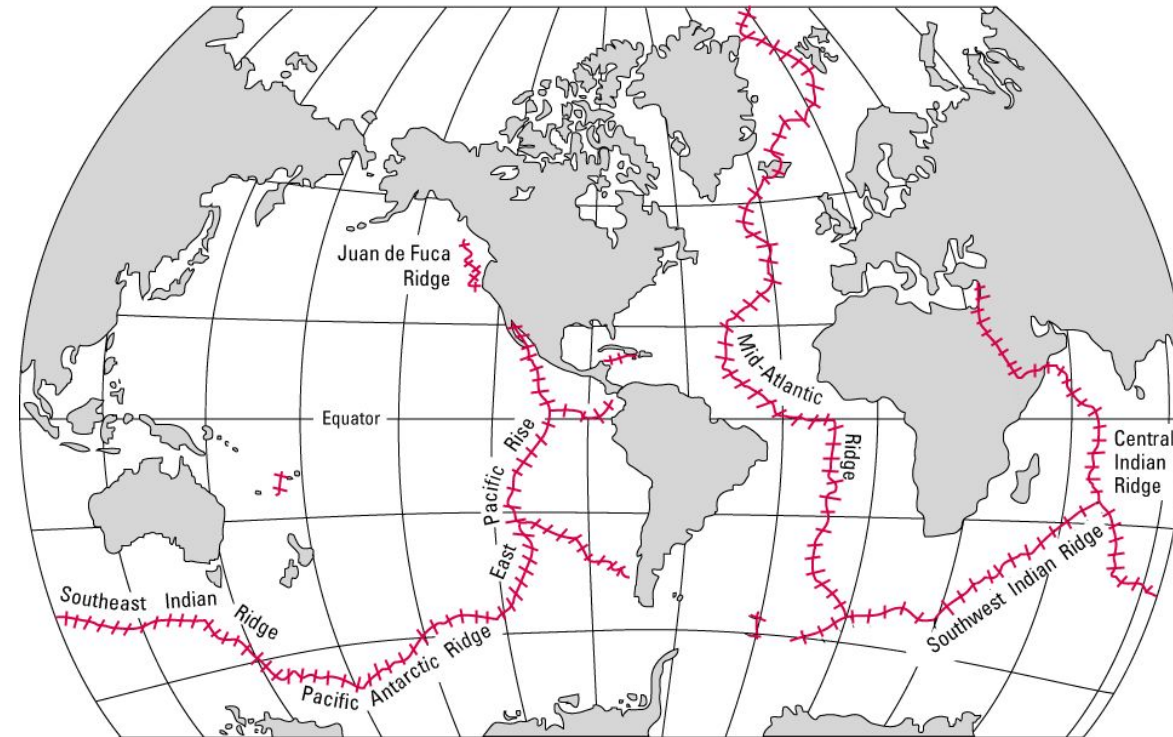
Наиболее многочисленны
землетрясения глубиной очага
до 70 км, более редки
промежуточные и глубокие
землетрясения (более 300 км).



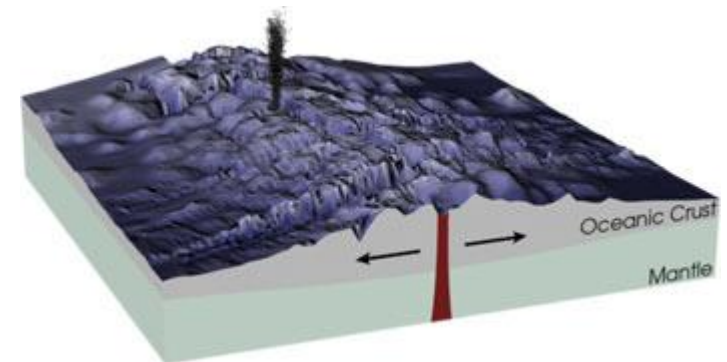
Строение сейсмофокальной зоны под Японскими островами
Кружочки разного диаметра соответствуют гипоцентрам землетрясений

2. Режимы растяжения (5%)

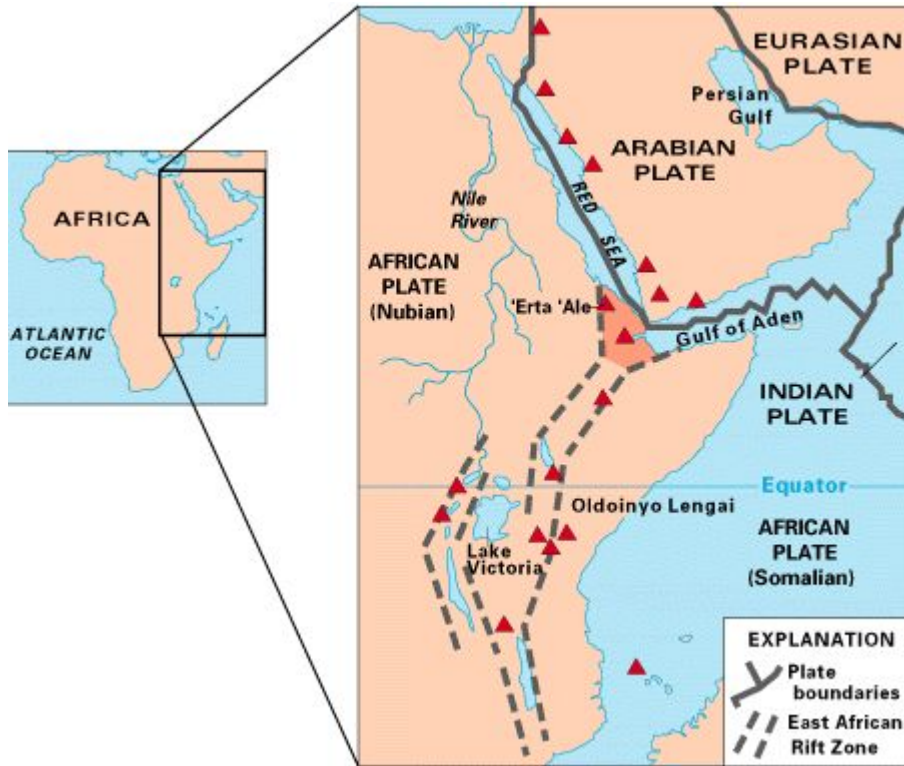
А. Срединно-океанские хребты



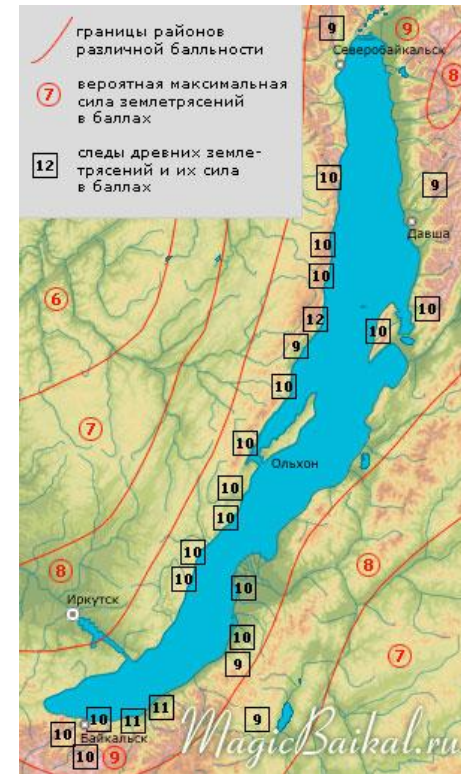
Все землетрясения мелкофокусные (в пределах коры) и небольшой магнитуды.



