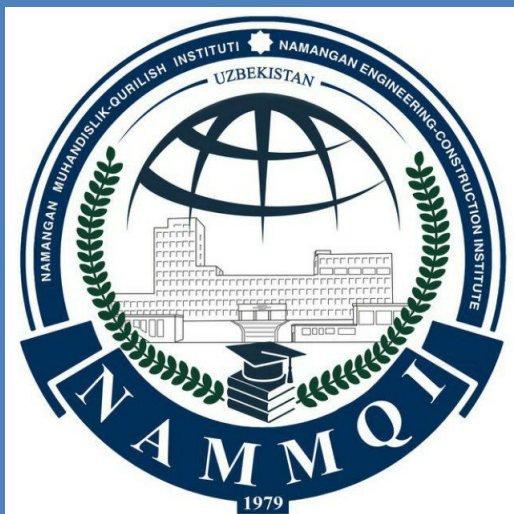


Министерство высшего и среднего специального образования
Республики Узбекистан

Наманганский Инженерно - Строительный
Институт



Ходжиев Н.Р..
к.т.н., доцент кафедры «Строительство
зданий и сооружений» НИСИ

**“Сейсмостойкость зданий и
сооружений”**

Лекция № 2
**Землетрясения и их влияние на здания и
сооружения.**

Наманган -2022

План

- 1. Землетрясения. Причины землетрясения.**
- 2. Основные характеристики землетрясения.**

Earthquakes and their impact on buildings and structures.

Plan

- 1. Earthquake. Causes of the earthquake.
The main characteristics of the earthquake.**

1. Землетрясения. Причины землетрясения.

Землетрясения являются одним из стихийных бедствий, которые преследуют человечество с первобытной эпохи. Поэтому в народе существует множество мифов о землетрясениях. Легенды интерпретируют причины землетрясения в зависимости от божественных сил, судьбы человечества и великих животных.

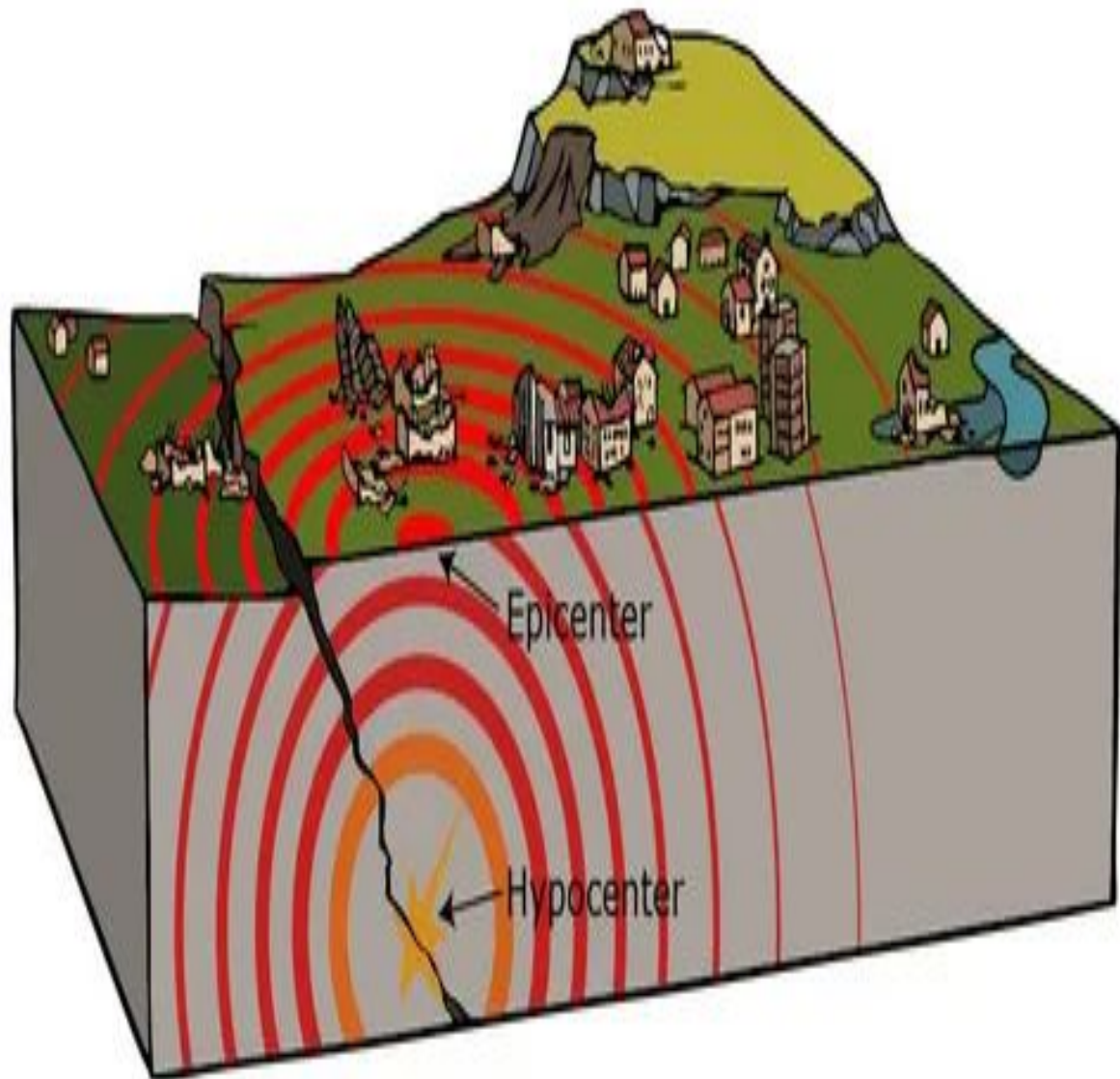
1. Землетрясения. Причины землетрясения.

Существует множество легенд о возникновении планеты Земля.

Их объединяет утверждение, что Земля создана мифическими героями или богами.



1. Землетрясения. Причины землетрясения.



ех по
тем
о
зднес
ном.
1500

Причины землетрясения.

– В древности, однако, хорошо образованные интеллектуалы стремились объяснить причины землетрясения в зависимости от полюсов природы. Абу Али ибн Сино (980-1037), великий ученый, попытался объяснить причины землетрясения на Ближнем Востоке на научной основе в своей знаменитой книге «Аш-Шифо». Абу Райхан Берea (972-1048 г. до н.С н.э.) также был благословлен крепостью для изучения землетрясения. Хотя эти действия сильно отличались от современных представлений о причинах землетрясения, они были смелым шагом к легендарным концепциям.

