

Теоретическая часть лекции разработана по материалам учебного пособия  
для средних педагогических учебных заведений  
«Естествознание с основами экологии»  
(авторы: Петросова Р.А., Голов В.П., Сивоглазов В.И., Страут Е.К.)

## **ЛЕКЦИЯ. ЛИТОСФЕРА. РЕЛЬЕФ.** **ГОРНЫЕ ПОРОДЫ И ПОЛЕЗНЫЕ ИСКОПАЕМЫЕ**

**ЗАДАНИЕ:** Прочитать, предложенный для ознакомления, теоретический материал. Ответить на вопросы. Изучить понятийный аппарат.

Вопросы на повторение теоретического материала лекции:

1. Каково внутреннее строение Земли?
2. Что такое литосфера?
3. Чем материковая земная кора отличается от океанической?
4. Как на поверхности Земли выражены платформы и кристаллические щиты?
5. Как на поверхности Земли выражены складчатые области?
6. Какие эндогенные процессы меняют облик Земли? В чем особенность этих процессов? Как они меняют облик Земли?
7. Какие экзогенные процессы влияют на облик Земли? В чем особенность этих процессов? Как они меняют облик Земли?
8. Что такое горные породы?
9. На какие группы делятся горные породы?
10. Что такое полезные ископаемые?
11. На какие группы делятся полезные ископаемые?

**Основные понятия:** аккумуляция, астеносфера, базальтовый слой, барханы, возвышенность, вулкан, гипоцентр землетрясения, глыбовые горы, гора, горст, грабен, гранитный слой, дюны, жерло вулкана, землетрясение, земная кора, кратер вулкана, литосфера, литосферная плита, мантия, материковый шельф, месторождение, минерал, морена, нагорье, низменность, органическое выветривание, океанический желоб, осадочные породы, платформа, плоскогорье, равнина, рельеф, сейсмические волны, складчатость, складчатые горы, транзит пород, физическое выветривание, химическое выветривание, экзогенные процессы, эндогенные процессы, эоловые процессы, эпицентр землетрясения, эрозия, ядро

Знания о внутреннем строении Земли пока очень поверхностны, так как получены на основании косвенных доказательств. Прямые свидетельства относятся только к поверхностной пленке планеты, чаще всего не превышающей полутора десятков километров. В целом же о внутреннем строении нашей планеты мы знаем меньше, чем о ближнем космосе, исследуемом с помощью спутников и космических кораблей.

Вместе с тем изучение внутреннего строения Земли жизненно важно. С ним связаны образование и размещение многих видов полезных ископаемых,

рельефа земной поверхности, возникновение вулканов и землетрясений. Знания о внутреннем строении Земли необходимы и для составления геологических и географических прогнозов.

**Методы изучения внутреннего строения Земли** При исследовании внутреннего строения нашей планеты чаще всего проводят визуальные наблюдения естественных и искусственных обнажений горных пород, бурение скважин и сейсмическую разведку.

**Обнажение горных пород** – это выход пород на земную поверхность в оврагах, долинах рек, карьерах, шахтных выработках, на склонах гор. Породы в обнажении обычно скрыты тонким слоем осыпи, поэтому прежде всего его очищают от лишнего материала. При изучении обнажения обращают внимание на то, какими породами оно сложено, каковы состав и мощность этих пород, порядок их залегания. Обнажение тщательно описывают, зарисовывают или фотографируют. Из каждого пласта берут пробы для дальнейшего изучения в лаборатории. Лабораторный анализ проб необходим для того, чтобы определить химический состав пород, их происхождение и возраст.

**Бурение скважин** позволяет глубже проникнуть в толщу Земли. При бурении извлекают образцы пород – керн. А затем на основании изучения керна определяют состав, строение, залегание пород и строят чертеж пробуренной толщи – *геологический разрез* местности. Сопоставление многих разрезов дает возможность установить, как залегают породы, и составить геологическую карту территории.