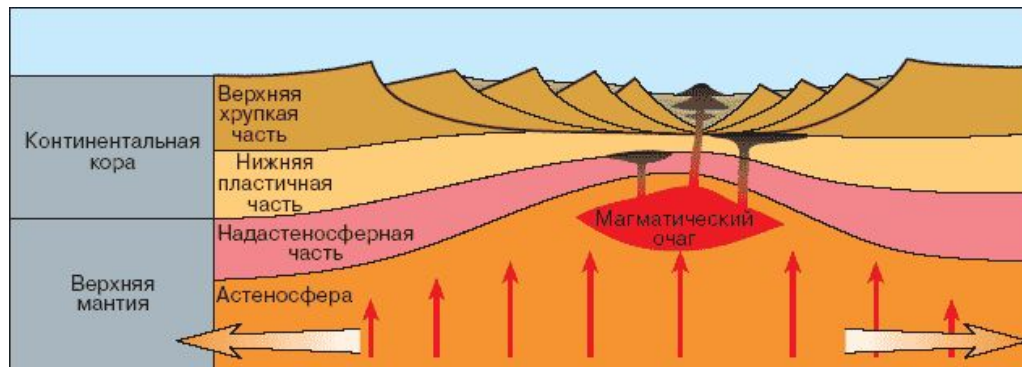
Б. Рифтовые системы континентов



Восточно-Африканская

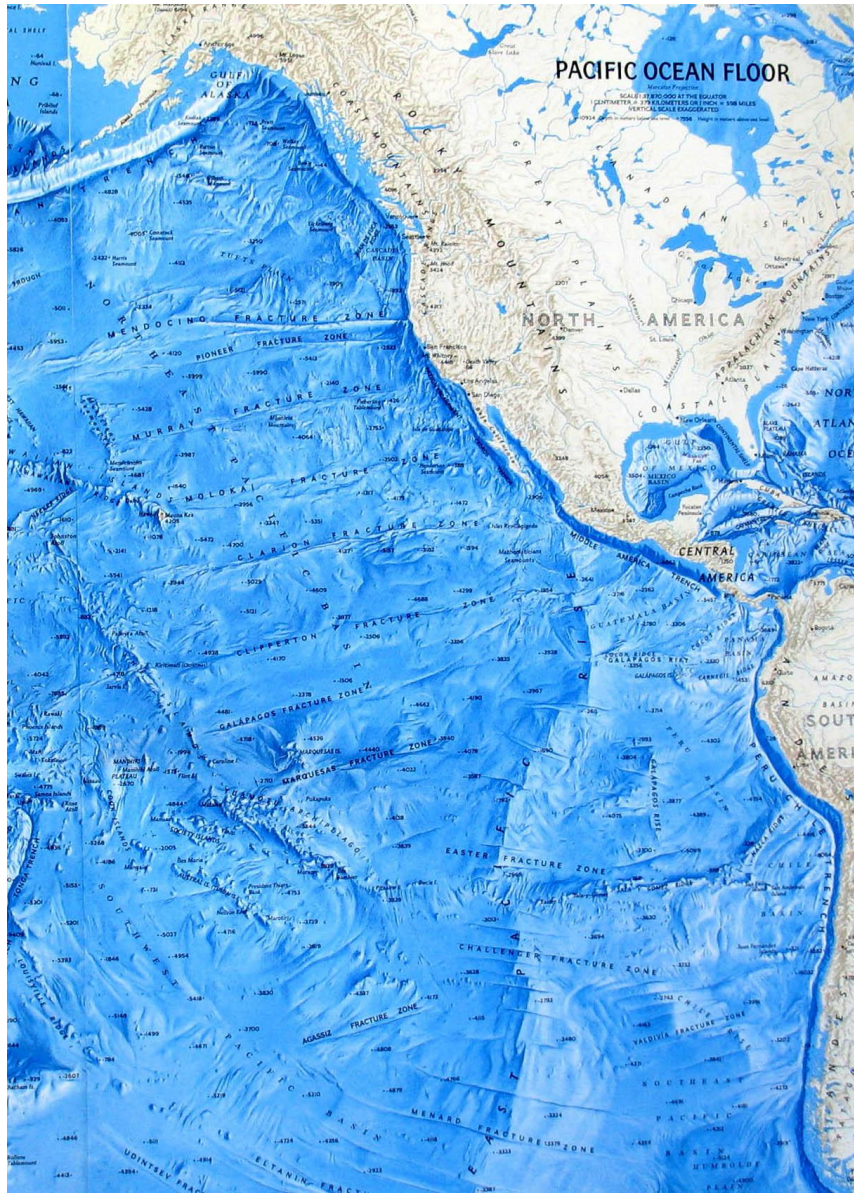


Байкальская

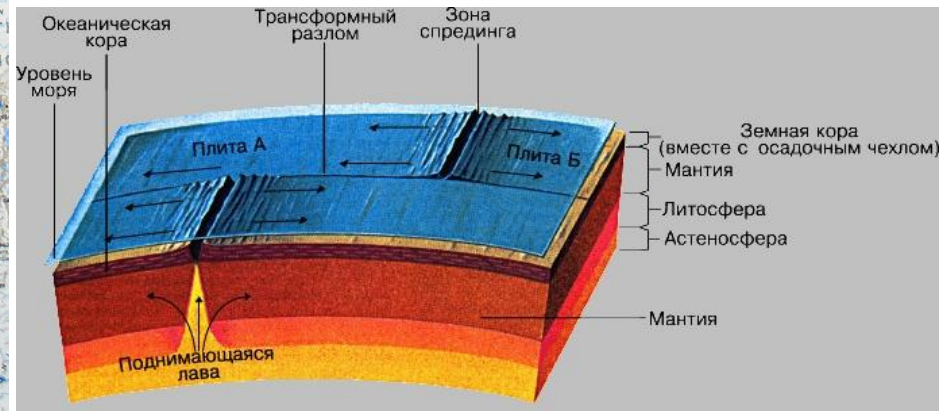


3. Режимы горизонтальных сколов

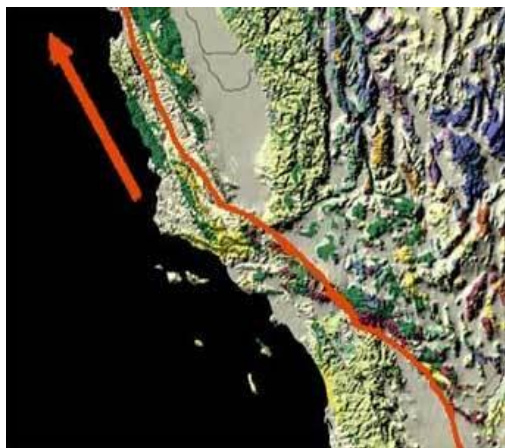
А. Трансформные разломы в океанах



Трансформные разломы идут перпендикулярно срединно-океаническим хребтам (СОХ) и разбивают их на сегменты шириной в среднем 400 км. Между сегментами хребта находится активная часть трансформного разлома, где постоянно происходят землетрясения.



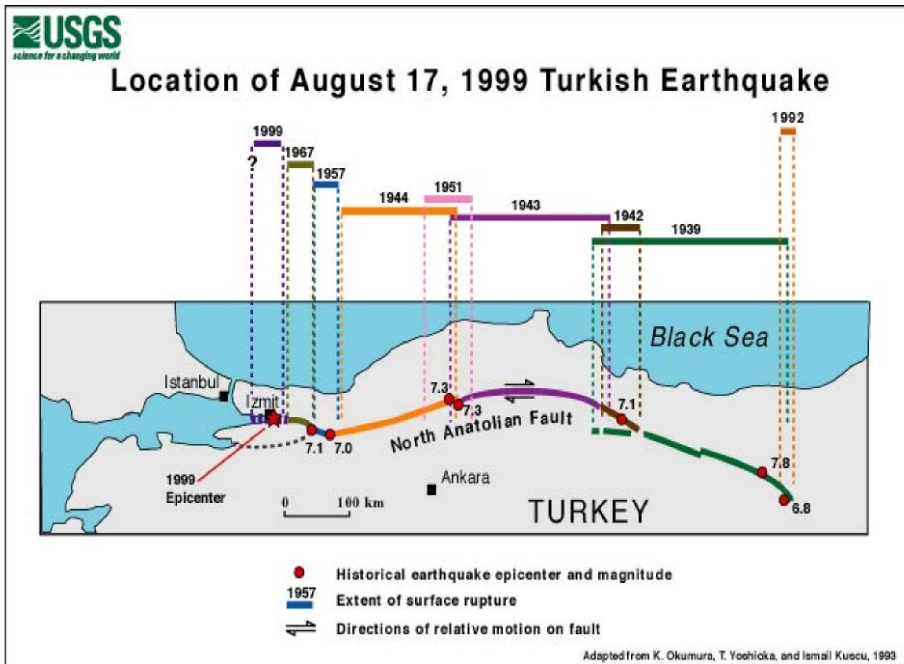
Б. Крупные сдвиги континентов



Сан-Андреас



Северо-Анатолийский сдвиг

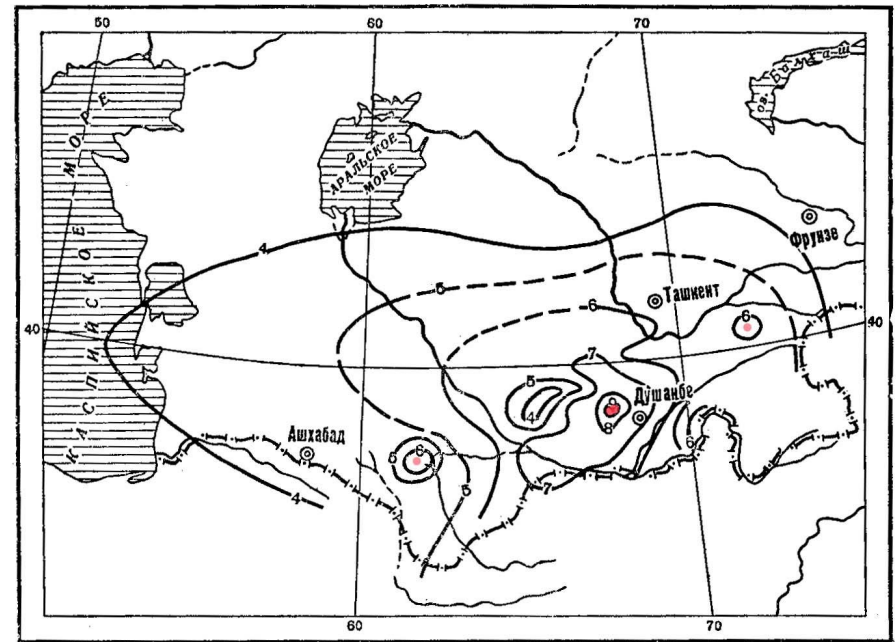


Прогноз землетрясений

Заблаговременное
предсказание:

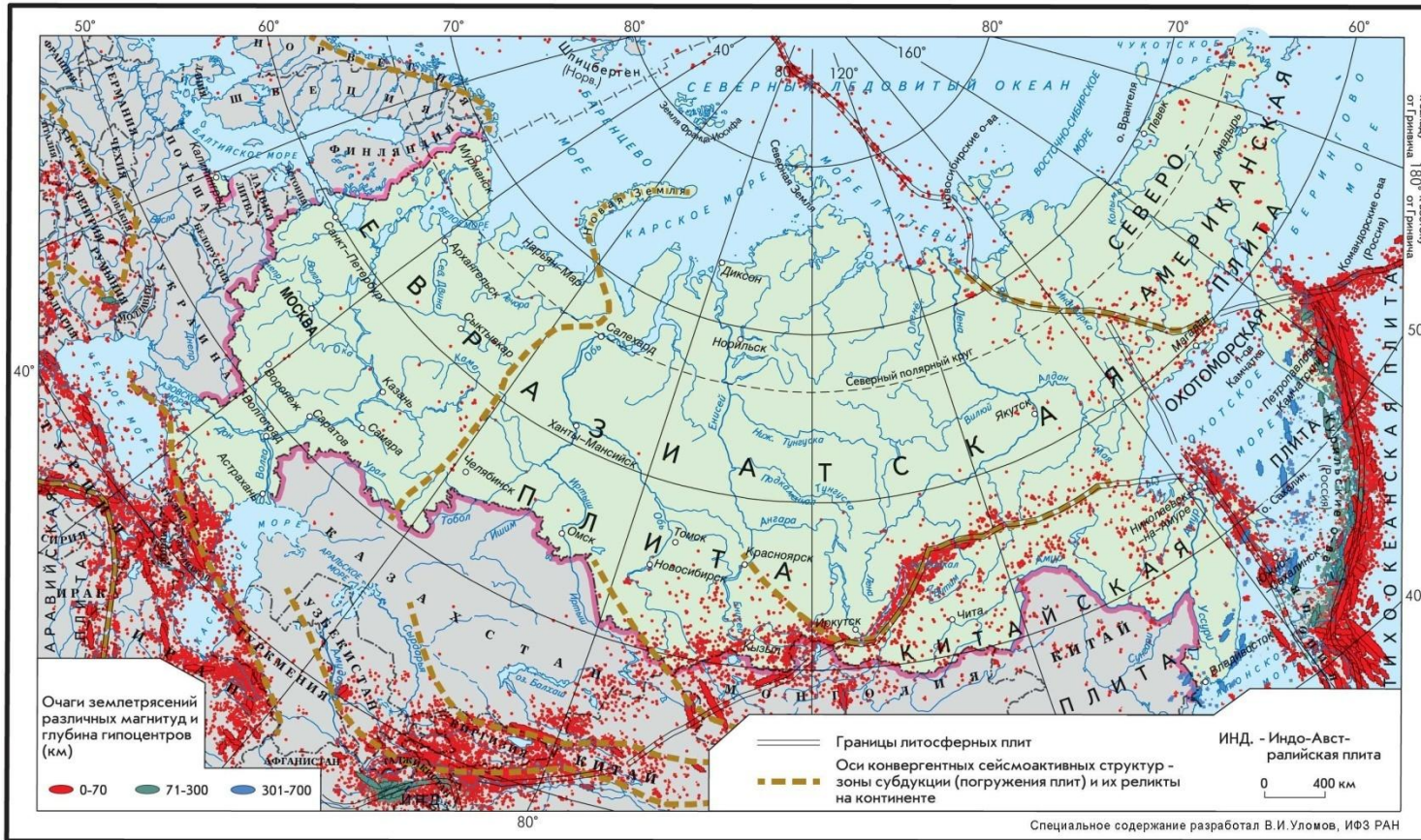
1. Места
2. Интенсивности
3. Времени
сейсмического
события

Ответ на первые два
вопроса дает сейсмическое
районирование.



Карта изосейст Каратагского землетрясения 21.X 1907 г. (по Г. П. Горшкову, 1949). Цифры указывают на интенсивность колебаний, в баллах

Сейсмическое районирование позволяет прогнозировать, какой максимальной интенсивности могут достичь землетрясения в том или ином районе в будущем.