Чтобы получить полное представление о причинах землетрясения и природе, необходимо знать внутреннее строение земной коры и геологические процессы, которые происходят на Земле. На следующем изображении изображена схема позиционирования слоев земной коры и сдвиг земной коры.

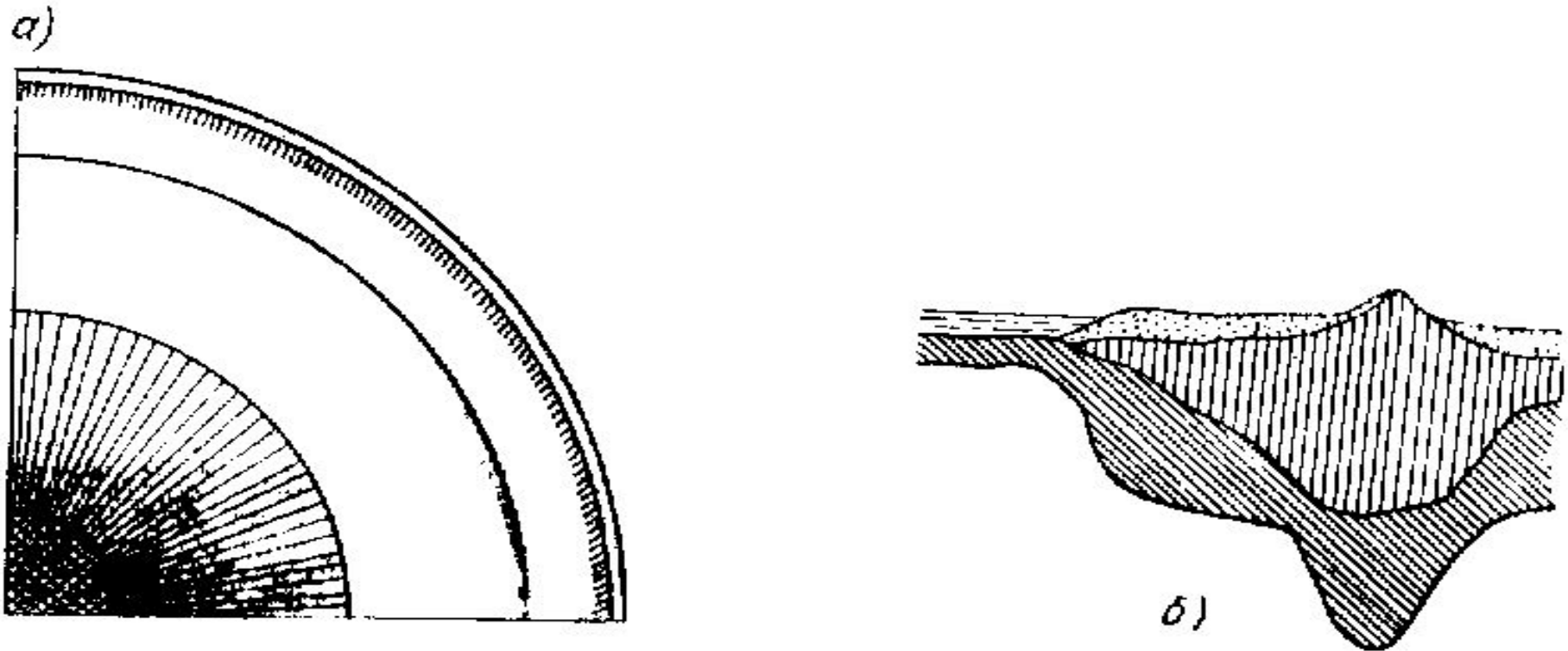


Рисунок 1. Схема позиционирования а) слоя земной коры и сдвига земной коры (б)

Земная кора состоит из нескольких слоев, а самый верхний слой называется оболочкой. Оболочка, в свою очередь, состоит из нескольких слоев: осадочного слоя толщиной в несколько километров; слой гранита под ним (этот слой в некоторых местах достигает поверхности земной коры); Под слоем гранита находится базальтовый слой толщиной 20-30 км. Подстилающая часть оболочки (состоящая из двух слоев) называется мантией. Граница между раковиной и верхней мантией называется задней частью Моксоровича. Более глубокий слой, чем нижележащая мантия, называется ядром, верхняя часть которого, как полагают, состоит из