При изучении внутреннего строения Земли особенно велико значение глубоких и сверхглубоких скважин. Самая глубокая скважина находится на Кольском полуострове, где бур достиг отметки более 12 км.

Недостаток и наблюдения обнажений и буровых работ состоят в том, что они позволяют изучить только тонкую пленку земной поверхности. Так, глубина даже Кольской сверхглубокой скважины составляет менее 0,25 % радиуса Земли.

**Сейсмический метод** дает возможность «проникнуть» на большие глубины.

В основе этого метода лежит представление о том, что **сейсмические волны** (от греческого *сеймос* – волна, колебание) в средах разной плотности распространяются с неодинаковой скоростью: чем плотнее среда, тем больше скорость. На границе двух сред часть волн отражается и подобно кругам на воде идет обратно, а другая – распространяется дальше.

Искусственно возбуждая волны на поверхности Земли путем взрывов, сейсмологи фиксируют время, за которое отраженные волны вернулись назад. Для этих целей применяется прибор-самописец – сейсмограф.

Различают два вида сейсмических волн – продольные и поперечные. Продольные распространяются во всех средах – твердых, жидких и газообразных, а поперечные – только в твердой среде.

Зная, с какой скоростью распространяются волны в песках, глинах, гранитах, базальтах и других породах, по времени их прохождения «туда и обратно» можно определить глубину залегания пород, различающихся по плотности.

**Внутреннее строение Земли** Если бы Земля была однородным телом, то сейсмические волны распространялись бы с одинаковой скоростью, прямолинейно и не отражались.

В действительности же скорость волн неодинакова и изменяется скачкообразно. Так, на глубине около 60 км их скорость «неожиданно» увеличивается с 5 до 8 км/с. На отметке 2900 км она возрастает до 13 км/с, затем вновь падает до 8 км/с. Ближе к центру Земли зафиксировано возрастание скорости продольных волн до 11 км/с. Поперечные волны глубже 2900 км не проникают.

Резкое изменение скорости сейсмических волн на глубинах 60 и 2900 км позволило сделать вывод о скачкообразном увеличении плотности вещества Земли и выделить три ее части – литосферу, мантию и ядро.

Поперечные волны проникают до глубины 4000 км и затухают, что свидетельствует о том, что ядро Земли неоднородно по плотности и внешняя его часть «жидкая», а внутренняя представляет собой твердое тело.

**Литосфера.** Литосфера (от греческого *литос* – камень и *сфера* – шар) – верхняя, каменная оболочка твердой Земли, имеющая сферическую форму. Глубина литосферы достигает более 80 км, в нее включают и верхнюю мантию – **астеносферу**, служащую субстратом, на котором расположена основная часть литосферы. Вещество астеносферы находится в пластическом (переходном между твердыми телами и жидкостью) состоянии. В результате основание литосферы как бы плавают в субстрате верхней мантии.

**Земная кора.** Верхнюю часть литосферы называют земной корой. Внешняя граница земной коры – поверхность ее соприкосновения с гидросферой и атмосферой, нижняя проходит на глубине 8-75 км и называется **слоем** или **разделом Мохоровичича**.

Положение земной коры между мантией и внешними оболочками – атмосферой, гидросферой и биосферой – обуславливает воздействие на нее внешних и внутренних сил Земли.

Строение земной коры неоднородно. Верхний слой, мощность которого колеблется от 0 до 20 км, сложен **осадочными породами** – песком, глиной, известняками и др. Это подтверждают данные, полученные при изучении обнажений и керн буровых скважин, а также результаты сейсмических исследований: породы эти рыхлые, скорость прохождения сейсмических волн невелика.

Ниже, под материками, расположен **гранитный слой**, сложенный породами, плотность которых соответствует плотности гранита. Скорость прохождения сейсмических волн в этом слое, как и в гранитах, составляет 5,5–6 км/с.