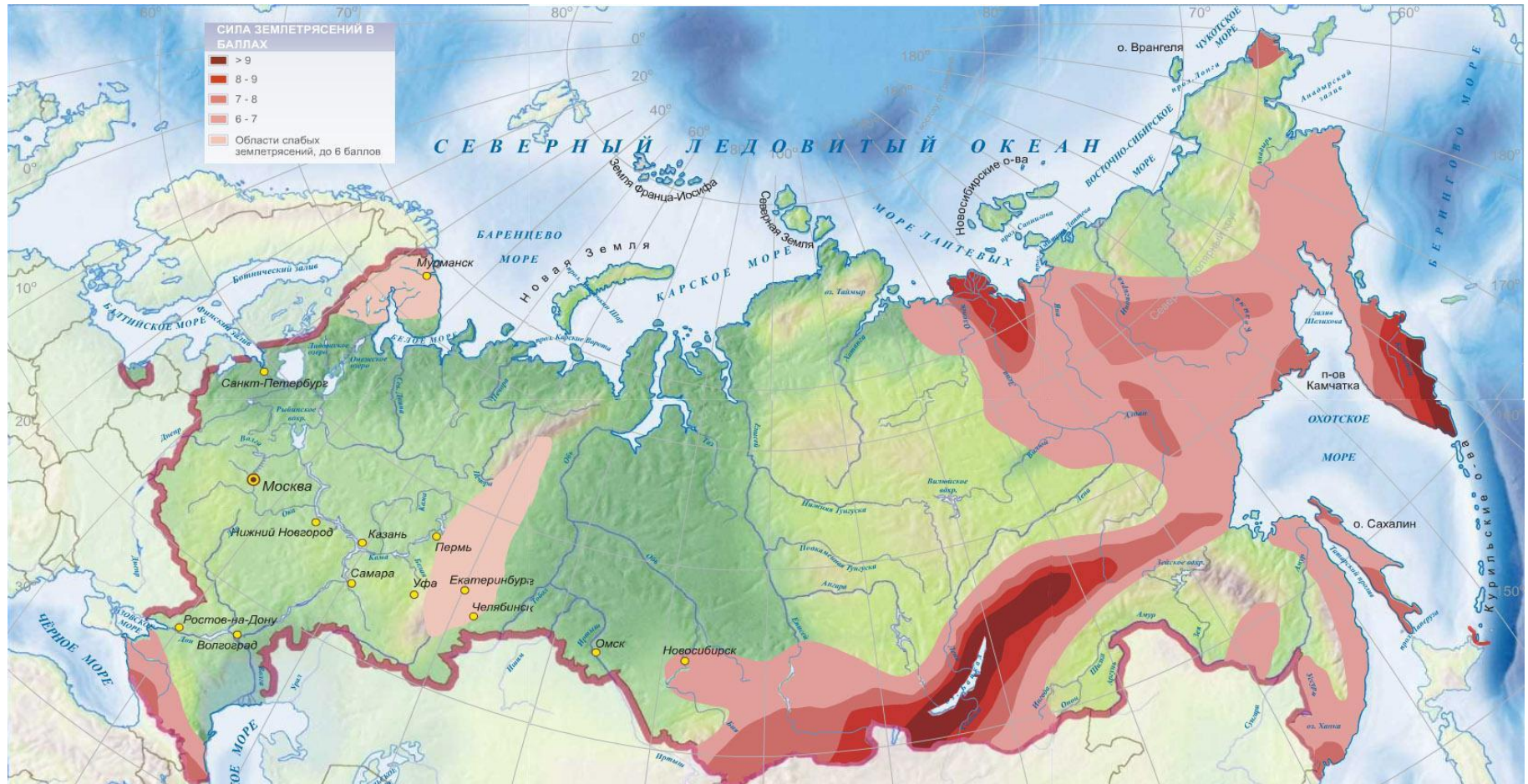


Карта современных землетрясений

Для создания карт сейсмического районирования используют не только инструментальные данные по современным землетрясениям.

Собираются исторические и геологические сведения по всем землетрясениям, когда-либо происходившим в данном районе.

Карта сейсмического районирования России (ОСР).



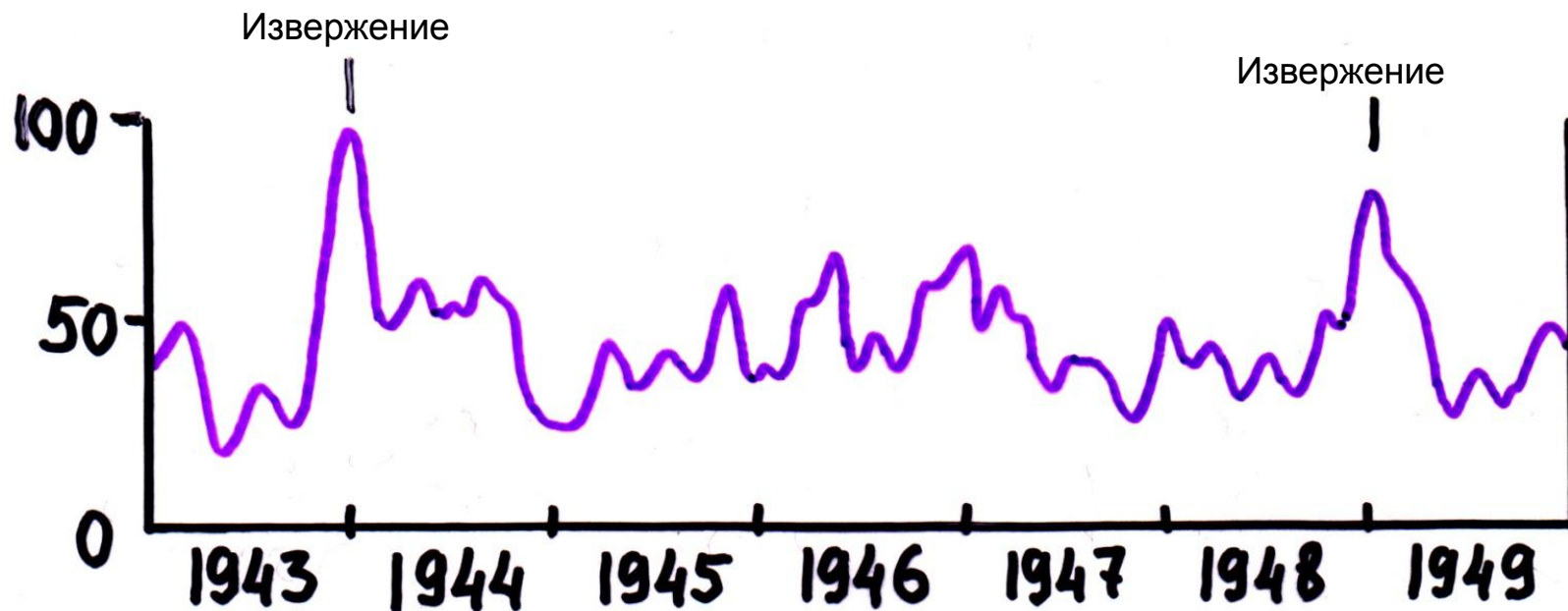
15% территории находится в зоне разрушительных землетрясений силой 8-10 баллов.

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.**

II. Вулканические землетрясения

происходят вследствие резких перемещений магматического расплава в недрах Земли или в результате возникновения разрывов под влиянием этих перемещений



Изменение частоты землетрясений на Гавайях с 1943 по 1949 гг. (по Макдональду и Орру, 1950).

Взрыв вулкана Санторин



Сейчас -
вулканический
архипелаг в Эгейском
море, в 120-130 км к
северу от Крита.

Кальдера площадью
83 кв.км, глубиной
300-400 м.

Мощнейшее
взрывное
извержение в
1400-1500 году до н.
э.

Гибель Крито-
Минойской
цивилизации.

III. Экзогенные землетрясения

связаны с гравитационными процессами, обвалами, провалами, карстовыми обрушениям и др. явлениями



Карстовый провал. г. Березники



Обвал в горах

Обрушение свода пещеры

Экзогенные землетрясения
характеризуются небольшой
силой и небольшой
площадью воздействия



**Природно-техногенные землетрясения
могут быть вызваны заполнением
водохранилищ в сейсмически активных
районах.**



**Чиркейская
ГЭС на р.
Сулак,
Дагестан.**



**Арочная
бетонная
плотина
Чиркейской
ГЭС.**

**Высота 232,5 м,
длина по
ребню 338 м,
толщина от 6
до 30 м.**

Образует Чиркейское водохранилище площадью 42,4 км², полной емкостью 2,78 км³ .

Последствия землетрясений



За последние 4000 лет землетрясения и возникшие в их результате пожары, оползни, наводнения и иные последствия унесли жизни более **13 млн. человек.**

В 20 веке **ежегодно** регистрировалось до **20 толчков** силой от шести баллов и выше.

Землетрясения ежегодно уносят в среднем 10 тыс. жизней



Поражающие факторы землетрясения

Землетрясения характеризуются наличием первичных и вторичных поражающих факторов.

Первичные относятся:

- обрушения строений
- нарушение целостности земной поверхности.

Вторичным

- пожары
- нарушения систем жизнеобеспечения
- наводнения
- аварии на предприятиях
- лавины
- сели
- обвалы
- оползни

Таблица 1. Поражающие факторы землетрясений

Первичные	Вторичные
<ul style="list-style-type: none">- смещение, коробление, вибрация почвогрунтов;- коробление, уплотнение, проседание, трещины;- разломы в скальных породах;- выброс природных подземных газов.	<ul style="list-style-type: none">- активизация вулканической деятельности;- камнепады;- обвалы, оползни;- обрушение сооружений;- обрыв линий электропередач, газопроводных и канализационных сетей;- взрывы, пожары;- аварии на опасных объектах, транспорте.

Большая часть людских и материальных потерь возникает в результате разрушения зданий. Величина определяется следующими факторами:

- 1) сейсмическая и геологическая характеристика региона;**
- 2) сейсмостойкость зданий;**
- 3) плотность населения и его состав;**
- 4) особенности расселения и застройки;**
- 5) время землетрясения (день или ночь);**
- 6) местонахождение населения (в зданиях или вне).**

Общие проблемы, возникающие во время землетрясений:

- Отсутствие или недостаточность медицинского персонала для оказания экстренной медицинской помощи пострадавшим.
- Разрушение больниц.
- **Отсутствие или недостаточность медицинского оборудования и лекарств.**
- Отсутствие или недостаточность питьевой воды и пищи.
- Недостаточность средств для транспортировки тяжело пораженных

Общие проблемы, возникающие во время землетрясений:

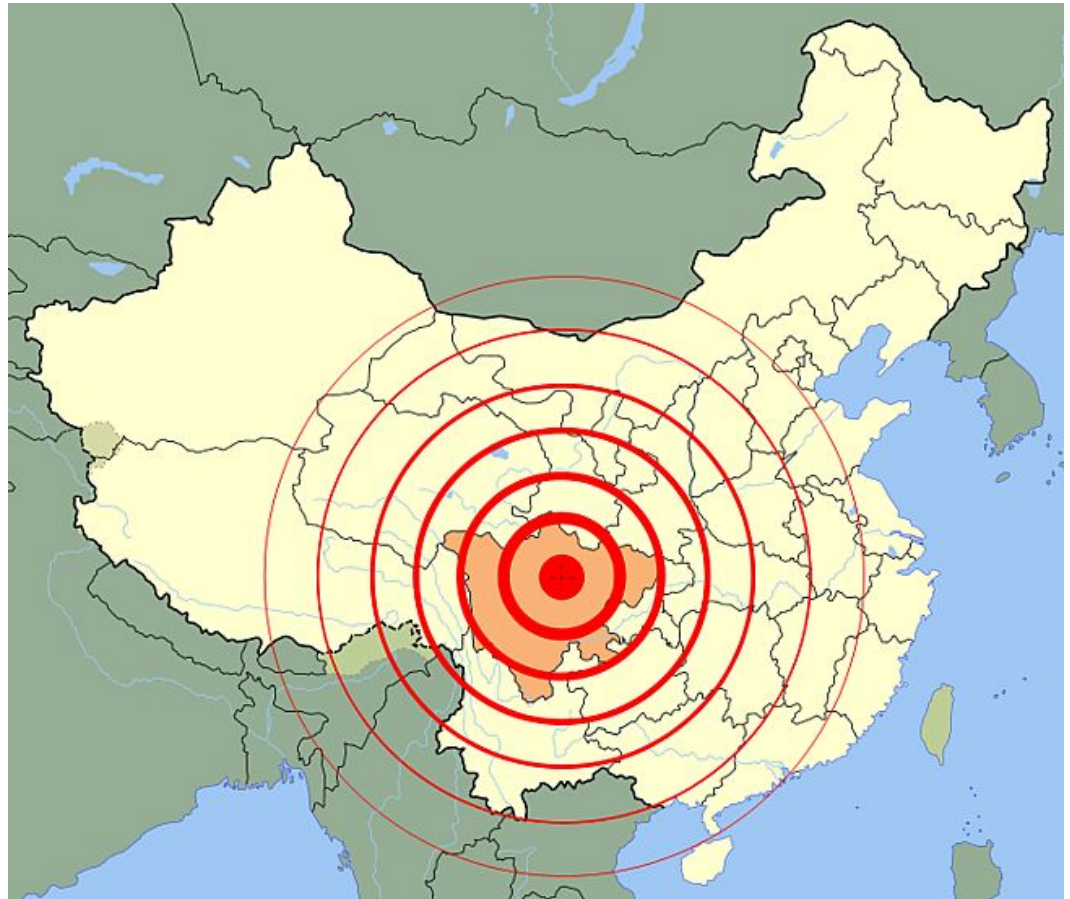
- Проблема хранения, идентификации и захоронения погибших.
- Разрушение коммунальных служб в районе.
- Отсутствие связи.
- Риск распространения инфекционных болезней, связанных с большим сосредоточением людей, которые потеряли свое жилье,
- Отсутствие надлежащих санитарно-эпидемических условий в местах их расположения.

