



# Структура Земли

НАУКИ О ЗЕМЛЕ • ГЕОЛОГИЯ • СТРУКТУРА ЗЕМЛИ

## Глава 1: Внутренность Земли

### • Как выглядит внутренняя структура Земли?

Внутренняя структура Земли состоит из четырех слоев, различных по физическим свойствам: твердой внешней коры, вязкой мантии, жидкого внешнего ядра и твердого внутреннего ядра. Это более упрощенные термины. Термин "литосфера" также применяется для обозначения внешнего слоя вместе с верхней частью мантии. Мантия на границе слоев характеризуется другими свойствами.

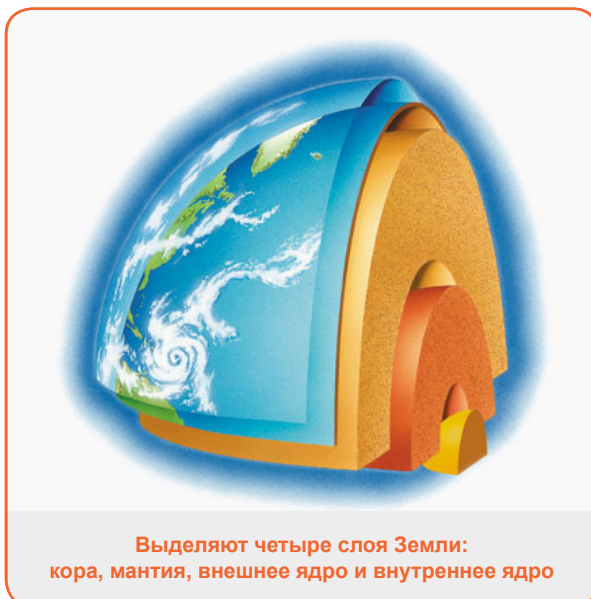
### • Рекомендуемые фильмы

- Структура Земли
- Насколько горячо ядро Земли?

## ДИАГРАММА 01:



### • Откуда мы знаем, что происходит глубоко в недрах Земли?



Наши знания о недрах Земли основаны на геофизических данных. Сейсмические данные (информация, полученная во время землетрясений) анализируются измерением двух типов волн, генерируемых землетрясениями: первичными (P) и вторичными (S) волнами. P-волны проходят как через твердые тела, так и через жидкие, но движутся быстрее в твердых. S-волны могут перемещаться только в твердых телах. Разница во времени, которая требуется для достижения P и S волн сквозь Землю сети сейсмических датчиков, свидетельствует о природе различных слоев Земли. Получить информацию о недрах Земли можно исследуя земные разломы и горные породы извергнувшихся вулканов на поверхности Земли.

## • Как генерируются сейсмические волны?

Землетрясения или другие движения земной коры могут сгенерировать энергию, которая проходит сквозь Землю в виде сейсмических волн. Деформация земной коры, из-за возникающего внутри литосферы огромного давления, генерирует различные типы волн, от сотрясения которых разломы породы движутся кверху сквозь окружающие породы. На поверхности люди ощущают их движения вверх и вниз и из стороны в сторону. Они могут двигаться сквозь горные породы со скоростью несколько километров в секунду.

### Дополнительные вопросы

#### В1. Что такое метеориты?

Метеориты – это обломки породы или металла, которые падают на Землю из космоса и сохраняются после столкновения с земной поверхностью. Метеориты отрываются с больших космических тел, таких как астероиды или планеты. Они могут дать ценную информацию о Солнечной системе, а также о недрах Земли. Большинство метеоритов были найдены в полярных регионах, где их легче всего найти.

#### В2. Как формируются магматические породы?

Магматические породы формируются в результате плавления глубокозалегающих пород внутри Земли. При этом образуется расплавленная порода – магма, стремящаяся к поверхности Земли и извергающаяся в виде лавы. Магматические породы свидетельствуют о вулканической активности.