Под океанами гранитный слой отсутствует, а на материках в некоторых местах он выходит на дневную поверхность.

Еще ниже расположен слой, в котором сейсмические волны распространяются со скоростью 6,5 км/с. Эта скорость характерна для базальтов, поэтому, несмотря на то что слой сложен разными породами, его называют **базальтовым**.

Граница между гранитным и базальтовым слоями называется *поверхностью Конрада*. Этому разделу соответствует скачок скорости сейсмических волн от 6 до 6,5 км/с.

В зависимости от строения и мощности выделяют два вида коры – **материковую** и **океаническую**. Под материками кора содержит все три слоя – осадочный, гранитный и базальтовый. Ее мощность на равнинах достигает 15 км, а в горах увеличивается до 80 км, образуя «корни гор». Под океанами гранитный слой во многих местах вообще отсутствует, и базальты покрыты тонким чехлом осадочных пород. В глубоководных частях океана мощность коры не превышает 3–5 км, а ниже залегает верхняя мантия.

**Развитие земной коры.** Наукой установлено, что более 2,5 млрд лет назад планета Земля была полностью покрыта океаном. Затем под действием внутренних сил началось поднятие отдельных участков земной коры. Процесс поднятия сопровождался бурным вулканизмом, землетрясениями, горообразованием. Так возникли первые участки суши – древние ядра современных материков. Академик В. А. Обручев называл их «древним теменем Земли».

Как только суша поднялась над океаном, на поверхности ее начали действовать внешние процессы. Горные породы разрушались, продукты разрушения сносились в океан и накапливались по его окраинам в виде осадочных горных пород. Толща осадков достигала нескольких километров, и под ее давлением океанское дно начинало прогибаться. Такие гигантские прогибы земной коры под океанами называют геосинклиналями. Образование геосинклиналей в истории Земли идет непрерывно с древнейших времен по настоящее время. В жизни геосинклиналей различают несколько стадий:

- *эмбриональная*– прогиб земной коры и накопление осадков;
- *созревания*– заполнение прогиба осадками, когда толща их достигает 15–18 км и возникает радиальное и боковое давление;
- *складчатости*– образование складчатых гор под давлением внутренних сил Земли (процесс этот сопровождается бурным вулканизмом и землетрясениями);
- *затухания*– разрушение возникших гор внешними процессами и образование на их месте остаточной холмистой равнины .

Так как осадочные горные породы в области геосинклинали являются пластичными, то в результате возникшего давления они сминаются в складки. Образуются складчатые горы, такие как Альпы, Кавказ, Гималаи, Анды и др.

Периоды, когда в геосинклиналях идет активное образование складчатых гор, называют эпохами **складчатости**. В истории Земли известно несколько таких эпох: байкальская, каледонская, герцинская, мезозойская и альпийская.

Процесс горообразования в геосинклинали может охватить и внегеосинклинальные области – области бывших, ныне разрушенных гор. Так как породы здесь жесткие, лишены пластичности, то они не сминаются в складки, а разбиваются разломами. Одни участки поднимаются, другие опускаются – возникают возрожденные глыбовые и складчато-глыбовые горы. Например, в альпийскую эпоху складчатости образовались складчатые горы Памир и возродились Алтайские и Саянские. Поэтому возраст гор определяют

не по времени их образования, а по возрасту складчатого основания, который всегда обозначен на тектонических картах.

Геосинклинали, находящиеся на разных стадиях развития, существуют и сегодня. Так, вдоль азиатского побережья Тихого океана, в Средиземном море расположена современная геосинклиналь, переживающая стадию созревания, а на Кавказе, в Андах и других складчатых горах завершается процесс горообразования; Казахский мелкосопочник – это пенеплен, холмистая равнина, образовавшаяся на месте разрушенных гор каледонской и герцинской складчатости. На поверхность здесь выходит основание древних гор – мелкие сопки – «горы-свидетели», сложенные прочными магматическими и метаморфическими породами.