Самые разрушительные землетрясения в 21 веке



Землетрясение в Индийском океане, (26 декабря 2004 г., магнитуда 9,3). От последовавшего цунами погибли 225—250 тыс. человек.

Самые разрушительные землетрясения в 21 веке



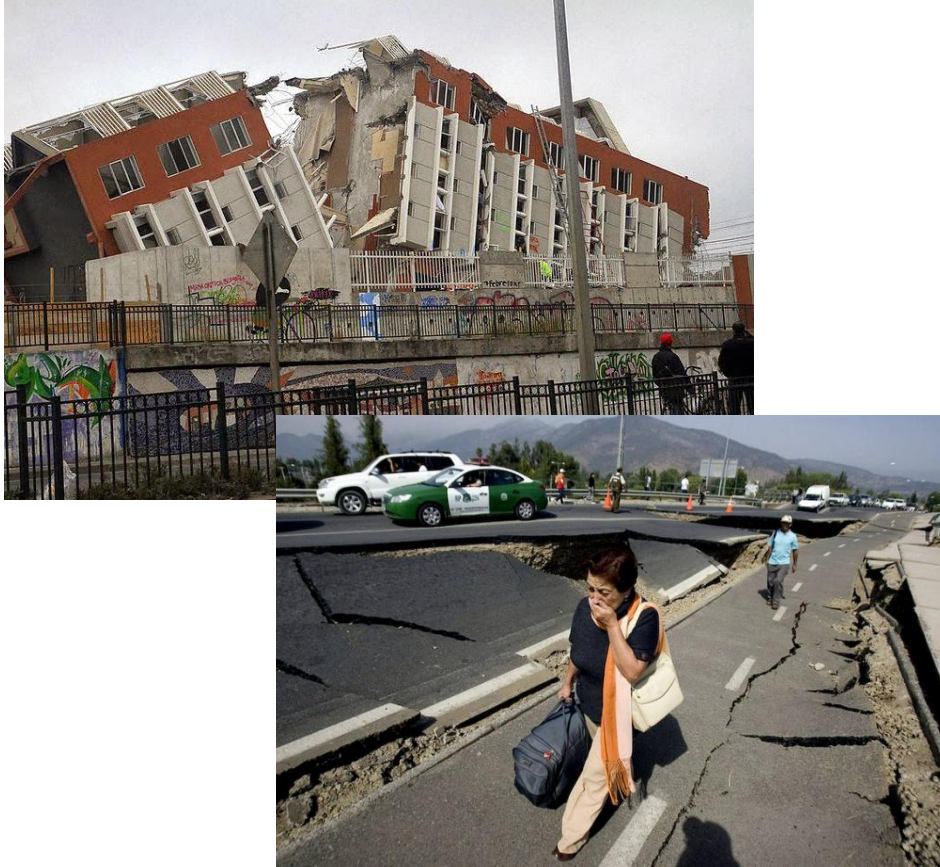
Сычуаньское землетрясение в центральном Китае (12 мая 2008 г., магнитуда 8). Погибли около 70 000 человек.

Самые разрушительные землетрясения в 21 веке



Землетрясение на Гаити (12 января 2010 г., магнитуда 7) — погибло 220 тыс. человек, 300 тыс. получили ранения, 1,1 млн лишились жилья.

Самые разрушительные землетрясения в 21 веке



Землетрясение в Чили, (27 февраля 2010 г., магнитуда 8,8) — минимум 799 человек погибли, более 1,5 млн домов повреждено землетрясением и цунами.

Самые разрушительные землетрясения в 21 веке



Сендайское землетрясение и цунами вблизи острова Хонсю, Япония (11 марта 2011 г., магнитуда 9,0), по данным полиции Японии на 14 апреля 2011 погибли 13 439 человека, 14 867 человек пропали без вести.

Самые разрушительные землетрясения в 21 веке



Землетрясение в Мексике магнитудой 8,2



7 сентября – 65 человек погибло, 200 человек пострадало

18 сентября – 370 погибших, 6000 раненых, 4.78 млн. домовладений осталось без электричества

221 афтершоков

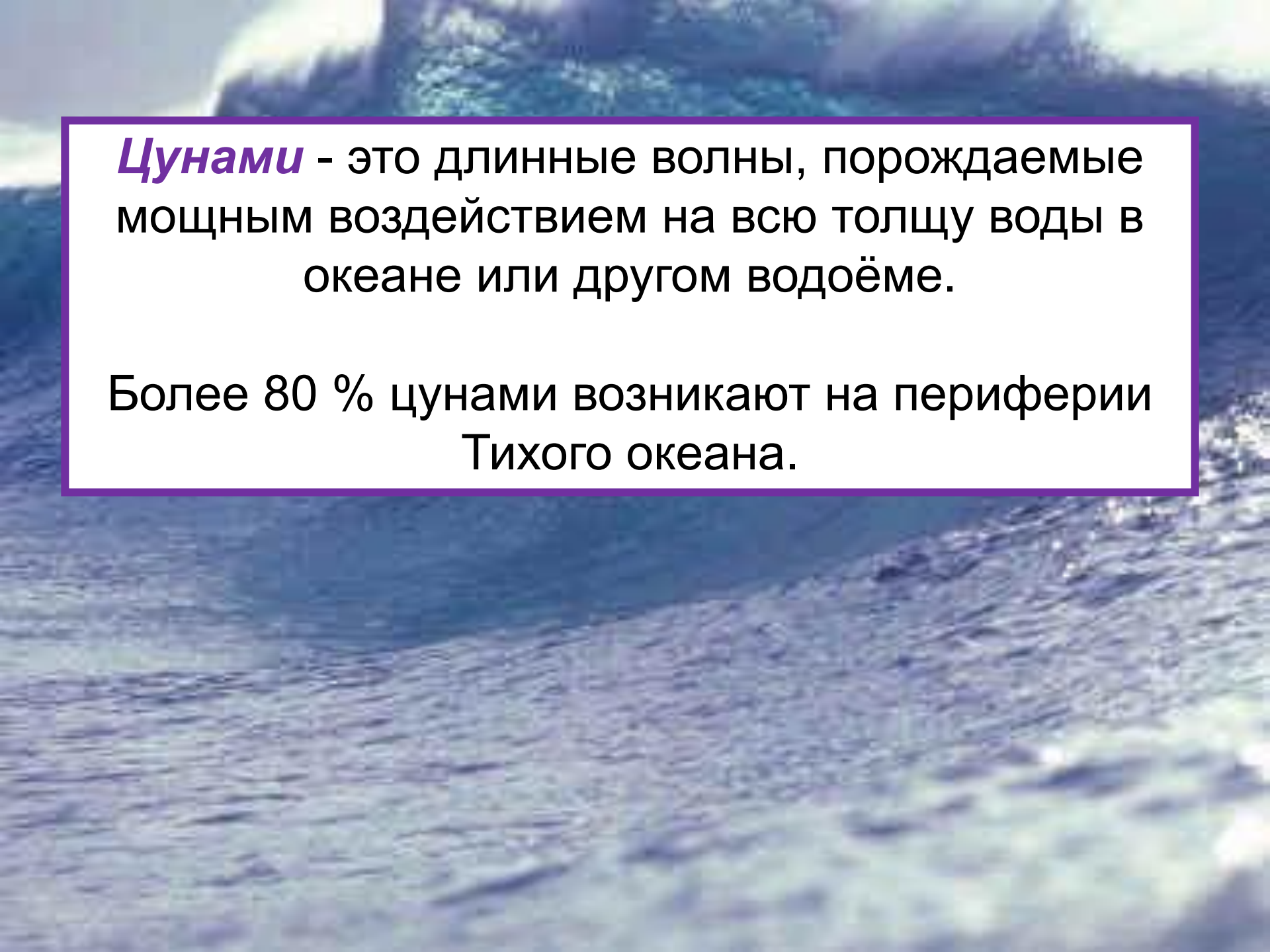


Серия землетрясений в Мексике, сентябрь 2017 г



大波 神奈川沖 御座 浮世草子

ЦУНАМИ

An aerial photograph of a massive tsunami wave, showing a large, dark blue wall of water moving across the ocean surface. The wave is surrounded by smaller, white-capped waves, and the sky is visible in the upper portion of the frame.

Цунами - это длинные волны, порождаемые мощным воздействием на всю толщу воды в океане или другом водоёме.

Более 80 % цунами возникают на периферии Тихого океана.

ЧТО ТАКОЕ ЦУНАМИ

Цунами - это не одна чудовищная стена воды, которая накрывает корабли и прибрежные города, это ряд морских волн, способных пересечь весь океан со скоростями до 900 километров в час.

В море волны цунами не превышают по высоте **60 см**. Но их **длина иногда больше 250 км**, значительно больше глубины бассейна, в котором они распространяются.

Известно **около 1000 случаев цунами**, из них более **100** – с катастрофическими последствиями, вызвавших полное уничтожение, смыв сооружений и почвенно-растительного покрова (например, в 1933 у берегов Японии, 1952 на Камчатке и др.). 80% цунами возникают на периферии Тихого океана, включая западный склон Курило-Камчатского жёлоба.



ЧТО ТАКОЕ ЦУНАМИ

Все цунами характеризуются огромной энергией, существенно большей, чем у самых мощных ветровых волн, от которых отличаются длиной и поверхностным характером колебания частиц воды.

Цунами "чувствует дно"

- даже в самом глубоком океане эта едва заметная последовательность волн представляет движение всего вертикального столба воды;
- когда цунами достигает мелководья на своем пути, скорость волн уменьшается, но высота их растет.