### • Рекомендуемый фильм

- Тектоника плит

### • Рекомендуемое упражнение

- Спросите учащихся: **Что находится под землей, на которой Вы сейчас стоите? Есть несколько сайтов, которые позволяют определить, что произойдет, если пробурить вниз туннель.**

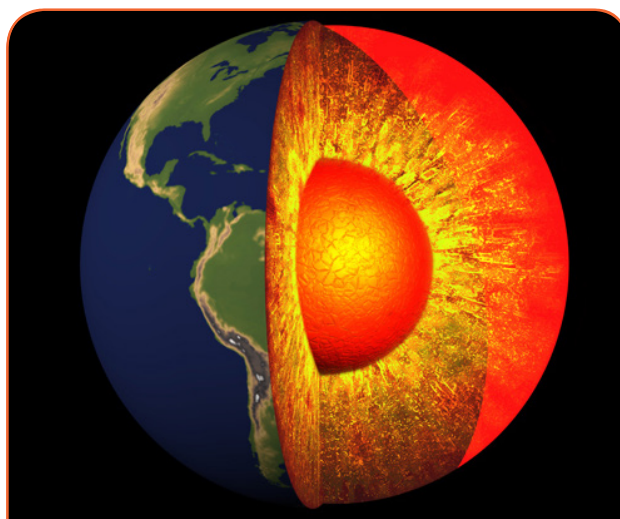
## Глава 2: Анатомия планеты

## • Какова природа ядра?

Ядро является самой плотной частью планеты. Оно состоит из твердого внутреннего ядра и жидкого внешнего ядра. По предположениям, ядро, в основном, состоит из железа с некоторым количеством никеля и других элементов. Ядро составляет около 16% объема Земли, но из-за его плотности на его долю приходится 32% массы всей Земли. Ядро расположено на глубине около 2900 км от поверхности Земли. Считается, что тепло, высвобождаемое ядром, и его внутренние движения способствуют генерации магнитного поля Земли. Температура ядра, по предположениям, колеблется в диапазоне от 5000-7000°C.



Внешнее ядро Земли состоит преимущественно из расплавленного железа



Ядро Земли представляет собой плотный шар из железа и никеля

### • Рекомендуемый фильм

- Насколько горячо ядро Земли?

### • Что такое мантия?



Лава, которая извергается из вулканов, образуется в мантии Земли

Мантия окружает ядро и является самым толстым слоем Земли. На его долю приходится около 82% всего объема Земли. Мантия состоит из силикатных пород, богатых железом и магнием. В отличие от ядра, она обладает меньшей плотностью и составляет 68% массы Земли. На самом деле мантия твердая, но под высокой температурой на такой глубине Земли порода становится вязкой и с течением времени начинает течь. Есть предположение, что такое медленное движение, или конвекция, приводит в движение тектонические плиты, составляющие литосферу. Анализ вулканического материала дает информацию о природе мантии. Температура мантии возрастает с увеличением глубины.

#### • Рекомендуемый фильм

- Тектоника плит

### • Из чего состоит кора?

Кора – это внешний и самый тонкий слой Земли, толщиной от 5 до 70 км, в зависимости от местонахождения. Кора под континентами и океанами различается. Континентальная кора менее плотная и гораздо толще и старше, чем океаническая кора. За счет дрейфа континентов в некоторых местах она деформируется. Океаническая кора богата железом, за счет чего плотнее континентальной. Кроме того, она гораздо тоньше, в основном недеформированная и, как правило, гораздо моложе континентальной коры. Самые молодые участки земной коры находятся в срединно-океанических хребтах, на границе литосферных плит. Некоторые континенты также имеют разломы, простирающиеся под океаном, они известны как континентальный шельф.

#### Дополнительные вопросы

##### В3. Что такое осадочные породы?

Осадочные породы образуются при оседании минеральных и органических отложений на дне озер, морей и океанов. Отложения формируются из выветриваемых и подвергшихся эрозии магматических и метаморфических пород, а также из растительных и животных останков. С течением долгого времени слои осадочных пород увеличиваются, и давление на низлежащие слои формирует породы, такие как песчаник, известняк и мел.

##### В4. Что подразумевается под гранитной породой?

Гранитные породы являются наиболее распространенными породами в континентальной коре. Граниты – интрузивные магматические породы. Это означает, что магма, которая их образует, кристаллизуется внутри Земли. Граниты, как правило, крупнозернистые и содержат большое количество кварца.