Обширные участки земной коры, обладающие сравнительно малой подвижностью и равнинным рельефом, называют **платформами**. В основании платформ, в их фундаменте, лежат прочные магматические и метаморфические породы, свидетельствующие о некогда происходивших здесь процессах горообразования. Обычно фундамент покрыт толщей осадочных пород. Иногда породы фундамента выходят на поверхность, образуя **щиты**. Возраст платформы соответствует возрасту фундамента. К древним (докембрийским) платформам относятся Восточно-Европейская, Сибирская, Бразильская и др.

Платформы – это в основном равнины. Они испытывают преимущественно колебательные движения. Однако в отдельных случаях на них возможно и образование возрожденных глыбовых гор. Так, в результате возникновения Великих африканских разломов произошло поднятие и опускание отдельных участков древней Африканской платформы и образовались глыбовые горы и нагорья Восточной Африки, горы-вулканы Кения и Килиманджаро.

**Мантия.** Это промежуточная оболочка, расположенная между литосферой и ядром Земли. Нижняя ее граница проходит предположительно на глубине 2900 км. На мантию приходится более половины объема Земли. Вещество мантии находится в перегретом состоянии и испытывает огромное давление вышележащей литосферы. Мантия оказывает большое влияние на процессы, происходящие на Земле. В верхней мантии возникают магматические очаги, образуются руды, алмазы и другие ископаемые. Отсюда же на поверхность Земли поступает внутреннее тепло. Вещество верхней мантии постоянно и активно перемещается, вызывая движение литосферы и земной коры.

**Ядро.** В ядре различают две части: внешнюю, до глубины 5 тыс. км, и внутреннюю, до центра Земли. Внешнее ядро жидкое, так как через него не проходят поперечные волны, внутреннее – твердое. Вещество ядра, особенно внутреннего, сильно уплотнено и по плотности соответствует металлам, поэтому его и называют металлическим.

**Физические свойства и химический состав Земли.** К физическим свойствам Земли относят температурный режим (внутреннюю теплоту), плотность и давление.

**Внутренняя теплота Земли.** По современным представлениям Земля после ее образования была холодным телом. Затем распад радиоактивных элементов постепенно разогревал ее. Однако в результате излучения тепла с поверхности в околоземное пространство происходило ее охлаждение. Образовались относительно холодная литосфера и земная кора. На большой глубине и

сегодня высокие температуры. Рост температур с глубиной можно наблюдать непосредственно в глубоких шахтах и буровых скважинах, при извержении вулканов. Так, изливающаяся вулканическая лава имеет температуру 1200–1300 °С.

На поверхности Земли температура постоянно изменяется и зависит от притока солнечного тепла. Суточные колебания температур распространяются до глубины 1–1,5 м, сезонные – до 30 м. Ниже этого слоя лежит зона постоянных температур, где они всегда остаются неизменными и соответствуют среднегодовым температурам данной местности на поверхности Земли.

Глубина залегания зоны постоянных температур в разных местах неодинакова и зависит от климата и теплопроводности горных пород. Ниже этой зоны начинается повышение температур, в среднем на 30 °С через каждые 100 м. Однако величина эта непостоянна и зависит от состава горных пород, наличия вулканов, активности теплового излучения из недр Земли. Так, в России она колеблется от 1,4 м в Пятигорске до 180 м на Кольском полуострове.

Зная радиус Земли, можно подсчитать, что в центре ее температура должна достигать 200 000 °С. Однако при такой температуре Земля превратилась бы в раскаленный газ. Принято считать, что постепенное повышение температур происходит только в литосфере, а источником внутреннего тепла Земли служит верхняя мантия. Ниже рост температур замедляется, и в центре Земли она не превышает 50 000 °С.