ЦУНАМИ

Гравитационная волна большой длины



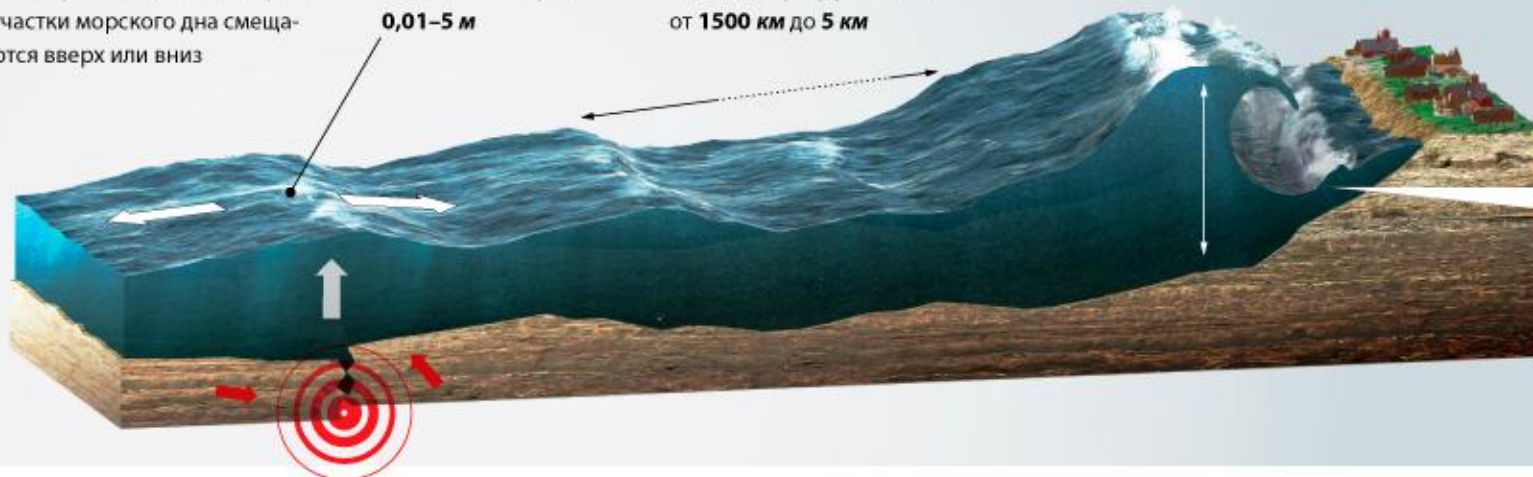
80% цунами возникают на периферии Тихого океана, включая западный склон Курило-Камчатского желоба

Чаще всего цунами возникают в результате подводных землетрясений, из-за которых участки морского дна смещаются вверх или вниз

Высота волн в области их возникновения колеблется в пределах **0,01–5 м**

Расстояние между соседними гребнями волн по мере приближения к берегу уменьшается от **1500 км до 5 км**

У побережья высота волн может достигать **10 м**, а в участках со сложным рельефом (клинообразных бухтах, долинах рек и т.д.) — **свыше 50 м**



Во время цунами в движение приходит вся толща воды. «Упираясь» в прибрежное дно, обладающая большой кинетической энергией волна закручивается и высоко поднимается

Самые разрушительные цунами за последние 50 лет

Источник: Национальное управление океанических и атмосферных исследований США

Магнитуда землетрясения	9,5	6,9	8,1	7,7	7,8	7	9	7,7	8
Дата	22.05.1960	23.02.1969	16.08.1976	12.12.1979	12.12.1992	17.07.1998	26.12.2004	17.07.2006	27.02.2010
Местоположение	Чили	Индонезия, Макассарский пролив	Филиппины	Колумбия	Индонезия, море Флорес	Папуа-Новая Гвинея	Индонезия, о. Суматра	Индонезия, о. Ява	Чили
Количество погибших	1263	600	4456	600	2500	2183	227 898	664	528
Макс. высота волны, м	25	4	8,5	6	26,2	15	50,9	10	11,2

2004 года



ЧЕМ ВЫЗЫВАЕТСЯ ЦУНАМИ

- Подводное землетрясение (свыше 90 % всех цунами)
- Вулканические извержения
- Оползни (довольно редко)
- Человеческая деятельность
- Падение метеорита может вызвать огромное цунами

Начальное поднятие поверхности океана



РАЗЛИЧНЫЕ МЕХАНИЗМЫ ВОЗБУЖДЕНИЯ ВОЛН ЦУНАМИ

СЕЙСМИЧЕСКИЕ

85%
Начальное поднятие
поверхности океана



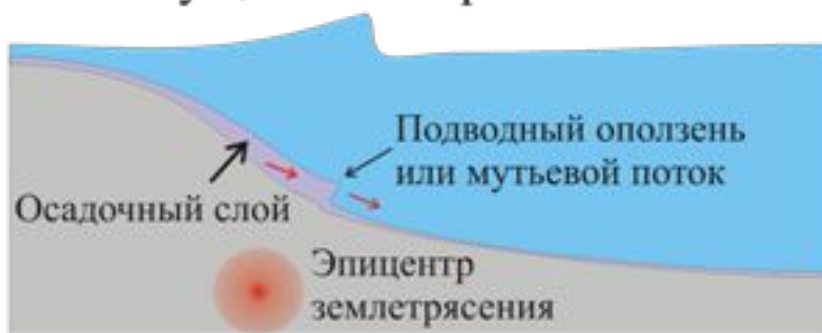
ВУЛКАНИЧЕСКИЕ

5%
Начальное поднятие
поверхности океана



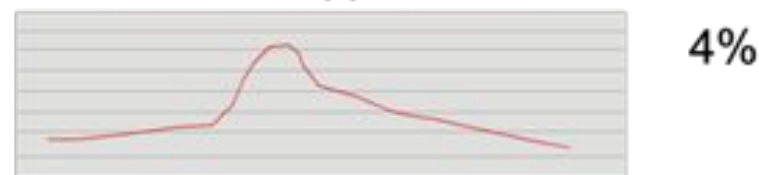
ОПОЛЗНЕВЫЕ

6%
Возмущение поверхности океана

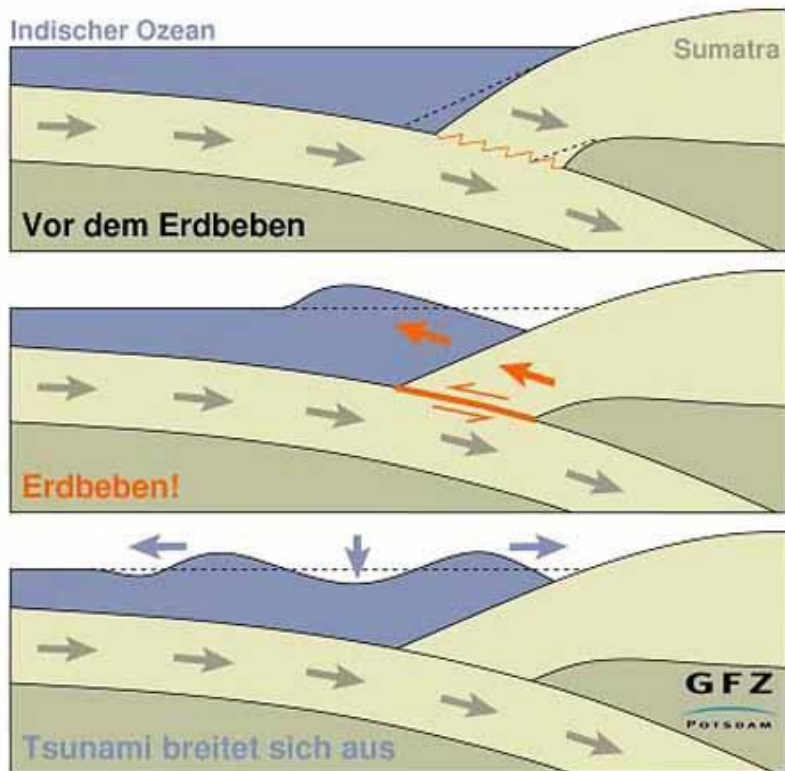
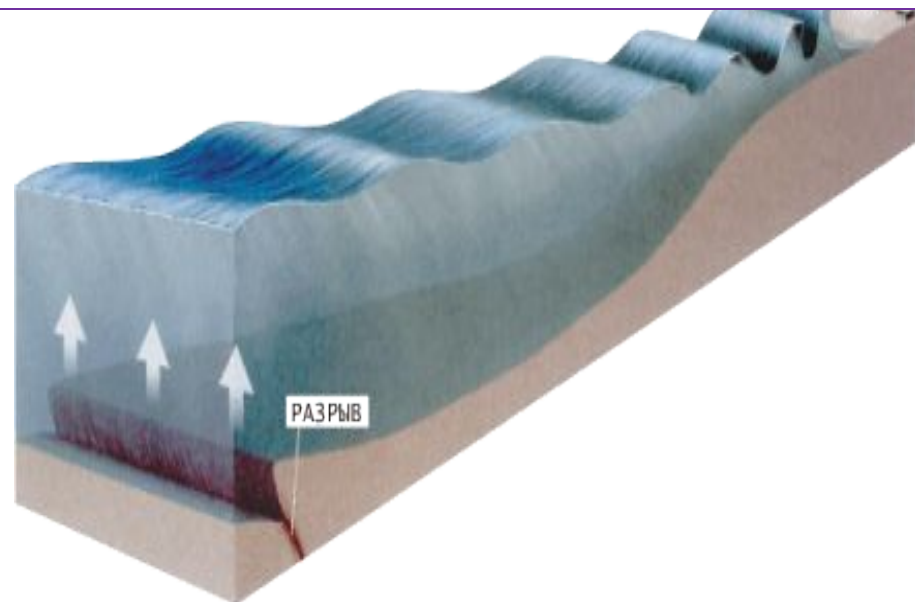


МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИЕ

Изменение атмосферного давления

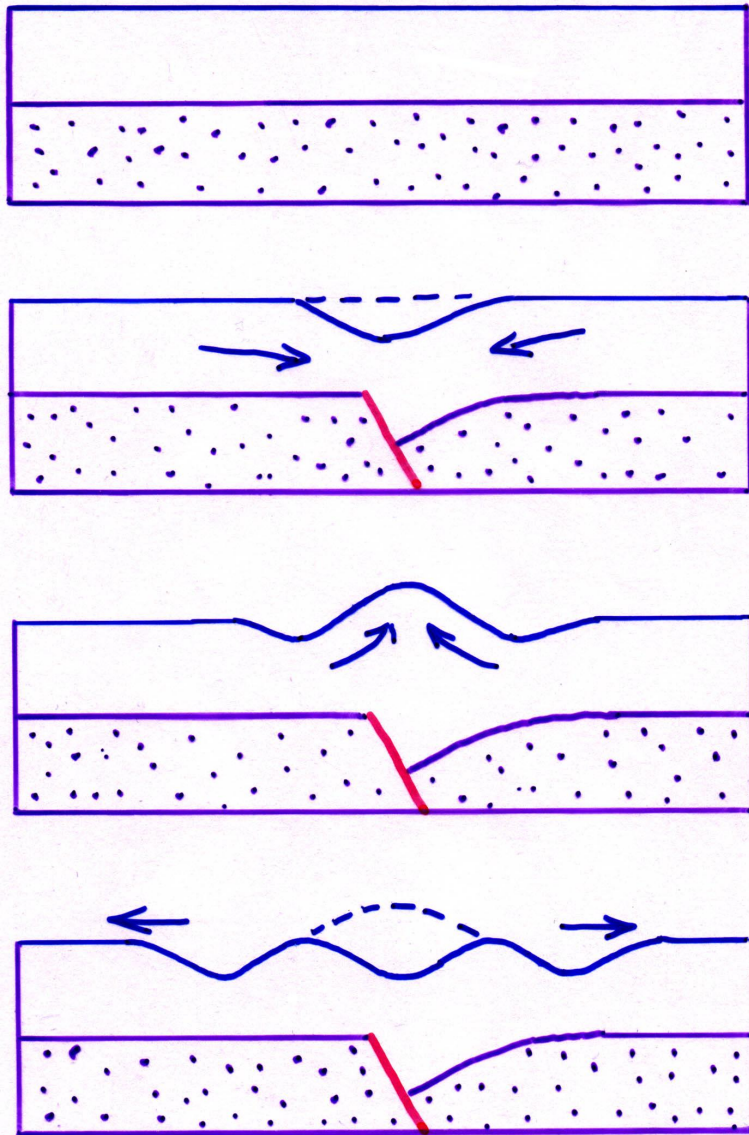


1. Землетрясения



Цунами образуются при землетрясении любой силы, но большой силы достигают те, которые возникают из-за сильных землетрясений (более 7 баллов). Наиболее значительные цунами образуются при субвертикальном движении океанического дна

Схема образования



Статистика

Тихий океан – за последние 10 лет более 70 цунами.

