

# ***Землетрясения***

Урок ОБЖ 7 класс



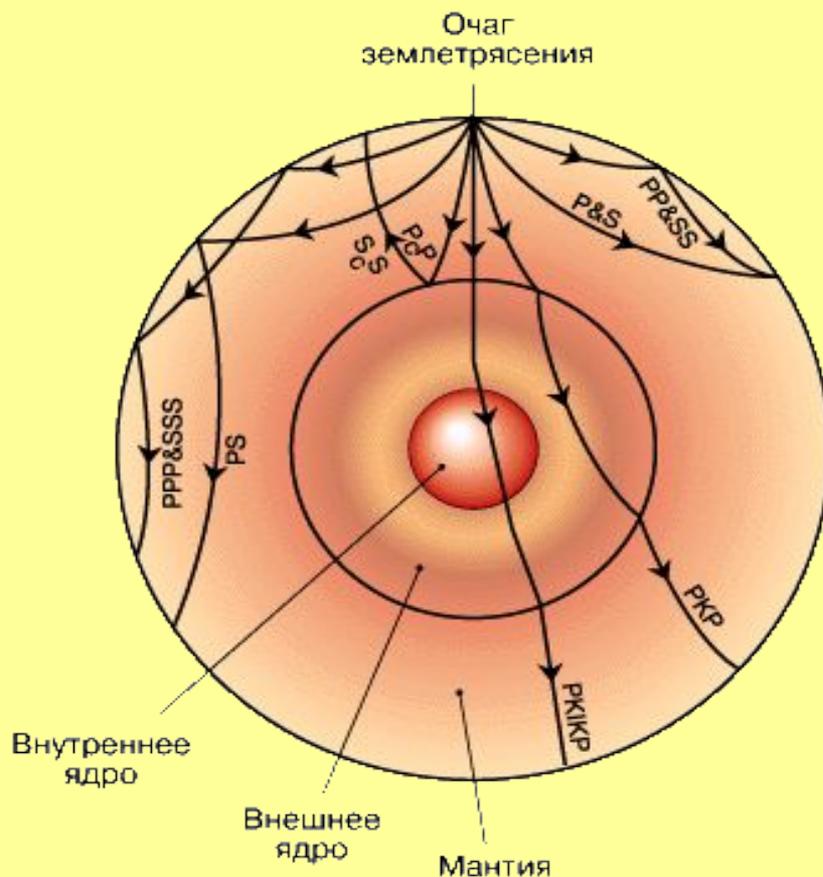
**ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЯ**, колебания Земли, вызванные внезапными изменениями в состоянии недр планеты. Эти колебания представляют собой упругие волны, распространяющиеся с высокой скоростью в толще горных пород.

- Наиболее сильные землетрясения иногда ощущаются на расстояниях более 1500 км от очага и могут быть зарегистрированы сейсмографами (специальными высокочувствительными приборами) даже в противоположном полушарии. Район, где зарождаются колебания называется очагом землетрясения, а его проекция на поверхность Земли – эпицентром землетрясения.
- Очаги большей части землетрясений лежат в земной коре на глубинах не более 16 км, однако в некоторых районах глубины очагов достигают 700 км. Ежедневно происходят тысячи землетрясений, но лишь немногие из них ощущаются человеком.

Виды	Причины возникновения
на большие расстояния	Причиной служат удары и взрывы метеоритов, астероидов и комет. Взрыв космических тел кроме сейсмических волн формирует также воздушные ударные волны, распространяющиеся на большие расстояния.
вулканические	Сейсмические волны возникают при извержении вулканов. Кроме сдвигов горных пород могут проявляться в виде воздушных ударных волн, образования крупных и мелких раскаленных обломков горных пород, вулканического пепла, потоков раскаленной лавы и удушливых вулканических газов.
обвальные	Причиной служит обрушение карстовых пустот или заброшенных рудников. При этом сейсмические волны имеют небольшую силу и распространяются на незначительные расстояния.
наведенные	Причина – последствия непродуманной инженерной деятельности человека. (Взрывы большой мощности, эксплуатация нефтяных или газовых месторождений и др.)
моретрясения	Причина – подводные или прибрежные тектонические и вулканические землетрясения, сопровождающиеся сдвигом вверх и вниз протяженных участков морского дна. Возникают цунами.
При ударе космических тел о Землю	Причиной служат удары и взрывы метеоритов, астероидов и комет. Взрыв космических тел кроме сейсмических волн формирует также воздушные ударные волны, распространяющиеся на большие расстояния.