**Плотность Земли.** Чем плотнее тело, тем больше масса единицы его объема. Эталоном плотности принято считать воду, 1 см<sup>3</sup> которой весит 1 г, т. е. плотность воды равна 1 г/см<sup>3</sup>. Плотность других тел определяется отношением их массы к массе воды такого же объема. Отсюда понятно, что все тела, имеющие плотность больше 1, тонут, меньше – плавают.

Плотность Земли в разных местах неодинакова. Осадочные породы имеют плотность 1,5–2 г/см<sup>3</sup>, а базальты – более 2 г/см<sup>3</sup>. Средняя плотность Земли составляет 5,52 г/см<sup>3</sup> – это в 2 с лишним раза больше плотности гранита<sup>[3]</sup>. В центре Земли плотность слагающих ее пород возрастает и составляет 15–17 г/см<sup>3</sup>.

**Давление внутри Земли.** Горные породы, находящиеся в центре Земли, испытывают огромное давление со стороны вышележащих слоев. Подсчитано, что на глубине всего лишь 1 км давление составляет 10<sup>4</sup> гПа, а в верхней мантии оно превышает 6 \* 10<sup>4</sup> гПа. Лабораторные эксперименты показывают, что при таком давлении твердые тела, например мрамор, изгибаются и могут даже течь, т. е. приобретают свойства, промежуточные между твердым телом и жидкостью. Такое состояние веществ называют пластическим. Данный эксперимент позволяет утверждать, что в глубоких недрах Земли материя находится в пластическом состоянии.

**Химический состав Земли.** В Земле можно найти все химические элементы таблицы Д. И. Менделеева. Однако количество их неодинаково, распределены они крайне неравномерно. Например, в земной коре кислород (О) составляет более 50 %, железо (Fe) – менее 5 % ее массы. Подсчитано, что базальтовый и гранитный слои состоят в основном из кислорода, кремния и

алюминия, а в мантии возрастает доля кремния, магния и железа. В целом же принято считать, что на 8 элементов (кислород, кремний, алюминий, железо, кальций, магний, натрий, водород) приходится 99,5 % состава земной коры, а на все остальные – 0,5 %. Данные о составе мантии и ядра носят предположительный характер.

**Движение земной коры** Земная кора только кажется неподвижной, абсолютно устойчивой. На самом же деле она совершает непрерывные и разнообразные движения. Некоторые из них происходят очень медленно и не воспринимаются органами чувств человека, другие, например землетрясения, носят обвальный, разрушительный характер. Какие же титанические силы приводят в движение земную кору?

**Внутренние (эндогенные) силы Земли, источник их происхождения.** Известно, что на границе мантии и литосферы температура превышает 1500 °С. При этой температуре материя должна либо расплавиться, либо превратиться в газ. При переходе твердых тел в жидкое или газообразное состояние объем их должен увеличиваться. Однако этого не происходит, так как перегретые породы находятся под давлением вышележащих слоев литосферы. Возникает эффект «парового котла», когда стремящаяся расшириться материя давит на литосферу, приводя ее в движение вместе с земной корой. При этом чем выше температура, тем сильнее давление и тем активнее движется литосфера. Особенно сильные очаги давления возникают в тех местах верхней мантии, где концентрируются радиоактивные элементы, распад которых разогревает слагающие породы до еще более высоких температур. Движения земной коры под действием внутренних сил Земли называют тектоническими. Эти движения подразделяют на колебательные, складкообразовательные и разрывные.

**Колебательные движения.** Эти движения происходят очень медленно, незаметно для человека, поэтому их еще называют **вековыми** или **эпейрогеническими**. В одних местах земная кора поднимается, в других – опускается. При этом нередко поднятие сменяется опусканием, и наоборот. Проследить за этими движениями можно только по тем «следам», которые остаются после них на земной поверхности. Например, на побережье Средиземного моря, близ Неаполя, находятся развалины храма Сераписа, колонны которого источены морскими моллюсками на высоте до 5,5 м над уровнем современного моря. Это служит безусловным доказательством того, что храм, построенный в IV в., побывал на дне моря, а затем произошло его поднятие. Сейчас этот участок суши вновь опускается. Нередко на побережьях морей выше их современного уровня находятся ступени – морские террасы, созданные когда-то морским прибоем. На площадках этих ступеней можно найти остатки морских организмов. Это свидетельствует о том, что площадки террас когда-то были дном моря, а затем берег поднялся и море отступило.