Россия (Тихоокеанское побережье) за 300 лет – 70 цунами. Самое разрушительное 4 ноября 1952 года (волна высотой 10-14 м). Разрушен г. Северо-Курильск (о. Парамушир).

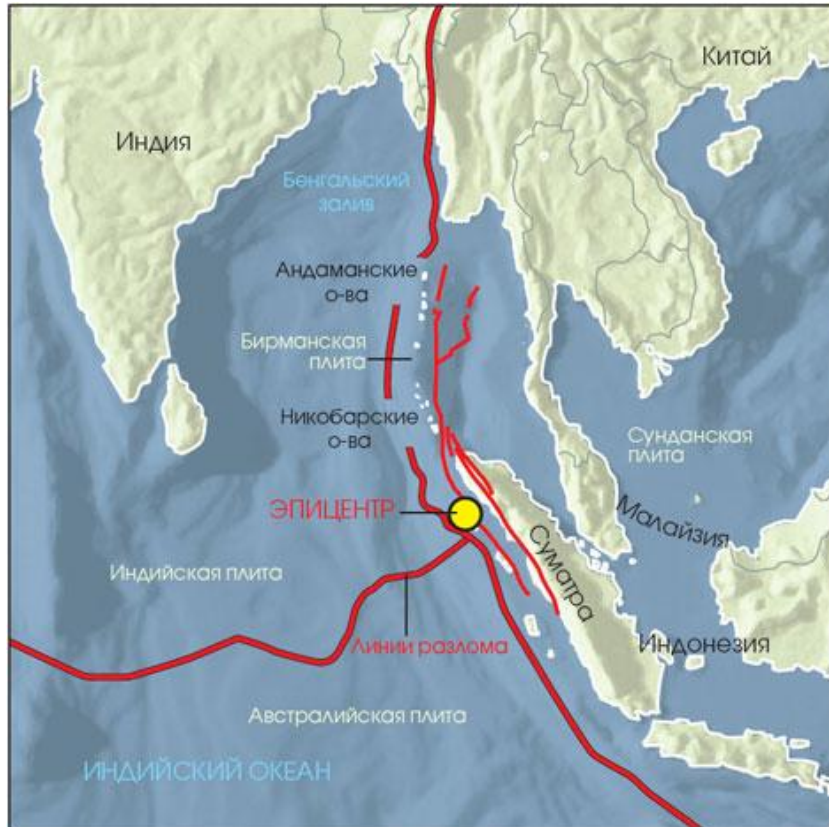
Индийский океан за последние 125 лет - 2 разрушительных. 26 августа 1883 г. (Кракатау), 26 декабря 2004 г. (Суматранское землетрясение)

Суматринское землетрясение 2004 года



Суматринское землетрясение 26.12.2004

Причины землетрясения и цунами



Причиной цунами стало подводное землетрясение, которое произошло в 00 часов 58 минут 26 декабря 2004 года.

Характеристики землетрясения

Эпицентр землетрясения находился в Индийском океане, к северу от острова Симёлуэ, расположенного возле северо-западного берега острова Суматры (Индонезия);

Глубина гипоцентра – 30 км (неглубокий, малофокусный);

Магнитуда – 9,1 по шкале Рихтера

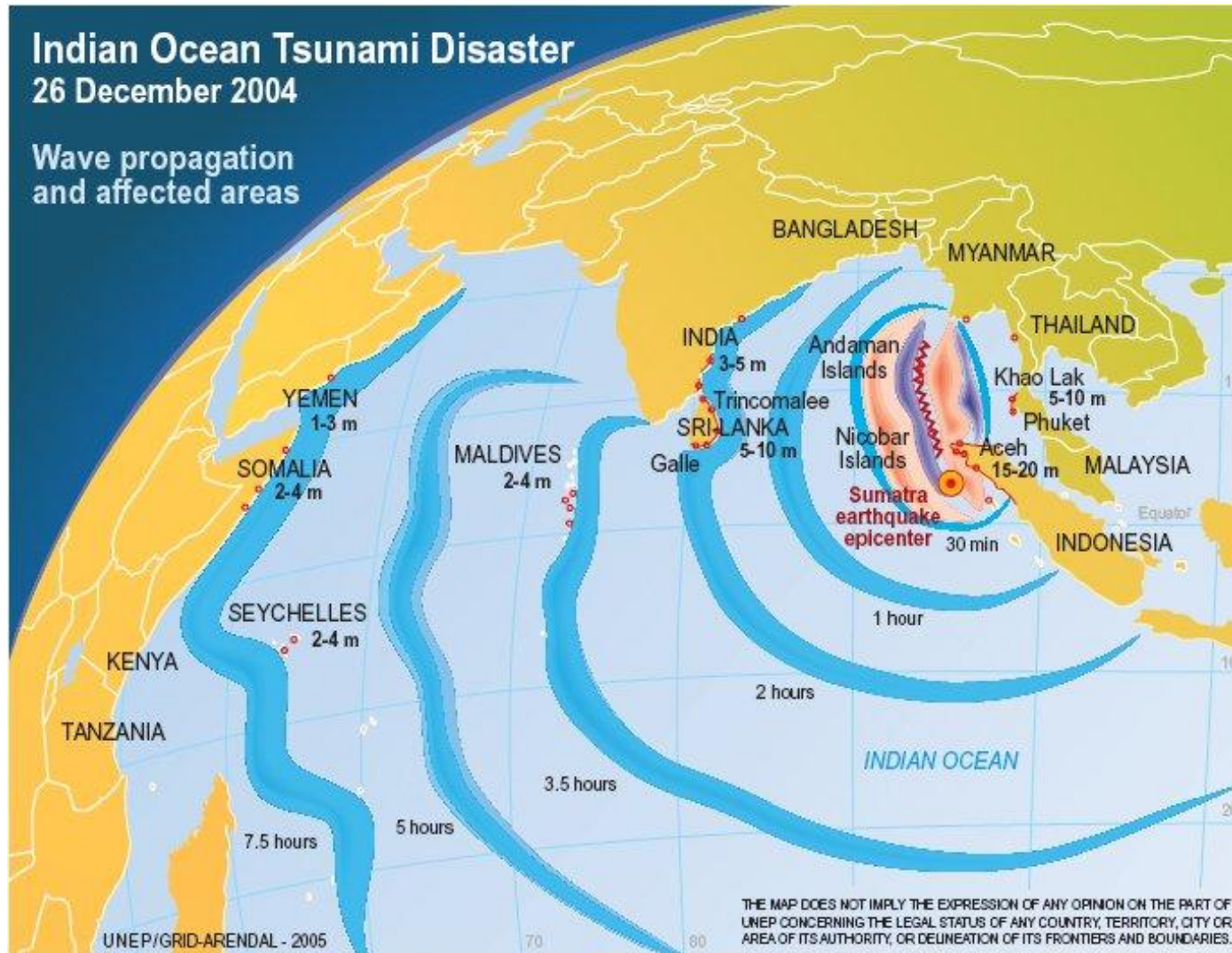
Нанесен урон большому количеству стран Юго-Восточной Азии, таких как Индонезия, Шри-Ланка, Таиланд, Мальдивы, Сомали, Мьянма, Малазия и так далее

Сообщаемое количество жертв от землетрясения, цунами и последующего наводнения оценивается примерно **в 235 тыс. чел.,** десятки тысяч пропали без вести, более чем миллион человек остались без крыши над головой.

Погибло **свыше 9000 иностранных туристов,** особенно это коснулось туристов из стран Скандинавии.

Социально-экономическое состояние региона мгновенно ухудшилось. Страны охватил голод и болезни (холера, тиф и дизентерия). **Не лишено оснований предположение о том, что еще 300 000 человек погибли в последующий год после цунами.**

Время распространения волны цунами



⚡ The aftershock zone Sumatra-Nicobar ◀ High water level ▶ Low water level ● Major tsunami-affected areas 1-2 m - wave height

Последствия цунами



Побережье Индонезии, до цунами и после.

January 10, 2003



Aceh, Sumatra, Indonesia

December 29, 2004



AP



Последствия цунами 2004 г., Тайланд

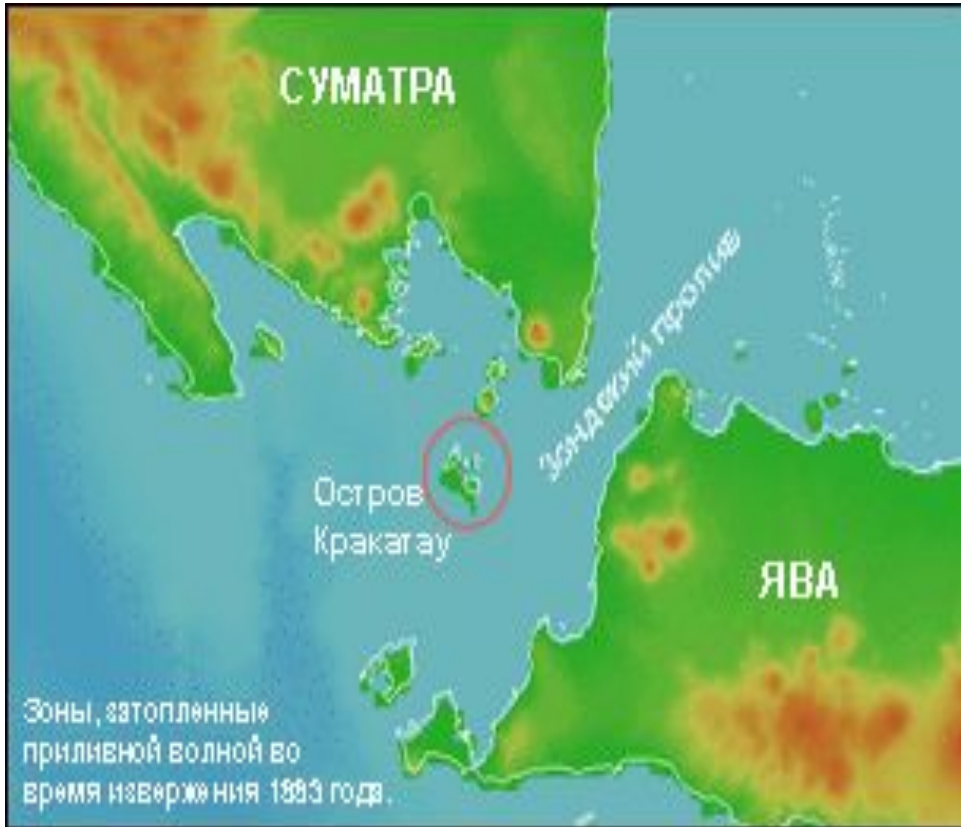
Последствие цунами в Японии 2011г.



2. Цунами, вызываемое вулканами

- В 1883 году в результате серии вулканических извержений вулкана Кракатау в Индонезии образовались мощные волны цунами.
- Налетев на острова Ява и Суматра, эти волны смыли более 5000 лодок и просто смели много мелких островов.
- Волны высотой с 12-этажный дом снесли с лица земли около 300 деревень и вызвали гибель более 36 000 людей.
- Оценено, что сейсмические волны обошли два или три раза вокруг Земли.