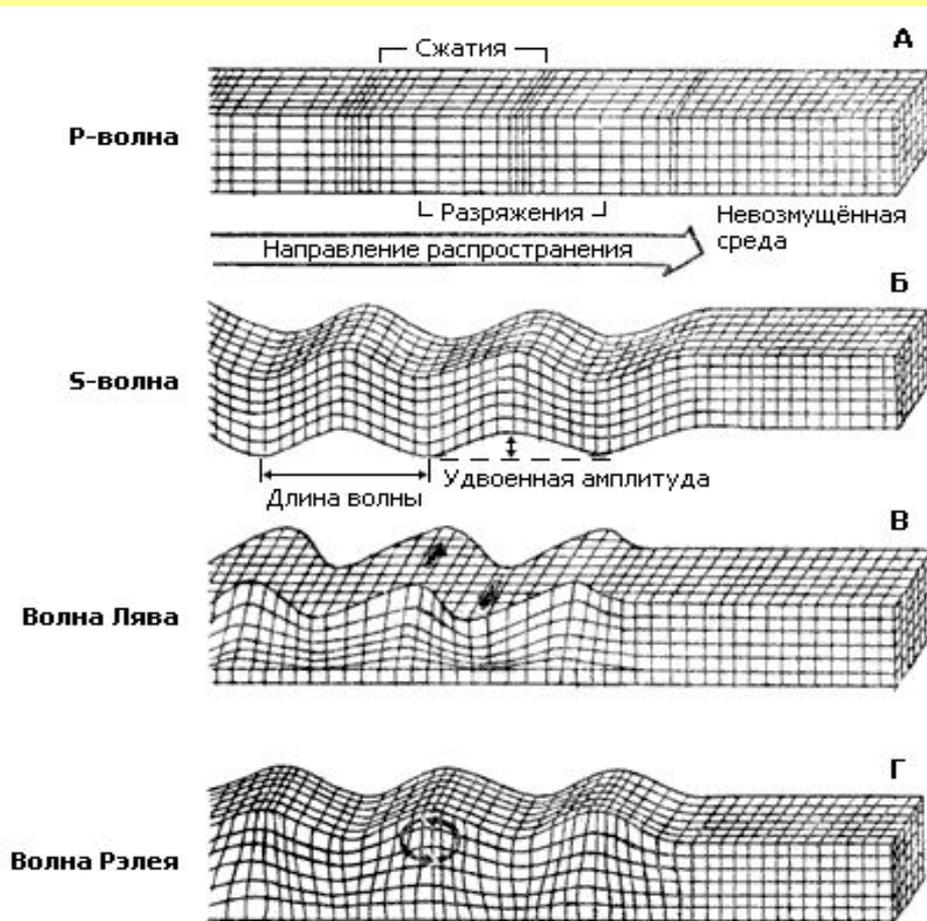
**Поверхностные волны** распространяются вдоль земной поверхности или параллельно ей и не проникают глубже 80-160 км. В этой группе выделяются волны Рэлея и волны Лява (названные по именам ученых, разработавших математическую теорию распространения таких волн). При прохождении волн Рэлея частицы породы описывают вертикальные эллипсы, лежащие в очаговой плоскости. В волнах Лява частицы породы колеблются перпендикулярно направлению распространения волн. Поверхностные волны часто обозначаются сокращенно как *L*-волны. Скорость их распространения составляет 3,2-4,4 км/с. При глубоководных землетрясениях поверхностные волны очень слабые. *Амплитуда и период* характеризуют колебательные движения сейсмических волн. Амплитудой называется величина, на которую изменяется положение частицы грунта при прохождении волны по сравнению с предшествовавшим состоянием покоя. Период колебаний - промежуток времени, за который совершается одно полное колебание частицы. Вблизи очага землетрясения наблюдаются колебания с различными периодами – от долей секунды до нескольких секунд. Однако на больших расстояниях от центра (сотни километров) короткопериодные колебания выражены слабее: для *P*-волн характерны периоды от 1 до 10 с, а для *S*-волн – немного больше. Периоды поверхностных волн составляют от нескольких секунд до нескольких сотен секунд. Амплитуды колебаний могут быть значительными вблизи очага, однако на расстояниях 1500 км и более они очень малы - менее нескольких микрон для волн *P* и *S* и менее 1 см – для поверхностных волн.