Опускание земной коры ниже 0 м над уровнем моря сопровождается наступлением моря – **трансгрессией**, а поднятие – его отступлением – **регрессией**. В настоящее время в Европе поднятия происходят в Исландии, Гренландии, на Скандинавском полуострове. Наблюдениями установлено, что область Ботнического залива поднимается со скоростью 2 см в год, т. е. на 2 м в столетие. Одновременно с этим происходит опускание территории Голландии, Южной Англии, Северной Италии, Причерноморской низменности, побережья

Карского моря. Признаком опускания морских побережий служит образование морских заливов в устьевых участках рек – эстуариев (губ) и лиманов.

При поднятии земной коры и отступлении моря морское дно, сложенное осадочными породами, оказывается сушей. Так образуются обширные **морские (первичные) равнины**: например, Западно-Сибирская, Туранская, Северо-Сибирская, Амазонская

**Складкообразовательные движения.** В тех случаях, когда пласты горных пород достаточно пластичны, под действием внутренних сил происходит смятие их в складки. Когда давление направлено по вертикали, породы смещаются, а если в горизонтальной плоскости – сжимаются в складки. Форма складок бывает самой разнообразной. Когда изгиб складки направлен вниз, ее называют синклиналью, вверх – антиклиналью. Образуются складки на больших глубинах, т. е. при высоких температурах и большом давлении, а затем под действием внутренних сил они могут быть подняты. Так возникают **складчатые горы** Кавказские, Альпы, Гималаи, Анды и др. В таких горах складки легко наблюдать там, где они обнажены и выходят на поверхность.

**Разрывные движения.** Если горные породы недостаточно прочны, чтобы выдержать действие внутренних сил, в земной коре образуются трещины – разломы и происходит вертикальное смещение горных пород. Опустившиеся участки называют **грабенами**, а поднявшиеся – **горстами**. Чередование горстов и грабенов создает **глыбовые (возрожденные) горы**. Примерами таких гор служат: Алтай, Саянские, Верхоянский хребет, Аппалачи в Северной Америке и многие другие. Возрожденные горы отличаются от складчатых как по внутреннему строению, так и по внешнему виду – морфологии. Склоны этих гор часто отвесные, долины, как и водоразделы, широкие, плоские. Пласты горных пород всегда смещены относительно друг друга.

Опустившиеся участки в этих горах, грабены, иногда заполняются водой, и тогда образуются глубокие озера: например, Байкал и Телецкое в России, Танганьика и Ньяса в Африке.

**Эндогенный процессы. Вулканы и землетрясения.** При дальнейшем повышении температуры в недрах Земли горные породы, несмотря на высокое давление, расплавляются, образуя магму. При этом выделяется много газов. Это еще больше увеличивает и объем расплава, и его давление на окружающие породы. В результате очень плотная, насыщенная газами магма стремится туда, где давление меньше. Она заполняет трещины в земной коре, разрывает и приподнимает пласты слагающих ее пород. Часть магмы, не достигнув земной поверхности, застывает в толще земной коры, образуя магматические жилы и лакколиты. Иногда же магма вырывается на поверхность, и происходит ее извержение в виде лавы, газов, вулканического пепла, обломков горных пород и застывших сгустков лавы.