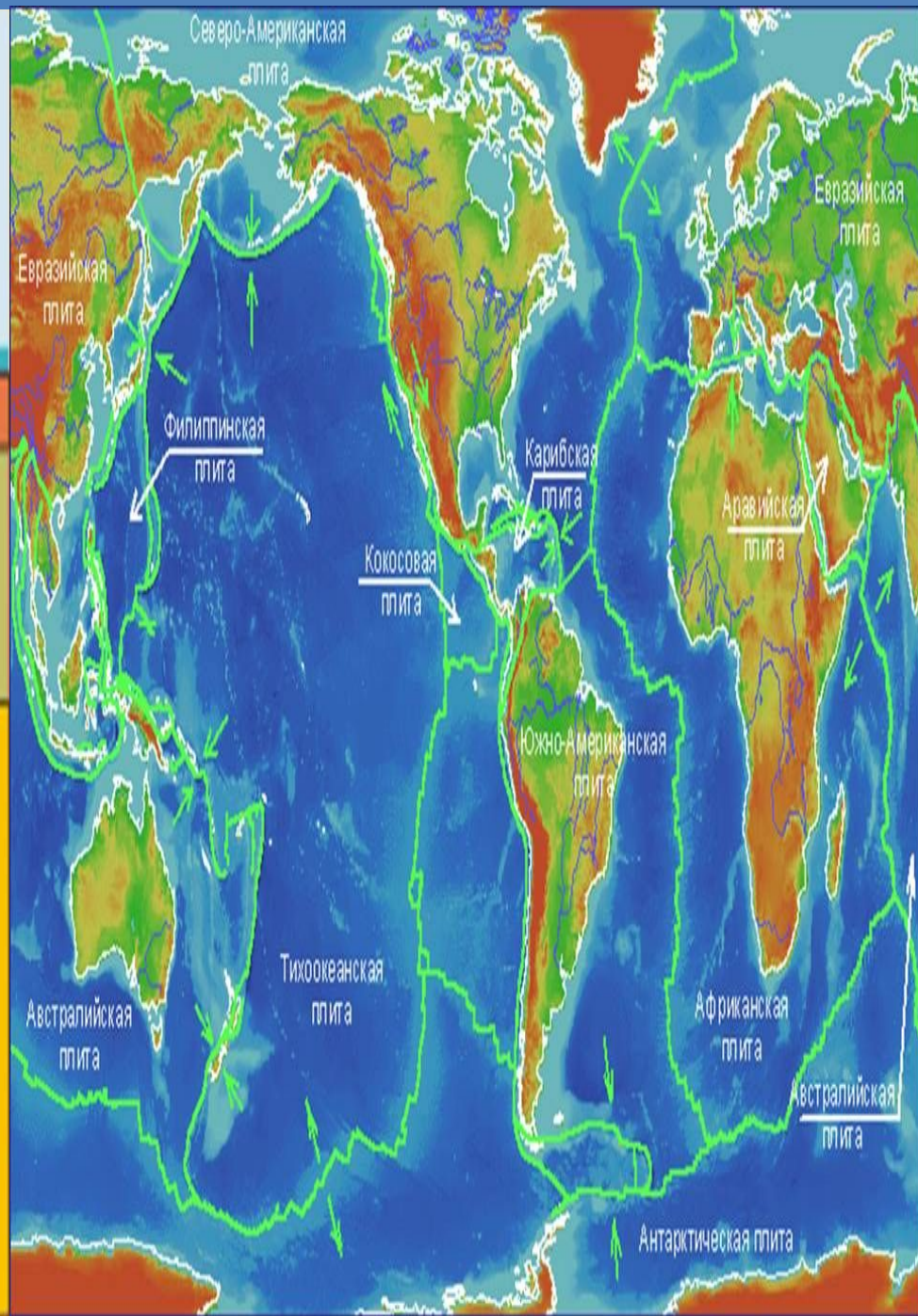
ОКЕАНИЧЕСКАЯ КОРА

Материковая кора

Литосфера

Астеносфера

ПЛИТА



Научные наблюдения, проведенные на поверхности Земли, показали, что земная поверхность находится в постоянном, но очень медленном движении: некоторые участки оболочки поднимаются, часть ее грунта уменьшается. Некоторые области, с другой стороны, перемещаются горизонтально. Такое движение земной коры называется тектоническим движением. В большинстве частей земной коры есть трещины, называемые геологическими разломами. Разрыв пласта вызван влиянием сил сжатия, растяжения или смещения.

Когда речь заходит о причинах землетрясений, большинство сейсмологов признают теорию упругой релаксации или упругой отдачи.

Г.Ф. Рид разработал этот гипотезис в результате всестороннего анализа сдвига поперечного сечения, который простирался на 300-400 км вдоль гигантского разрыва Сан-Андреса в 1906 году, когда мощное землетрясение поразило Сан-Франциско. Его теория основана на внезапной пустоте упругой энергии деформации. Это можно объяснить следующим примером.

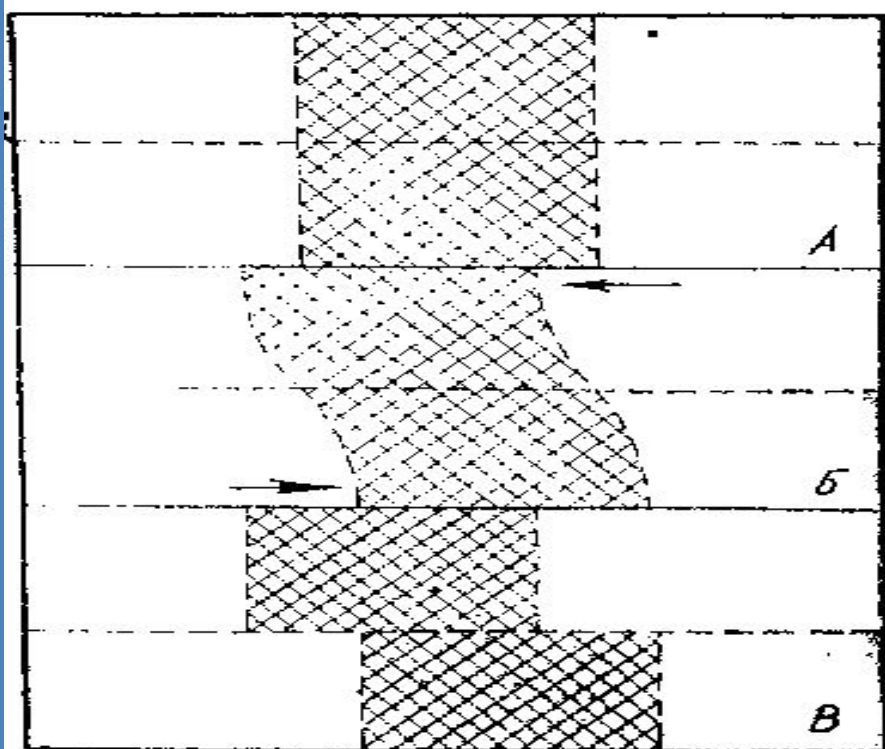


Рисунок 2.