- **Отражение и преломление.** Встречая на своем пути слои пород с отличающимися свойствами, сейсмические волны отражаются или преломляются подобно тому, как луч света отражается от зеркальной поверхности или преломляется, переходя из воздуха в воду. Любые изменения упругих характеристик или плотности материала на пути распространения сейсмических волн заставляют их преломляться, а при резких изменениях свойств среды часть энергии волн отражается



# Пути сейсмических волн.

- Продольные и поперечные волны распространяются в толще Земли, при этом непрерывно увеличивается объем среды, вовлекаемой в колебательный процесс. Поверхность, соответствующая максимальному продвижению волн определенного типа в данный момент, называется фронтом этих волн. Поскольку модуль упругости среды возрастает с глубиной быстрее, чем ее плотность (до глубины 2900 км), скорость распространения волн на глубине выше, чем вблизи поверхности, и фронт волны оказывается более продвинутым вглубь, чем в латеральном (боковом) направлении. Траекторией волны называется линия, соединяющая точку, находящуюся на фронте волны, с источником волны. Направления распространения волн  $P$  и  $S$  представляют собой кривые, обращенные выпуклостью вниз (из-за того, что скорость движения волн больше на глубине). Траектории волн  $P$  и  $S$  совпадают, хотя первые распространяются быстрее.
- Сейсмические станции, находящиеся вдали от эпицентра землетрясения, регистрируют не только прямые волны  $P$  и  $S$ , но также волны этих типов, уже отраженные один раз от поверхности Земли -  $PP$  и  $SS$  (или  $PR1$  и  $SR1$ ), а иногда - отраженные дважды -  $PPP$  и  $SSS$  (или  $PR2$  и  $SR2$ ). Существуют также отраженные волны, которые проходят один отрезок пути как  $P$ -волна, а второй, после отражения, - как  $S$ -волна. Образующиеся обменные волны обозначаются как  $PS$  или  $SP$ . На сейсмограммах глубокофокусных землетрясений наблюдаются также и другие типы отраженных волн, например, волны, которые прежде, чем достичь регистрирующей станции, отразились от поверхности Земли. Их принято обозначать маленькой буквой, за которой следует заглавная (например,  $pR$ ). Эти волны очень удобно использовать для определения глубины очага землетрясения.



- и некоторое количество их энергии возвращается к поверхности в виде волн, обозначаемых как  $PcP$  и  $ScS$ .  $P$ -волны проходят сквозь ядро, но их траектория при этом резко отклоняется и на поверхности Земли возникает теневая зона, в пределах которой регистрируются только очень слабые  $P$ -волны. Эта зона начинается на расстоянии ок. 11 тыс. км от сейсмического источника, а уже на расстоянии 16 тыс. км  $P$ -волны снова появляются, причем их амплитуда значительно возрастает из-за фокусирующего влияния ядра, где скорости волн низкие.  $P$ -волны, прошедшие сквозь земное ядро, обозначаются  $PKP$  или  $P\phi$ . На сейсмограммах хорошо выделяются также волны, которые по пути от источника к ядру идут как волны  $S$ , затем проходят сквозь ядро как волны  $P$ , а при выходе волны снова преобразуются в тип  $S$ . В самом центре Земли, на глубине более 5100 км, существует внутреннее ядро, находящееся предположительно в твердом состоянии, но природа его пока не вполне ясна. Волны, проникающие сквозь это внутреннее ядро, обозначаются как  $PKIKP$  или  $SKIKS$

- На глубине 2900 км скорость  $P$ -волн резко снижается от  $>13$  км/с до  $\sim 8$  км/с; а  $S$ -волны не распространяются ниже этого уровня, соответствующего границе земного ядра и мантии. Оба типа волн частично отражаются от этой поверхности,