##### В5. Что такое базальтовая порода?

Базальтовые породы образуются обычно в срединно-океанических хребтах в результате извержения магматических пород на поверхность Земли. Базальт – это экструзивная магматическая порода, как правило, мелкозернистая от темно-серого до черного цвета. В базальтовой породе содержится мало кварца.

#### • Рекомендуемые фильмы

- Типы горных пород
- Структура Земли

#### • Рекомендуемое упражнение

- Попросите учащихся написать сообщение о том, с чем бы они столкнулись, если бы смогли добраться до ядра Земли на буровой машине. Какими характеристиками должна обладать машина, чтобы справиться с условиями внутри Земли?

### Глава 3: Тектонические плиты и складчатые горы

#### • Что такое тектонические плиты? Что является доказательством тектонических плит и где их найти?

Литосфера – это кора и верхняя часть мантии, которая делится на участки, называемые тектоническими плитами. Выделяют три типа относительных перемещений плит: расхождение (дивергенция), схождение (конвергенция) и сдвиговые перемещения по трансформным геологическим разломам. Одно из самых ярких доказательств движения тектонических литосферных плит – это соответствие границ разных континентов, разделенных океанами, из-за чего можно предположить, что эти континенты когда-то были рядом. К примеру, границы Южной Америки и Африки сходятся друг с другом не только с точки зрения их очертания, но и с точки зрения наличествующих ископаемых растений, пресмыкающихся и геологических особенностей. Геологическая летопись во многих местах имеет свидетельства того, что климат того времени резко отличается от климата в наши дни. Это дает возможность предположить, что в какой-то момент, в прошлом, эти места существовали на разных широтах, в отличие от нынешнего местоположения.



Геологи использовали данные из геологических записей множества районов, чтобы воссоздать эту модель Земли Юрского периода

#### Дополнительный вопрос

##### В6. Что такое конвекционные потоки?

Горячая материя мантии поднимается вверх и присоединяется к краю тектонических плит в срединно-океанических хребтах, охлаждаясь, становится более плотной с каждым движением, в конечном итоге, погружается обратно в мантию в зонах субдукции. Такая передача тепла между мантией и корой называется конвекционным потоком.

#### • Рекомендуемые фильмы

- Тектоника плит
- Факты: Горы
- Как образовался Великий Каньон?
- Как образовались континенты?

#### • Рекомендуемое упражнение

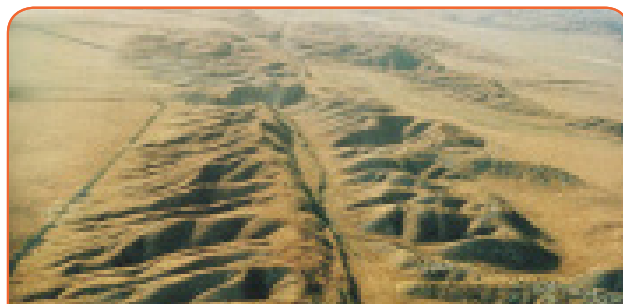
- Попросите учащихся обозначить и подписать различные типы границ тектонических плит на карте мира, используя различные цвета.

### ДИАГРАММА 02:



#### Карта тектонических плит

НАУКИ О ЗЕМЛЕ • ГЕОЛОГИЯ • СТРУКТУРА ЗЕМЛИ



Тектонические движения плит могут иметь видимый эффект, например, разлом в Сан-Андреас



• Что заставляет двигаться плиты?

**ДИАГРАММА 03:**

**Расходящиеся, сходящиеся и трансформные границы**  
НАУКИ О ЗЕМЛЕ • ГЕОЛОГИЯ • СТРУКТУРА ЗЕМЛИ

| Расходящийся              |   | <p>Литосфера Хребет<br/>Астеносфера</p>                           |
|---------------------------|---|---|
| Движение                  | Распространение   |   |
| Эффект                    | Созидательный (Создание океанической литосферы)         |   |
| Топография                | Хребет/Ущелье   |   |
| Вулканическая активность? | Да  |   |
| Конвергентный             |   | <p>Вулкан Впадина<br/>Землетрясения</p>                           |
| Движение                  | Субдукция   |   |
| Эффект                    | Разрушительный (Разрушение океанической литосферы)      |   |
| Топография                | Впадина   |   |
| Вулканическая активность? | Да  |   |
| Трансформация             |   | <p>Плиты, движущиеся навстречу друг к другу<br/>Землетрясения</p> |
| Движение                  | Боковое скольжение                                      |   |
| Эффект                    | Консервативный (Литосфера не создается, не разрушается) |   |
| Топография                | Нет серьезного эффекта                                  |   |
| Вулканическая активность? | Нет   |   |