Диаграмма теории упругой отдачи от причины землетрясения

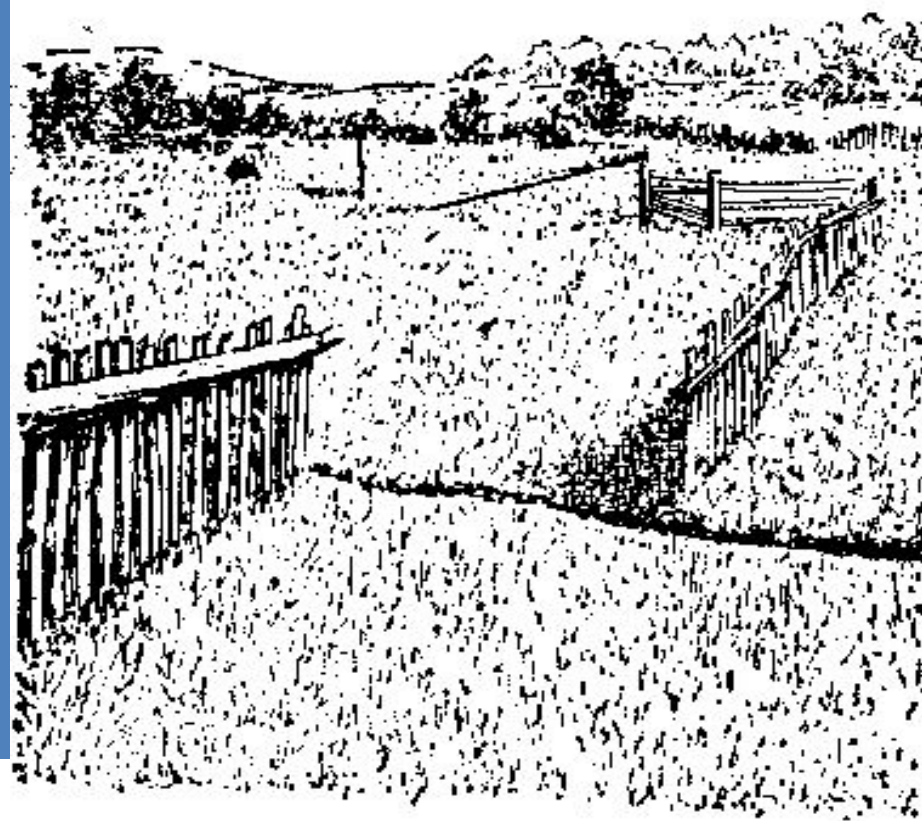
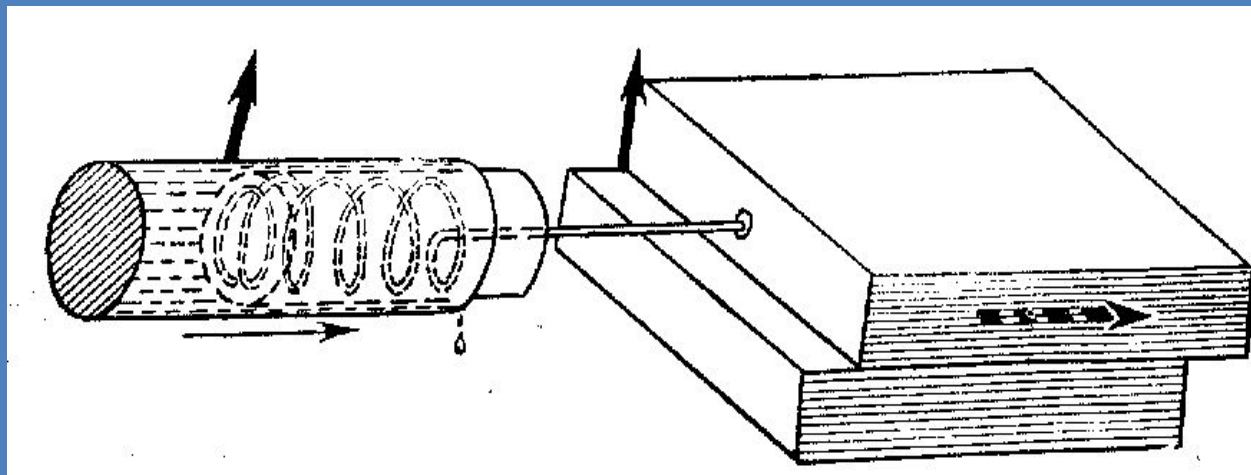


Рисунок 3.

Смещение сетчатой стены вдоль фрка Сан-Андреас

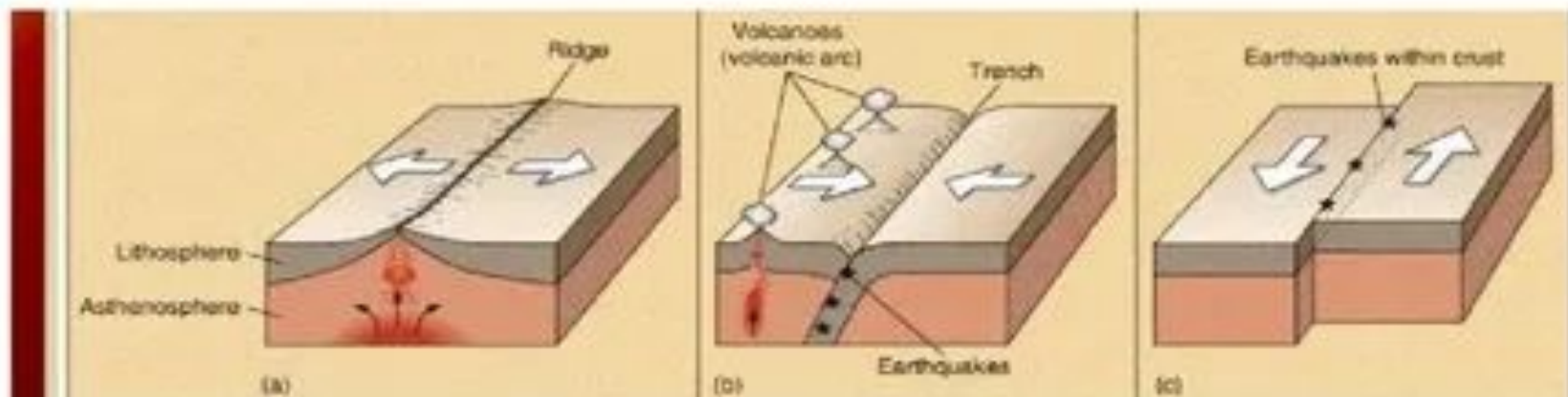
Zilzila manbai mexanikasi haqida yanada chuqurroq tasavvur xosil qilish maqsadida quyidagi kichik tajriba bilan tanishib o'tamiz. Oddiy shisha probirka olib, uning ichiga uchi chiqib turadigan qilib spiral prujina joylaymiz (4-rasm). Diametri bir oz kattaroq uzunroq bo'lgan boshqa probirkaga yopishqoq suyuqlik, masalan, moy quyamiz. Prujinali probirkani tub tomoni bilan moyli probirkaga tushiramiz, bunda moyning yarmi probirkadan oqib tushadi. Shunday qilib, bo'lajak zilzila atrofida joylashgan tog' jinrlarining oddiy modeliga ega bo'lamiz. Manbaaning modelini hosil qilish uchun ikkita yog'och taxtachani ustma-ust qo'yamiz. Taxtachalarning bir-biriga tegib turgan sirti geologik siniq rolini o'ynaydi. Yer qobig'ida hosil bo'ladigan kuchlarni qo'limiz bilan hosil qilamiz.