# Регистрация землетрясений.

- Прибор, записывающий сейсмические колебания, называется сейсмографом, а сама запись - сейсмограммой. Сейсмограф состоит из маятника, подвешенного внутри корпуса на пружине, и записывающего устройства.
- Одно из первых записывающих устройств представляло собой вращающийся барабан с бумажной лентой. При вращении барабан постепенно смещается в одну сторону, так что нулевая линия записи на бумаге имеет вид спирали. Каждую минуту на график наносятся вертикальные линии - отметки времени; для этого используются очень точные часы, которые периодически сверяют с эталоном точного времени. Для изучения близких землетрясений необходима точность маркировки - до секунды или меньше.
- Во многих сейсмографах для преобразования механического сигнала в электрический используются индукционные устройства, в которых при перемещении инертной массы маятника относительно корпуса изменяется величина магнитного потока, проходящего через витки индукционной катушки. Возникающий при этом слабый электрический ток приводит в действие гальванометр, соединенный с зеркальцем, которое отбрасывает луч света на светочувствительную бумагу записывающего устройства. В современных сейсмографах регистрация колебаний ведется в цифровом виде с использованием компьютеров.

# Магнитуда землетрясений.

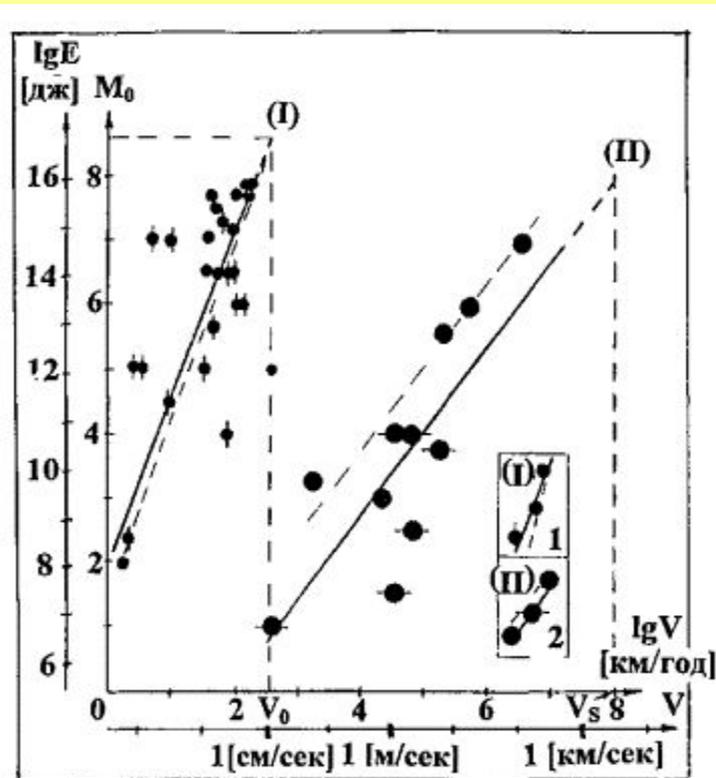


Рис. 2.4.4. Значения скоростей миграции тихоокеанских землетрясений вдоль сейсмофокальной зоны и определенные по ним зависимости  $M_0(V)$ . 1, 2 - «солитонная» и «экситонная» зависимости; пунктиром проведены такие же зависимости, полученные в работе (Викулин, Иванчин, 1998) с использованием данных, не отмеченных «дусами»;  $V_0$  - характерная скорость сеймотектонического процесса, определяемая параметрами модели,  $V_S$  - скорость поперечных упругих волн.

- обычно определяется по шкале, основанной на записях сейсмографов. Эта шкала известна под названием шкалы магнитуд, или шкалы Рихтера (по имени американского сейсмолога Ч.Ф.Рихтера, предложившего ее в 1935).

- Магнитуда землетрясения - безразмерная величина, пропорциональная логарифму отношения максимальных амплитуд определенного типа волн данного землетрясения и некоторого стандартного землетрясения. Существуют различия в методах определения магнитуд близких, удаленных, мелкофокусных (неглубоких) и глубоких землетрясений. Магнитуды, определенные по разным типам волн, отличаются по величине. Землетрясения разной магнитуды (по шкале Рихтера) проявляются следующим образом:
  - 2 - самые слабые ощущаемые толчки;
  - 4 1/2 - самые слабые толчки, приводящие к небольшим разрушениям;
  - 6 - умеренные разрушения;
  - 8 1/2 - самые сильные из известных землетрясений.