Извержение вулканов



Взрыв вулкана Кракатау
и последующие за этим
цунами
26 августа 1883г. унесли
жизни 36 тыс. человек

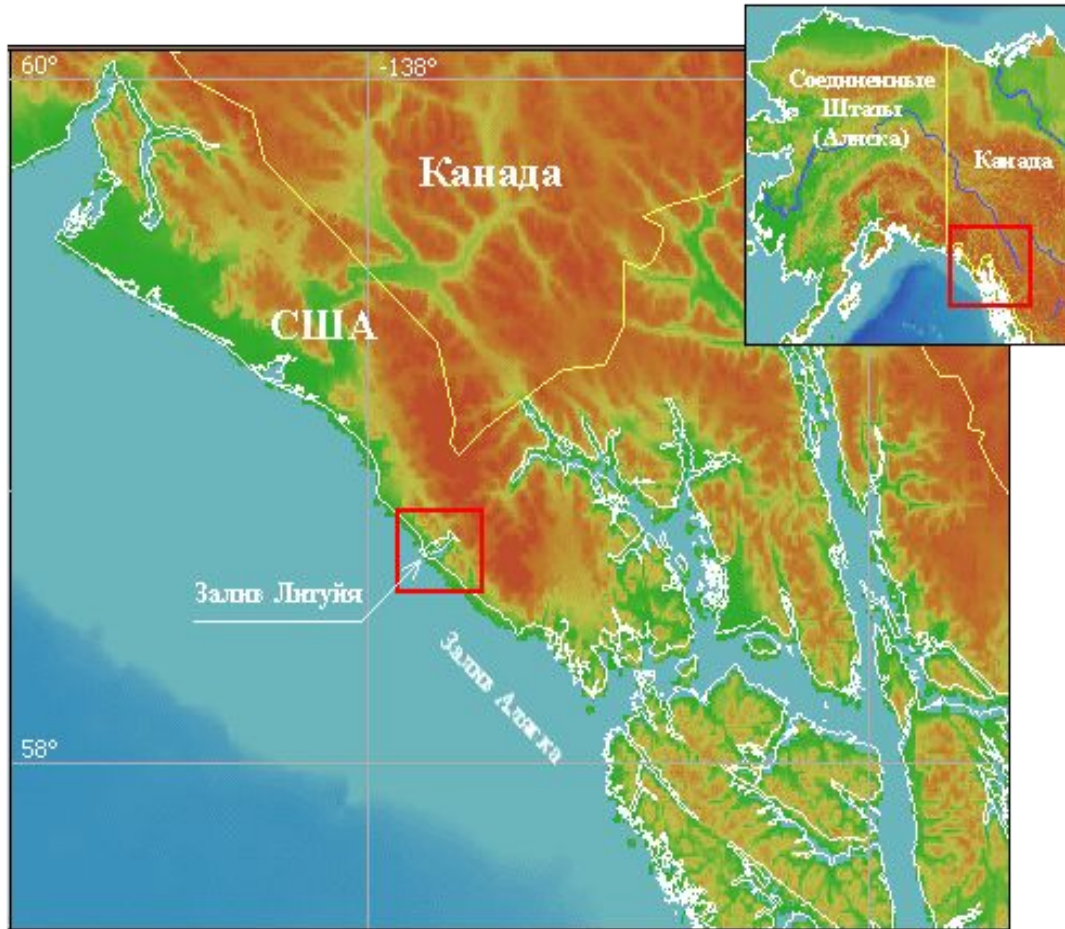
3. Цунами, вызываемое оползнем/обвалом

- В 1958 году в заливе Литуйя на Аляске произошел обвал, и около 81 миллиона тонн льда и твердой породы обрушилось в море. После обвала образовалось цунами, которое с большой скоростью распространилось по заливу.
- Волны достигали поразительной высоты 35 - 50 метров (это самая большая высота волн из всех зарегистрированных в истории цунами на побережье Аляски).
- Эти волны вырвали с корнем все деревья и кустарники на склонах.



Последствия цунами на
Аляске, 1958 год

Оползни и обвалы



Положение залива
Литуйя.
Аляска. 09.07. 1958 г.
Оползень горы
Фэйруэзер в 81 млн.
куб.м.
Высота волны 52 м.

4. Антропогенные причины цунами

- В 1946 году США произвели в морской лагуне глубиной 60 м подводный атомный взрыв с тротильным эквивалентом 20 тыс. тонн. Возникшая при этом волна на расстоянии 300 м от взрыва поднялась на высоту 28,6 м, а в 6,5 км от эпицентра ещё достигала 1,8 м.
- Для более дальнего распространения волны нужно вытеснить или поглотить значительный объём воды, поэтому цунами от подводных оползней и взрывов всегда несут локальный характер.
- В настоящее время любые подводные испытания атомного оружия запрещены серией международных договоров.



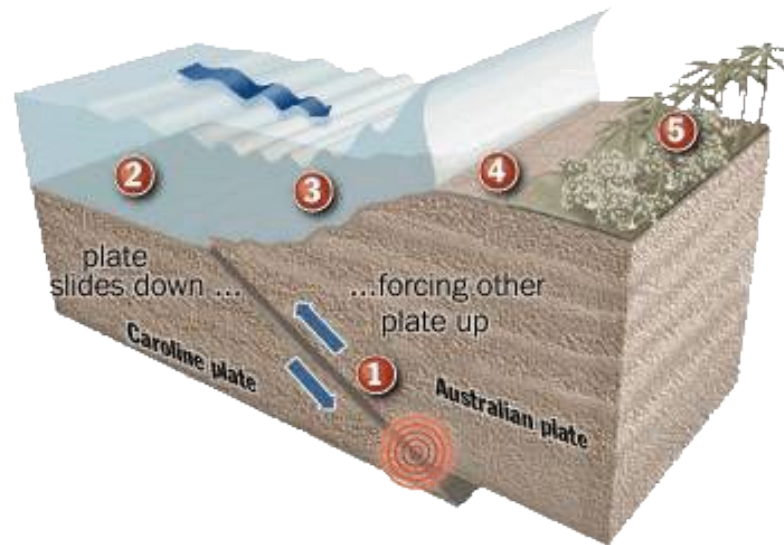
**5. Падение
метеорита
может также
вызвать
цунами**

Признаки появления цунами

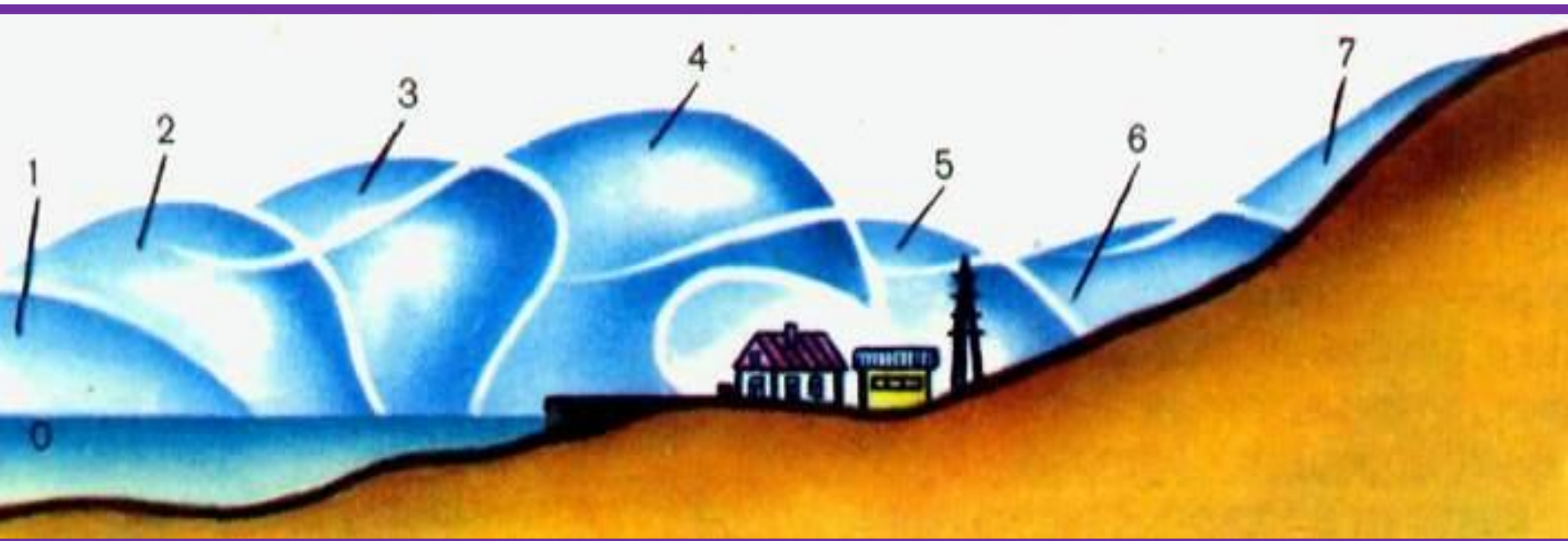
- **Внезапный быстрый отход** воды от берега на значительное расстояние и осушение дна.
- Чем дальше отступило море, тем выше могут быть волны цунами. В случае **телецунами** (глобальных цунами) волна обычно подходит без отступления воды.
- **Землетрясение**. Эпицентр землетрясения находится, как правило, в океане. На берегу землетрясение обычно гораздо слабее, а часто его нет вообще. Если ощущается землетрясение, то лучше уйти дальше от берега и при этом забраться на холм.
- **Необычный дрейф льда и других плавающих предметов**
- Громадные взбросы у кромок неподвижного льда и рифов, образование толчеи, течений.

ГЕНЕРАЦИЯ ЦУНАМИ

Наиболее часто и наиболее сильные цунами образуются во время резкого вертикального движения горных пород вдоль разлома при сильном землетрясении (*свыше 7 баллов*)



Образование цунами при вертикальном движении океанического
дна



Изменение профиля волны цунами на последнем этапе.

0 - уровень спокойного моря, 1- 7 последовательные профили волны, обрушивающиеся на берег и выбрасывающей на него огромные массы воды.

Параметры волны:

Высота морской волны - расстояние по вертикали между гребнем и подошвой волны.

Непосредственно над очагом возникновения цунами высота волны составляет от 0,1 до 5 м.

Конечная высота волны зависит от:

- ▣ рельефа дна океана;
- ▣ контура и рельефа берега.

Длина морской волны - расстояние по горизонтали между двумя вершинами или подошвами смежных волн. Длина волны может составлять от 150 до 300 м.

Этапы жизни волны:

Первый этап — зарождение волны.

Второй этап — движение волны по океану.

Третий — взаимодействие волны с прибрежной зоной.

Четвертый — обрушивание гребня волны на береговую полосу, перемещение водных масс над сушей.

Параметры волны:

- **Скорость волны** увеличивается глубиной океана возрастает. Пересекая Тихий океан, где средняя глубина около 4 км цунами движется со **скоростью 650-800 км/ч**;
- При прохождении глубоководных желобов скорость увеличивается **до 1000 км/ч**;
- При подходе к берегам быстро падает и составляет на глубине 100 м около **100 км/ч**.



Интенсивность цунами

Существует специальная шкала магнитуд цунами, которые определяются подобно магнитудам землетрясений.

С увеличением глубины очага землетрясений величина цунами убывает. При этом предел магнитуды землетрясения, вызывающей катастрофическое цунами, можно определить по формуле

$$M = 7,7 + 0,008 h,$$

где h — глубина очага землетрясения, км.