4-rasm. Zilzila manbai mexanikasiga doir tajriba

Держа внешний зонд, кладем выходной конец чернослива на боковую часть верхней доски и стараемся плавно его перемещать. Однако плата не движется плавно, и хотя внешний зонд движется в сторону доски, плата не движется в течение некоторого времени. Однако можно наблюдать усадку чернослива и постепенные утечки масла между стенками двух зондов. Таким образом, упругое напряжение (усадочный чернослив) и пластическая деформация (проникновение небольшого зонда) накапливаются в горных хребтах.

Сопротивление платы облегчается силами трения. Однако, когда чернослив сжимается и накапливает достаточную упругую силу, чтобы преодолеть силы трения между досками, верхняя доска мгновенно перемещается на небольшое расстояние, что означает, что происходит «землетрясение». Чернослив частично (неполностью!) расширяется, а напряжение в руке уменьшается. Под давлением поток масла останавливается на некоторое время.



Границы литосферных плит



по У. Гамильтону (с небольшими изменениями)

- зоны спрединга (средне-океанические хребты):

- зоны интенсивного разломобразования на континентальной коре:

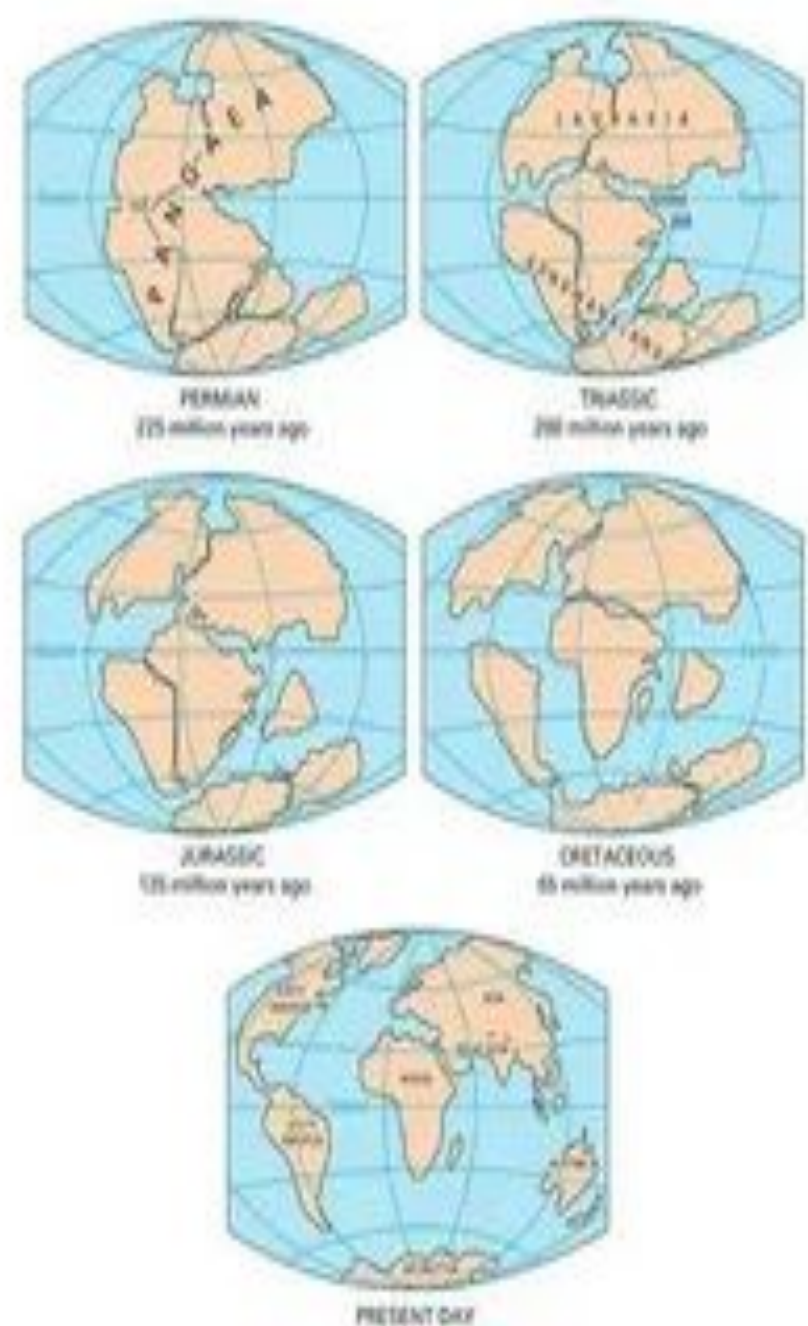
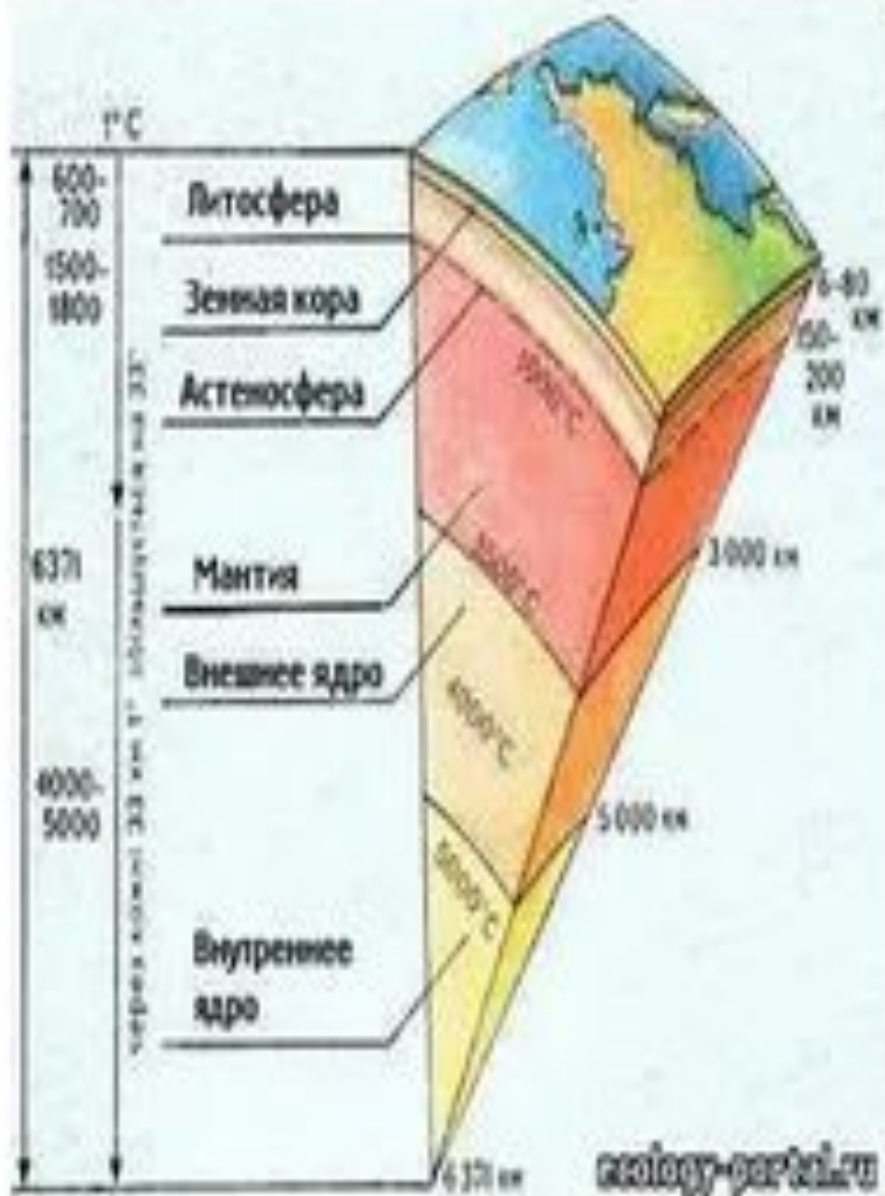
- зоны субдукции (глубоководные желоба):