# Интенсивность землетрясений.

- **Интенсивность землетрясений** оценивается в баллах при обследовании района по величине вызванных ими разрушений наземных сооружений или деформаций земной поверхности. Для ретроспективной оценки балльности исторических или более древних землетрясений используют некоторые эмпирически полученные соотношения. В США оценка интенсивности обычно проводится по модифицированной 12-балльной шкале Меркалли.
- *1 балл.* Ощущается немногими особо чувствительными людьми в особенно благоприятных для этого обстоятельствах.
- *3 балла.* Ощущается людьми как вибрация от проезжающего грузовика.
- *4 балла.* Дребезжат посуда и оконные стекла, скрипят двери и стены.
- *5 баллов.* Ощущается почти всеми; многие спящие просыпаются. Незакрепленные предметы падают.
- *6 баллов.* Ощущается всеми. Небольшие повреждения.
- *8 баллов.* Падают дымовые трубы, памятники, рушатся стены. Меняется уровень воды в колодцах. Сильно повреждаются капитальные здания.
- *10 баллов.* Разрушаются кирпичные постройки и каркасные сооружения. Деформируются рельсы, возникают оползни.
- *12 баллов.* Полное разрушение. На земной поверхности видны волны.

# Сопутствующие явления.

- Иногда подземные толчки сопровождаются хорошо различимым низким гулом, когда частота сейсмических колебаний лежит в диапазоне, воспринимаемом человеческим ухом, иногда такие звуки слышатся и при отсутствии толчков. В некоторых районах они представляют собой довольно обычное явление, хотя ощутимые землетрясения происходят очень редко. Имеются также многочисленные сообщения о возникновении свечения во время сильных землетрясений. Общепринятого объяснения таких явлений пока нет. Цунами (большие волны на море) возникают при быстрых вертикальных деформациях морского дна во время подводных землетрясений. Цунами распространяются в океанах в пределах глубоководных зон океанов со скоростью 400–800 км/ч и могут вызвать разрушения на берегах, удаленных на тысячи километров от эпицентра. У близлежащих к эпицентру берегов эти волны иногда достигают в высоту 30 м.
- При многих сильных землетрясениях помимо основных толчков регистрируются форшоки (предшествующие землетрясения) и многочисленные афтершоки (землетрясения, следующие за основным толчком). Афтершоки обычно слабее, чем основной толчок, и могут повторяться в течение недель и даже лет, становясь все реже и реже.

# Географическое распространение землетрясений.



- Большинство землетрясений сосредоточено в двух протяженных, узких зонах. Одна из них обрамляет Тихий океан, а вторая тянется от Азорских о-вов на восток до Юго-Восточной Азии.

- Тихоокеанская сейсмическая зона проходит вдоль западного побережья Южной Америки. В Центральной Америке она разделяется на две ветви, одна из которых следует вдоль островной дуги Вест-Индии, а другая продолжается на север, расширяясь в пределах США, до западных хребтов Скалистых гор. Далее эта зона проходит через Алеутские о-ва до Камчатки и затем через Японские о-ва, Филиппины, Новую Гвинею и острова юго-западной части Тихого океана к Новой Зеландии и Антарктике.
- Вторая зона от Азорских о-вов простирается на восток через Альпы и Турцию. На юге Азии она расширяется, а затем сужается и меняет направление на меридиональное, следует через территорию Мьянмы, острова Суматра и Ява и соединяется с циркумтихоокеанской зоной в районе Новой Гвинеи.

- Выделяется также зона меньшего размера в центральной части Атлантического океана, следующая вдоль Срединно-Атлантического хребта.
- Существует ряд районов, где землетрясения происходят довольно часто. К ним относятся Восточная Африка, Индийский океан и в Северной Америке долина р.Св. Лаврентия и северо-восток США.
- Иногда в районах, которые принято считать неактивными, происходят сильные землетрясения, как, например, в Чарлстоне (шт. Южная Каролина) в 1886.
- По сравнению с мелкофокусными глубокофокусные землетрясения имеют более ограниченное распространение. Они не были зарегистрированы в пределах Тихоокеанской зоны от южной Мексики до Алеутских о-вов, а в Средиземноморской зоне - к западу от Карпат.

- Глубокофокусные землетрясения характерны для западной окраины Тихого океана, Юго-Восточной Азии и западного побережья Южной Америки. Зона с глубокофокусными очагами обычно располагается вдоль зоны мелкофокусных землетрясений со стороны материка.



**СПАСИБО**

**ЗА ВНИМАНИЕ!**