Наиболее сильные цунами вызываются мелкофокусные землетрясения с глубиной очага около 30 км

Магнитуда цунами

**Магнитуда и высота головной волны цунами
(по Болту Б. А. и др., 1978)**

Магнитуда землетрясения	Магнитуда цунами	Максимальная высота головной волны цунами, м
6.0	Незначительная	—
6.5	- 1	0.5—0.75
7.0	0	1.0—1.5
7.5	1	2.0—3.0
8.0	2	4.0—6.0
8.5	3	8.0—12.0

Интенсивность цунами зависит от длины, высоты и фазовой скорости движения волны набега. Энергия цунами обычно составляет от 1 до 10% от энергии вызвавшего его землетрясения.

Интенсивность цунами - характеристика энергетического воздействия цунами на берег, оцениваемая по условной шестибальной шкале:

- 1 балл** - очень слабое цунами. Волна отмечается (регистрируется) только мореографами
- 2 балла** - слабое цунами. Может затопить плоское побережье. Его замечают лишь специалисты.
- 3 балла** - среднее цунами. Отмечается всеми. Плоское побережье затоплено, легкие суда могут быть выброшены на берег. Портовые сооружения подвергаются слабым разрушениям.



4 балла - сильное цунами. Побережье затоплено. Жертвы. Прибрежные постройки повреждены. Крупные парусные и небольшие моторные суда выброшены на сушу, а затем снова смыты в море.

5 баллов - очень сильное цунами. Приморские территории затоплены. Волноломы и молы сильно повреждены. Крупные суда выброшены на берег. Ущерб велик и во внутренних частях побережья. Здания и сооружения имеют разрушения разной степени сложности в зависимости от удаленности от берега. Все кругом усеяно обломками. Имеются человеческие жертвы.

6 баллов - катастрофическое цунами. Полное опустошение побережья и приморских территорий. Суша затоплена на значительное расстояние вглубь от берега моря.

Поражающие факторы цунами при воздействии на территорию:

- Ударная волна (гидравлический удар);
- Размывание и абразия;
- Затопление;
- Аккумулятивные наносы



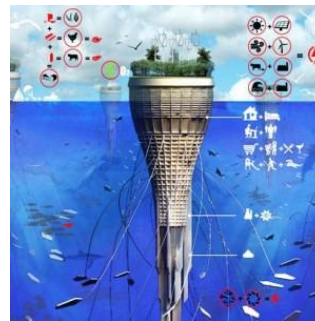
Поражающие факторы для людей:

- гидродинамические и гидростатические эффекты волн,
- механические воздействия разрушающимися конструкциями,
- переохлаждение тела,
- повышенная влажность воздуха,
- психоэмоциональный стресс.

Отмечается повышенная общая и инфекционная заболеваемость, пневмония, обострение астмы, язвы и сердечно-сосудистых заболеваний.

ЗАЩИТА ОТ ЦУНАМИ

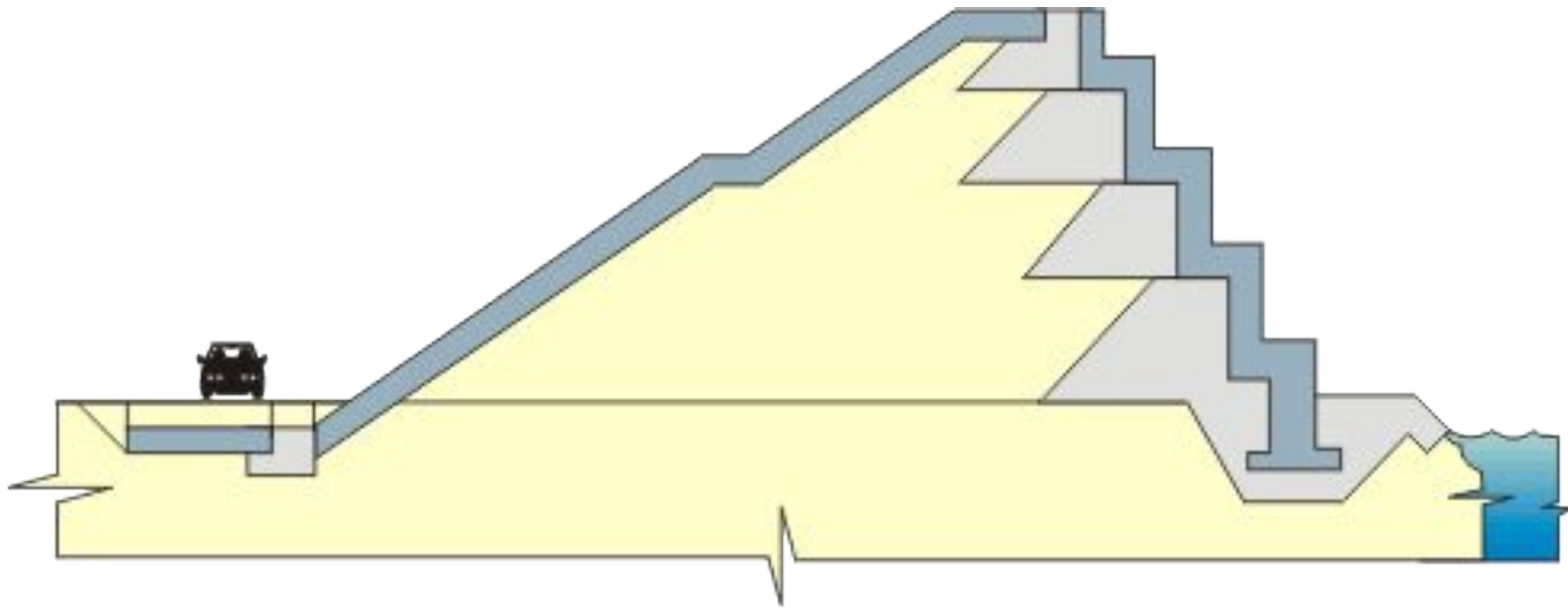
- Невозможно полностью защитить какой-либо берег от разрушительной силы цунами. Во многих странах пытались строить молы и волноломы, дамбы и другие сооружения с целью ослабить силу воздействия цунами и уменьшить высоту волн.
- В Японии инженеры построили широкие набережные для защиты портов и волноломы перед входами в гавани, чтобы сузить эти входы и отвести или уменьшить энергию мощных волн.



ЗАЩИТА ОТ ЦУНАМИ

- Но ни один тип защитных сооружений не смог предоставить стопроцентную защиту низко расположенных побережий. Фактически барьеры иногда могут только усилить разрушения, если волны цунами пробьют брешь в них, с силой бросая на дома и другие сооружения куски бетона, как снаряды.
- В некоторых случаях деревья могут предоставить защиту от волн цунами. Рощи деревьев сами по себе или в дополнение к береговым защитным сооружениям могут гасить энергию цунами и уменьшить высоту волн цунами.

ЗАЩИТА ПОБЕРЕЖИЙ



**Волнолом для защиты низко
расположенных побережий**

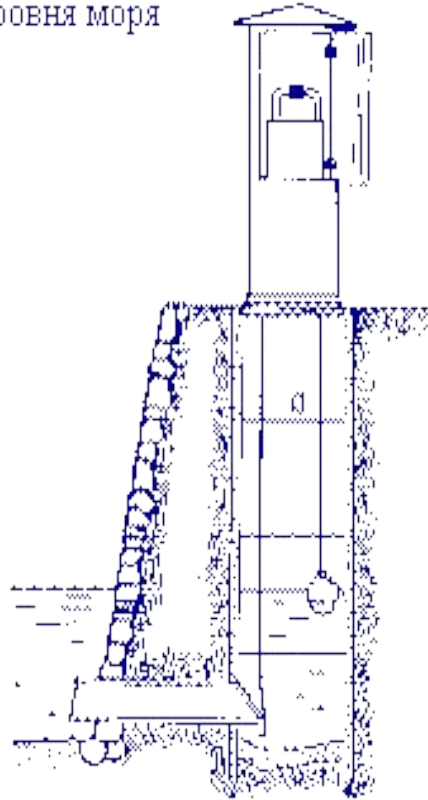
Система предупреждения о цунами

- Основной целью **Системы предупреждения о цунами в Тихоокеанском регионе** является обнаружение и привязка зон сильных землетрясений в регионе, определение их связи с образованием цунами в прошлом, предоставление своевременной информации и предупреждение населения с целью уменьшения опасности, особенно с точки зрения угрозы человеческой жизни.
- **Система предупреждения о цунами** - это международная программа, требующая участия многих служб, которые занимаются вопросами сейсмичности, приливных явлений, связи и распространения информации в различных странах Тихоокеанского региона.

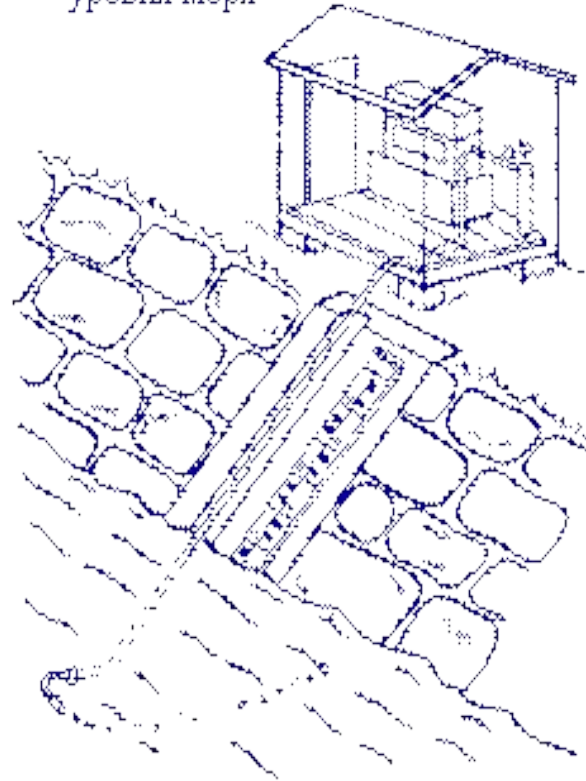
Система предупреждения о цунами

- Административно **25 стран-участниц**, включая Россию, объединены в рамках Международной океанографической комиссии как члены Международной координационной группы по Системе предупреждения о цунами в Тихоокеанском регионе (ICG/ITSU).
- **Центр предупреждения о цунами в Тихоокеанском регионе (PTWC = ТЦПЦ)** собирает и производит оценку данных, предоставляемых странами-участницами, и издает соответствующие информационные бюллетени для всех участников о сильных землетрясениях и возможной или подтвержденной вероятности образования цунами.

Поплавковый самописец
уровня моря



Пневматический самописец
уровня моря



Самописцы уровня моря
(мареографы)



Сейсмические станции и станции наблюдения за приливами. Системы предупреждения о цунами в Тихоокеанском регионе

Вопросы по теме «Землетрясения»

1. Что такое землетрясение?
2. Что такое очаг землетрясения? Что такое эпицентр и гипоцентр?
3. Какими параметрами характеризуется землетрясения?
4. Что может быть предвестником землетрясения?
5. Механизмы землетрясений. Основные модели.
6. Виды сейсмических волн.
7. Шкала интенсивности землетрясений. Изосейсты.
8. Что такое магнитуда землетрясения. Шкала Рихтера.
9. Географическое распределение и причины землетрясений.
10. Особенности тектонических землетрясений.
11. Поражающие факторы при землетрясении.

Вопросы по теме «Цунами»

1. Что такое цунами?
2. Признаки появления цунами.
3. Чем может быть вызвано цунами?
4. Цунами, вызванные землетрясением.
5. Цунами, вызванные вулканической деятельностью.
6. Цунами, вызванные оползнями, обвалами, антропогенными причинами.
7. Параметры волны цунами.
8. Этапы жизни волны цунами.
9. Поражающие факторы при цунами.
10. Интенсивность и магнитуда цунами.
11. Защита от цунами. Система предупреждения при цунами.