- зоны столкновения континентов:

- трансформные границы:

а) б) - континентальная кора (а - суша; б - шельфы):

океаническая кора



Место, где происходит разрыв, называется **гипоцентром** или очагом землетрясения. Земная поверхностная проекция гипотезы была названа **эпицентром**. Повторяющиеся землетрясения называются **афтершоками**. Причины возникновения афтершоков в точности схожи с основной тряской. Межмолекулярная сила от всех этих нитей больше, чем тело геккона, простирающееся до горизонта. Оставшаяся неиспользованная часть энергии генерирует напряжения в новых соединениях, а через некоторое время соединения не выдерживают, происходит новое отключение, происходит новое встряхивание. Сила тряски на этот раз будет слабее, чем при главном землетрясении. Однако существуют и **афтершоки**, которые

Перед главным землетрясением происходит слабый подземный толчок, называемый **форшок**. В результате повышение уровня моря из-за талой воды может означать катастрофу для сотен миллионов людей.

Поскольку землетрясения, которые мы видели, зависят от тектонического поведения земной коры, они называются тектоническими землетрясениями. Эта группа землетрясений распространена и является наиболее опасной для зданий и сооружений. Две другие группы землетрясений связаны с извержениями вулканов и карстовым событием. Они менее распространены в природе чем в первом и



Рис. 2.10. Схема образования оползня



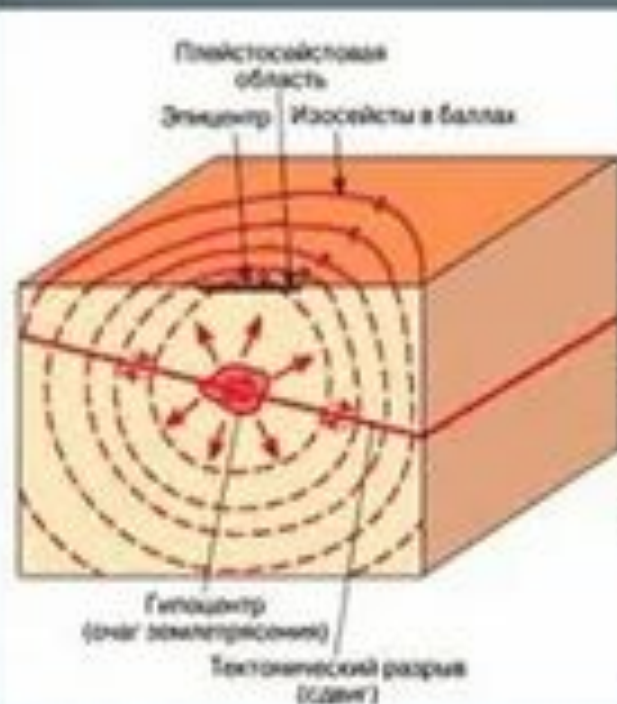
facte:ru



В зависимости от глубины расположения источника землетрясений, они делятся на следующие типы. Если источник находится на глубине до 70 км, это называется **нормальными землетрясениями**. Большинство источников расположены на этой границе. Землетрясения глубиной более 300 км образуют **глубоко фокусированные землетрясения**. Такие землетрясения редки, происходят в основном в океанских глубинах; характеризуется силой энергии. Глубина источника **промежуточных землетрясений** составляет 70-300 км. Источник карпатских землетрясений лежит именно на этой глубине.

Критерии, определяющие характер землетрясения

1. Глубина очага (гипоцентра) - 20-30 км; отдельные 300-700 км.
Участок земной поверхности, расположенный над гипоцентром, называется эпицентром



Землетрясения – это сильные подземные толчки и колебания земной поверхности, возникающие в результате внезапных смещений и разрывов земной коры или верхней части мантии и передающиеся на большие расстояния в виде упругих колебаний.

Причины возникновения

Тектонические явления;
Метеоритные, техногенные, обвальные, вулканические

По статистике в мире происходит в среднем в год:

1 землетрясение катастрофической степени (8);
18 землетрясений «очень сильные» (7-7,9);
120 «сильных» землетрясений (6-6,9);
800 «умеренных» колебаний почвы (5-5,9);
6 200 легких землетрясений (4-4,9);
50 тысяч «слабых» (3-3,9).

В 2011 году – 11 землетрясений.

Происходит морское землетрясение в Тихом, Атлантическом и Индийском океанах. В высокогорьях на дне океана происходят тектонические движения, так как в горных районах на земле землетрясение, вызванное тектоническими движениями, порождает волны воды высотой до 20 м на поверхности океана. Такая волна моря упоминается в литературе как цунами (яп.). В момент цунами морская волна может достигать скорости 1,5 км кв. м, а скорость цунами может достигать 400-800 км в час. Длина длины волны моря в некоторых случаях составляет 200-300 км.