В результате конвекционных потоков в верхних слоях мантии тектонические плиты литосферы перемещаются по более слабой и менее плотной астеносфере. Главной движущей силой перемещения плит является гравитация. В качестве сил, действующих при субдукции, рассматривают давление со стороны зоны спрединга срединно-океанического хребта (ridge-push), при этом более плотная и старая материя выталкивается наружу. Аналогично, когда две плиты сталкиваются в зоне субдукции, более плотная океаническая кора оказывается под менее плотной континентальной корой, при этом сила затягивания погружающейся в мантию части плиты (слэба) происходит под действием ее веса (slab-pull).

Большинство тектонических активностей Земли происходят вдоль границ плит. На дивергентных границах две пластины отдаляются друг от друга. На конвергентных границах плиты сталкиваются, и формируются либо зона субдукции, либо континентальная коллизия (субдукция, которая происходит между двумя континентальными плитами). Преобразование границ происходит там, где плиты скользят горизонтально вдоль друг друга, без вертикального движения.

- **Рекомендуемые фильмы**
  - Тектоника плит
  - Циклы горных пород
  - Формы рельефа

• Что такое складчатые горы, и где они образуются?

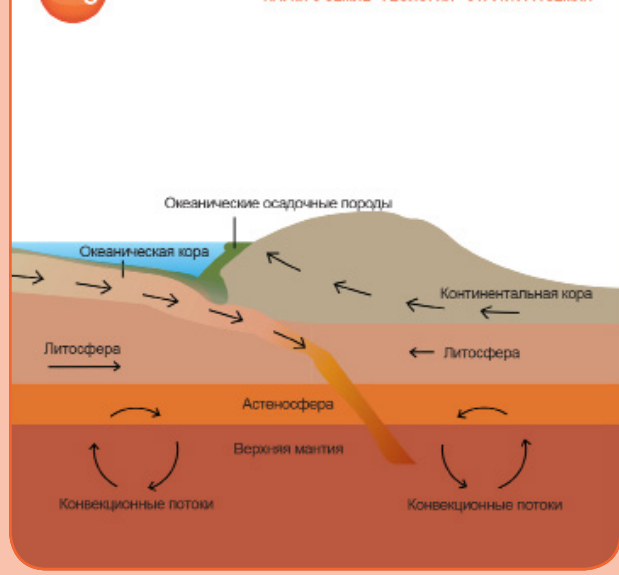
Складчатые горы образуются в результате движения тектонических плит. Отложения на морском дне сжимаются в осадочные породы, при конвергентности плит эти породы изгибаются и, деформируясь, движутся вверх. За миллионы лет породы значительно протолкнулись выше уровня моря в процессе, называемом горообразованием.

Этот процесс создал горные хребты Альп, Скалистых гор, Анд и Гималаев. Все эти области являются популярными туристическими зонами для катания на лыжах и альпинизма, их крутые склоны используются для генерации гидроэлектротенергии. Прилегающие районы являются благоприятными для развития сельского хозяйства, лесного хозяйства и горнодобывающей промышленности.

- **Рекомендуемые фильмы**
  - Тектоника плит
  - Складчатые горы: Формирование
  - Складчатые горы: Использование

**ДИАГРАММА 04:**

**Горообразование**  
НАУКИ О ЗЕМЛЕ • ГЕОЛОГИЯ • СТРУКТУРА ЗЕМЛИ



## • Тест

## Тектонические плиты

## Основной

## • Что генерирует конвекцию?

- A – тепло
- B – гравитация
- C – круговое движение Земли
- D – трение

## • Выберите неправильный вариант: Плиты

- A – отдаляются друг от друга
- B – сталкиваются друг с другом
- C – движутся вдоль друг друга
- D – неподвижны

## • Плиты, движущиеся вдоль друг друга, образуют

- A – конструктивную границу
- B – зону субдукции
- C – границу столкновения
- D – консервативную границу