**Вулканы.** У каждого вулкана имеется канал, по которому происходит извержение лавы. Это **жерло**, которое всегда заканчивается воронкообразным расширением – **кратером**. Диаметр кратеров колеблется от нескольких сот метров до многих километров. Например, диаметр кратера Везувия – 568 м. Очень большие кратеры называют кальдерами. Например, кальдера вулкана



Узона на Камчатке, которую заполняет озеро Кроноцкое, достигает 30 км в поперечнике. Форма и высота вулканов зависят от вязкости лавы. Жидкая лава быстро и легко растекается и не образует горы конусообразной формы. Примером может служить вулкан Килауза на Гавайских островах. Кратер этого вулкана представляет собой округлое озеро диаметром около 1 км, заполненное клокочущей жидкой лавой. Уровень лавы, подобно воде в чаше родника, то опускается, то поднимается, выплескиваясь через край кратера. Более широко распространены вулканы с вязкой лавой, которая, остывая, образует вулканический конус. Конус всегда имеет слоистое строение, которое свидетельствует о том, что излияния происходили многократно, а вулкан выростал постепенно, от извержения к извержению. Высота вулканических конусов колеблется от нескольких десятков метров до нескольких километров. Например, вулкан Аконкагуа в Андах имеет высоту 6960 м. Гор-вулканов, действующих и потухших, насчитывается около 1500. Среди них такие гиганты, как Эльбрус на Кавказе, Ключевская Сопка на Камчатке, Фудзияма в Японии, Килиманджаро в Африке и многие другие. Большая часть действующих вулканов расположена вокруг Тихого океана, образуя Тихоокеанское «огненное кольцо», и в Средиземноморско-Индонезийском поясе. Только на Камчатке известно 28 действующих вулканов, а всего их более 600. Распространены действующие вулканы закономерно – все они приурочены к подвижным зонам земной коры. В геологическом прошлом Земли вулканизм был более активным, чем теперь. Кроме обычных (центральных) извержений происходили трещинные излияния. Из гигантских трещин (разломов) в земной коре, протянувшихся на десятки и сотни километров, лава извергалась на земную поверхность. Создавались сплошные или пятнистые лавовые покровы, выравнивающие рельеф местности. Толща лавы достигала 1,5–2 км. Так образовались **лавовые равнины**. Примером таких равнин служат отдельные участки Среднесибирского плоскогорья, центральной части плоскогорья Декан в Индии, Армянское нагорье, плато Колумбия.

**Землетрясения.** Причины землетрясений бывают разные: извержение вулканов, обвалы в горах. Но наиболее сильные из них возникают в результате движений земной коры. Такие землетрясения называют **тектоническими**. Зарождаются они обычно на большой глубине, на границе мантии и литосферы. Место зарождения землетрясения называется **гипоцентром** или **очагом**. На поверхности Земли, над гипоцентром, находится **эпицентр** землетрясения. Здесь сила землетрясения наиболее велика, а при удалении от эпицентра она ослабевает. Земная кора сотрясается непрерывно. В течение года наблюдается свыше 10 000 землетрясений, но большая часть из них настолько слаба, что не ощущается человеком и фиксируется только приборами. Сила землетрясений измеряется в баллах – от 1 до 12. Мощные 12-балльные землетрясения бывают редко и носят катастрофический характер. При таких землетрясениях происходят деформации в земной коре, образуются трещины, сдвиги, сбросы, обвалы в горах и провалы на равнинах. Если они происходят в густонаселенных местах, то возникают большие разрушения и многочисленные человеческие жертвы. Крупнейшими землетрясениями в истории являются Мессинское (1908), Токийское (1923), Ташкентское (1966), Чилийское (1976) и Спитакское

(1988). В каждом из этих землетрясений погибли десятки, сотни и тысячи человек, а города были разрушены почти до основания. Нередко гипоцентр находится под океаном. Тогда возникает разрушительная океаническая волна – **цунами**.