Несколько организаций, созданных на тихоокеанском побережье, регулярно следят за цунами. Если в океане произойдет цунами, о нем немедленно сообщат побережью и своевременно предупредят о стихийном бедствии. Борьба с цунами связана со строительством различных инженерных сооружений. К таким структурам относятся волново-возвратные стенки, волно-охлаждающие пучки.





Наклон Земли также не позволяет нам стать слишком экстремальными, чтобы мы могли стоять. Только 100 из них обладают разрушительной силой. Они передают энергию на больших скоростях (до 13,4 км сек) на очень большие расстояния. Средняя продолжительность землетрясений составляет от 10 до 15 секунд, а самая высокая – 40-60 секунд. В этот период генерируется огромное количество энергии. Иногда его значение может быть в несколько тысяч раз больше, чем энергия, генерируемая при взрыве стандартной атомной бомбы.



Энергия землетрясения

Магнитуда землетрясения

$$M = Lg \frac{a}{T} + F$$

Энергия землетрясения

$$LgE = 4 + 1.6 \cdot M$$

Энергия, 10^{11} Дж



Дата	Место	Количество жертв, тыс. чел.	Магнитуда
22.05.1927	Кхининг, Китай	200	8.3
28.12.1908	Мессина, Италия	100	7.5
1.10.1755	Лиссабон, Португалия	70	8.7
31.05.1970	Перу	66	7.8

Самые разрушительные землетрясения

2. Основные характеристики землетрясения.

Для инженера-строителя важна сила землетрясения на Земле. Поэтому эксперты давно заинтригованы этим вопросом. До сих пор около 50 сейсмических шкал были разработаны разными авторами в разных странах. На всех весах сила землетрясений распределяется по баллам. Поскольку в первые дни, когда разрабатывались шкалы, не было измерительных приборов, сейсмические шкалы будут составлять на основе наблюдения и анализа последствий землетрясения. После создания приборов, измеряющих вибрации, были разработаны весы, которые бы делили их на ступени в зависимости от силы землетрясения.

10-балльная шкала Росси-Фореля (1883) и Меркалли-Канкани-Зибберг (1917) были одними из самых ранних шкал, распространенных в европейских странах. 12-балльная шкала до сих пор используется в некоторых странах. В США с 1931 года используется модифицированная (кратко ММ) шкала Меркалли. С 1931 по 1952 год в бывшем Союзе использовалась шкала, похожая на шкалу Меркалли-Канкани-Зибберга. С 1952 года используется шкала, рекомендованная Институтом физики Земли (EFI). В настоящее время в этой шкале разработан лойикс нового варианта.

Современные сейсмические масштабы используют признаки повреждения зданий и сооружений, остаточные деформации, изменения состояния поверхностных и подземных вод, изменения самого населения. Шкала EFI предусматривает использование как количественных, так и пояснительных показателей при оценке силы землетрясения. Сейсмометр СБМ, изобретенный российским ученым С.В. Медведевым, используется для оценки мощности землетрясения. Полученному эмбриону позволили развиваться в питательных веществах, а затем вставили в ее матку, где он имплантировался. В следующей таблице показана связь между маятником сдвига X_0 и мячом:

Мощность землетрясения, баллы	1-4	5	6	7	8	9	10	11-12
X0, mm	0,5	0,5-1	1,1-2	2,1-4	4,1-8	8,1-16	16,1-32	>32

Поясняющий раздел шкалы ИФЗ определяет уровень повреждения и сноса зданий, в которых не применяются антиазисмические меры, т.е. степень повреждения или сноса здания в деталях.

Дополнительно отмечаются такие показатели, как остаточные деформации на поверхности земли (растрескивание, перемещение, падение), изменения уровня и количества воды, состояние людей и животных во время землетрясения, состояние домашних пазлов в зависимости от балла.

Для того чтобы создать более полную картину сейсмической шкалы, приведем комментарии, данные для одного шара, например, 8 шаров, по 12-балльной шкале ИФЗ.

Состояние зданий и сооружений. 8 баллов. Многие здания, построенные из сырцового кирпича на одном этаже, будут снесены, некоторые рухнут. Большинство зданий, построенных из обожженного кирпича, серьезно повреждены, некоторые снесены. Большинство зданий, восстановленных из дерева, слегка повреждены, многие серьезно повреждены.

На дорогах, где прикрепляются резка и почва, происходит небольшая миграция. В некоторых случаях черепахи отделяются от своего соединенного места. Памятники и монументы перемещаются. Каменные кирпичные стены снесены.

1. Остаточные условия в Грунте изменяют порядок грунтовых вод и подземных вод. 8 баллов. Трещины в ворчунах достигают нескольких сантиметров. Много трещин появляется на склонах гор и водно-болотных угодий. На горе стоят каменные цилиндры и обвалы. Вода в утробе матери мутная. Появляются заботы о пресной воде или исчезают старые. Меняется объем проточной воды, колодезных вод. Другие признаки. 8 баллов. Некоторые из подвесных фонарей повреждены. Мебель перемещается, частично разрушается. Легкие предметы прыгают и падают. Люди стоят на ногах некоторое время и стремятся выйти на улицу.

В новый вариант сейсмической шкалы YeFI внесен ряд изменений, благодаря чему шкала выглядит несколько удобной для использования. Например, уровень повреждения зданий расположен в следующем порядке:

- 1 незначительная травма □ Образование мелких трещин в стене, смещение мелких осколков из воды;**
- 2-средние повреждения □ образование трещин в стене, уход классов в панельные дроссели, смещение крупных кусков воды: растрескивание болот, частичное обрушение;**
- 3-я серьезная травма □ вскрытие больших трещин в стенах, образование крупных желез в панельных дросселях, падение болот;**
- 4 □ Снос □ обрушение внутренних стен, обрушение частей здания, разрыв связей между частями здания;**
- 5- обрушение □ Полный снос здания.**

Здания, где не используются антисейсмические мероприятия, распределены по следующим типам:

Разновидность скальных пород, сырцового кирпича, пакса огороженных зданий;

Тип Б - кирпич, здания, возведенные из натуральных и бетонных блоков;

Тип В представляет собой крупнопанельные, стальные и железные здания с синхронными, деревянными полами.

Помимо максимального смещения дрожжей SBM по новой шкале, будут учитываться скорость и ускорение вибрации Земли. Согласно новой сейсмической шкале, количественные показатели, показанные приборами при оценке мощности землетрясения, являются основными критериями. Если не указано иное, цитаты из Священного Писания взяты из современного Перевода Нового Мира степени бакалавра в области обучения.