## • Отдаляющиеся плиты формируют

- A – консервативную границу
- B – деструктивную границу
- C – границу столкновения
- D – разлом

## Углубленный

## • Что вызывает движение плит?

- A – конвекционные потоки
- B – вулканы
- C – сейсмическая активность
- D – трение

## • На конструктивных границах плит плиты

- A – расходятся
- B – сходятся
- C – движутся вдоль друг друга
- D – остаются неподвижными

## • Две континентальные плиты, движущиеся к друг другу, формируют

- A – горы
- B – впадины
- C – океанические хребты
- D – островные дуги

## • Субдукция происходит, когда

- A – континентальные плиты залегают под континентальные плиты
- B – океанические плиты залегают под континентальные плиты
- C – океанические плиты залегают под океанические плиты
- D – океанические плиты скользят вдоль океанических плит

## Структура Земли

### Основной

• Сколько отдельных слоев выделяют внутри Земли?

- A – 2
- B – 3
- C – 4
- D – 7

• Внешний слой Земли называется

- A – оболочка
- B – кора
- C – мантия
- D – ядро

• Самая горячая область Земли

- A – кора
- B – мантия
- C – вулканы
- D – ядро

• Расплавленная порода известна как

- A – мантия
- B – магма
- C – магнит
- D – слоистые отложения углекислого кальция

### Углубленный

• Что наилучшим образом описывает природу ядра?

- A – твердое внутреннее/ внешнее жидкое
- B – твердое внутреннее/ внешнее твердое
- C – внутреннее жидкое/ твердое внешнее
- D – внутреннее жидкое/ жидкое внешнее

• Внутреннее ядро состоит из

- A – железа и никеля
- B – магния и железа
- C – магния и никеля
- D – только никеля

• Что из перечисленного не является названием плиты?

- A – Евразийская
- B – Арктическая
- C – Северо-Американская
- D – Индо-Австралийская

• На стыках каких двух плит находится Исландия?

- A – Евразийской и Индо-Австралийской
- B – Евразийской и Северо-Американской
- C – Индо-Австралийской и Северо-Американской
- D – Евразийской и Арктической

• Ответы

Тектонические плиты

Основной

• Что генерирует конвекцию?

B – гравитация

C – круговое движение Земли

D – трение

• Выберите неправильный вариант: Плиты

A – отдаляются друг от друга

B – сталкиваются друг с другом

C – движутся вдоль друг друга

• Плиты, движущиеся вдоль друг друга, образуют

A – конструктивную границу

B – зону субдукции

C – границу столкновения

• Отдаляющиеся плиты формируют

B – деструктивную границу

C – границу столкновения

D – разлом

Углубленный

• Что вызывает движение плит?

B – вулканы

C – сейсмическая активность

D – трение

• На конструктивных границах плит плиты

B – сходятся

C – движутся вдоль друг друга

D – остаются неподвижными

• Две континентальные плиты, движущиеся к друг другу, формируют

B – впадины

C – океанические хребты

D – островные дуги

• Субдукция происходит, когда

A – континентальные плиты залегают под континентальные плиты

C – океанические плиты залегают под океанические плиты

D – океанические плиты скользят вдоль океанических плит



## Структура Земли

### Основной

• Сколько отдельных слоев выделяют внутри Земли?

A – 2

B – 3

D – 7

• Внешний слой Земли называется

A – оболочка

C – мантия

D – ядро

• Самая горячая область Земли

A – кора

B – мантия

C – вулканы

• Расплавленная порода известна как

A – мантия

C – магнит

D – слоистые отложения углекислого кальция

### Углубленный

• Что наилучшим образом описывает природу ядра?

B – твердое внутреннее/ внешнее твердое

C – внутреннее жидкое/ твердое внешнее

D – внутреннее жидкое/ жидкое внешнее

• Внутреннее ядро состоит из

B – магния и железа

C – магния и никеля

D – только никеля

• Что из перечисленного не является названием плиты?

A – Евразийская

C – Северо-Американская

D – Индо-Австралийская

• На стыках каких двух плит находится Исландия?

A – Евразийской и Индо-Австралийской

C – Индо-Австралийской и Северо-Американской

D – Евразийской и Арктической