Некоторые трудности возникают при оценке силы землетрясения на основе макросейсмических данных. Одна из таких трудностей заключается в зависимости уровня повреждений здания от качества строительных материалов и конструкций. Например, сейсмостойкость одних и тех же зданий с кирпичными стенами может варьироваться в зависимости от качества работ. Во-вторых, по масштабам характеристики разрушения помещений даются зданиям, построенным без мер по уничтожению. Таких зданий сейчас значительно меньше в городах, расположенных в сейсмических районах. Это старые здания с 1-2 этажами, которые уменьшаются по мере поступления на счет зданий, где были применены новые антиазимические меры. Это затрудняет использование экспланирующей части сейсмической шкалы. Ведется работа по дополнению проекта сейсмического масштаба, который отражает уровень повреждений современных зданий.

Мощность и энергия землетрясений

В случае землетрясения от источника отделяется огромное количество кинетической энергии. Количество энергии зависит от глубины, размера и состояния напряжения источника. (Матфея 24:14; 28:19, 20)

Магнитуда — это ничтожное число, которое означает количество сейсмической энергии, которая отделена от источника землетрясения. Магнитуда землетрясения определяется шкалой, составленной Чарльзом Рикстером, профессором Калифорнийского технологического института, в 1935 году. Термин величина происходит от астрономии, которая используется в астрономии в качестве указателя, оценивающего яркость звезд. В основе шкалы Рикстера лежит максимальная амплитуда сейсмических волн, регистрируемая с помощью сейсмических волн.

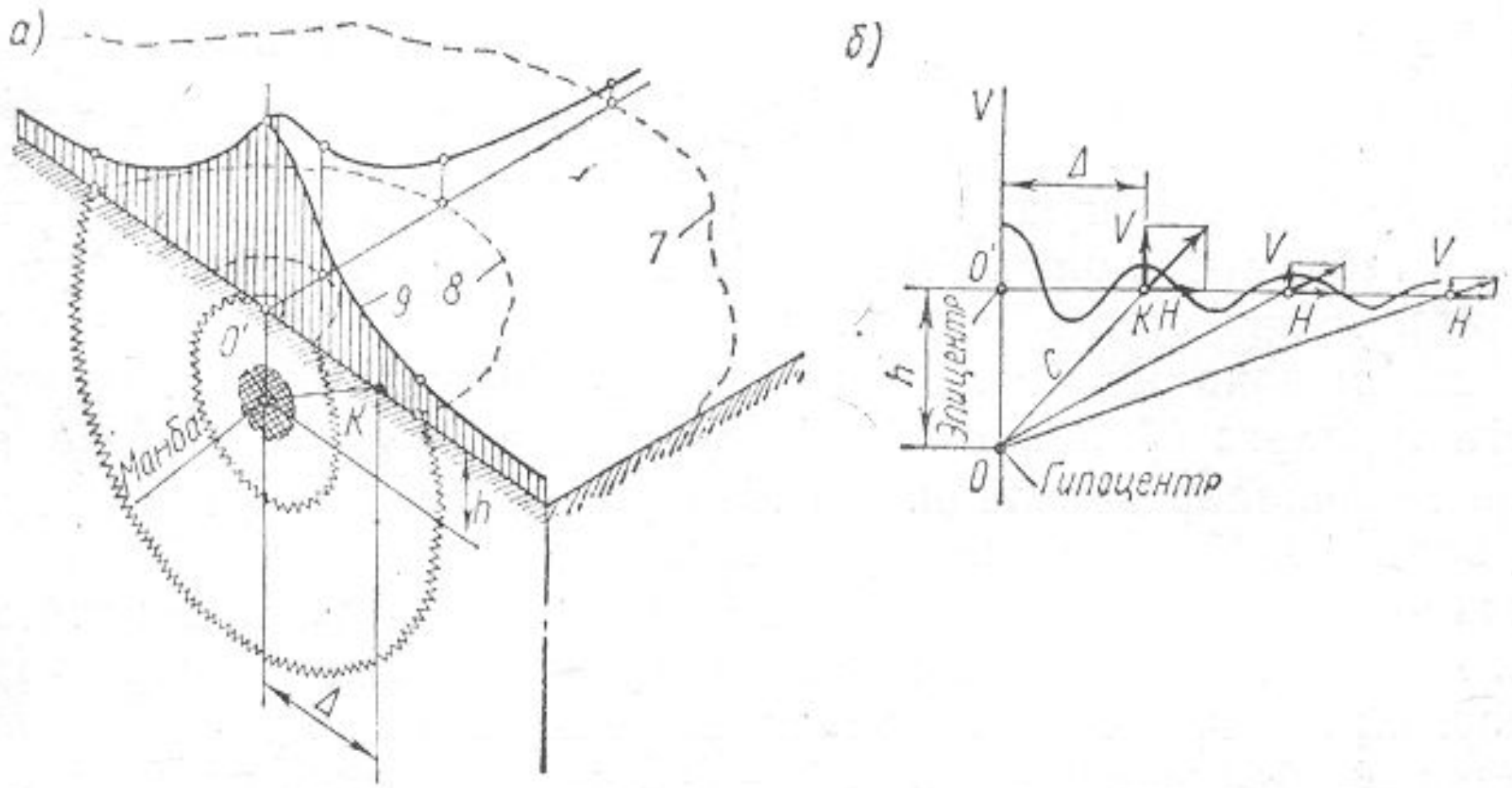
В 40-х годах нашего века американские ученые Ч. Рикстер и Б. Гутенберг рекомендовали следующую простую формулу для определения величины (M):

$$M = \lg A - \lg A_0 = \lg(A/A_0), \quad (6.1)$$

Здесь A_0 и A — максимальные амплитуды любой сейсмической длины волны, первая из которых измеряется записями, записанными в специальном инструменте на определенном расстоянии Δ (км) от эпицентра (6,5-ранг, а, б). При определении амплитуды поверхностных волн берется $\lg A_0 = -1,32\Delta$; тогда приведенная выше формула будет выглядеть следующим образом:

$$M = \lg A + 1,32\lg \Delta. \quad (6.2)$$

Эта формула позволяет определить магнитуду с помощью записи зафиксированных сдвигов на одной сейсмической станции, если расстояние эпицентра известно Δ .



**Рисунок 6.5. Распространение силы землетрясений на поверхности Земли:
 а – схема ареала источника; б – вдали от эпицентра изменение структуры движения желтка.**