**Внешние (экзогенные) процессы, преобразующие поверхность Земли.** Одновременно с внутренними, тектоническими процессами на Земле действуют процессы внешние. В отличие от внутренних, охватывающих всю толщу литосферы, они действуют только на поверхности Земли. Глубина их проникновения в земную кору не превышает нескольких метров и лишь в пещерах – до нескольких сот метров. Источником происхождения сил, вызывающих внешние процессы, служит тепловая солнечная энергия.

Внешние процессы очень разнообразны. К ним относятся выветривание горных пород, работа ветра, воды и ледников.

**Выветривание.** Оно подразделяется на физическое, химическое и органическое.

*Физическое выветривание – это механическое раздробление, измельчение горных пород.*

Происходит оно при резком изменении температуры. При нагревании порода расширяется, при охлаждении – сжимается. Так как коэффициент расширения разных минералов, входящих в породу, неодинаков, процесс ее разрушения усиливается. Вначале порода распадается на крупные глыбы, которые с течением времени измельчаются. Ускоренному разрушению породы способствует вода, которая, проникая в трещины, замерзает в них, расширяется и разрывает породу на отдельные части. Наиболее активно физическое выветривание действует там, где происходит резкая смена температуры, а на поверхность выходят твердые магматические породы – гранит, базальт, сиениты и т. д.

*Химическое выветривание – это химическое воздействие на горные породы различных водных растворов.*

При этом, в отличие от физического выветривания, происходят разнообразные химические реакции, а вследствие этого изменение химического состава и, возможно, образование новых горных пород. Действует химическое выветривание повсеместно, но особенно интенсивно протекает в легкорастворимых породах – известняках, гипсах, доломитах.

*Органическое выветривание представляет собой процесс разрушения горных пород живыми организмами – растениями, животными и бактериями.*

Лишайники, например, поселяясь на скалах, истачивают их поверхность выделяемой кислотой. Корни растений также выделяют кислоту, а кроме того, корневая система действует механически, как бы разрывая породу. Дождевые черви, пропуская через себя неорганические вещества, преобразуют породу и улучшают доступ в нее воды и воздуха.

**Выветривание и климат.** Все виды выветривания протекают одновременно, но действуют с разной интенсивностью. Зависит это не только от слагающих пород, но и главным образом от климата.

В полярных странах наиболее активно проявляется морозное выветривание, в умеренных – химическое, в тропических пустынях – механическое, во влажных тропиках – химическое.

**Работа ветра.** Ветер способен разрушать горные породы, переносить и откладывать их твердые частицы. Чем сильнее ветер и чем чаще он дует, тем большую работу он способен производить. Там, где на поверхность Земли выходят скалистые обнажения, ветер бомбардирует их песчинками, постепенно стирая и разрушая даже самые твердые породы. Менее устойчивые породы разрушаются быстрее, возникают специфические, **эоловые формы рельефа** – каменные кружева, эоловые грибы, столбы, башни.

В песчаных пустынях и по берегам морей и крупных озер ветер создает специфические формы рельефа – барханы и дюны.

**Барханы** – это подвижные песчаные холмы серповидной формы. Наветренный склон их всегда пологий ( $5-10^\circ$ ), а подветренный – крутой – до  $35-40^\circ$ . Образование барханов связано с торможением ветрового потока, несущего песок, которое происходит из-за каких-либо препятствий – неровностей поверхности, камней, кустов и т. д. Сила ветра ослабевает, и начинается отложение песка. Чем постояннее ветры и чем больше песка, тем быстрее растет бархан. Наиболее высокие барханы – до 120 м – обнаружены в пустынях Аравийского полуострова.

Передвигаются барханы по направлению ветра. Ветер гонит песчинки по пологому склону. Достигнув гребня, ветровой поток завихряется, скорость его уменьшается, песчинки выпадают и скатываются по крутому подветренному склону. Это обуславливает перемещение всего бархана со скоростью до 50–60 м в год. Передвигаясь, барханы могут засыпать оазисы и даже целые поселки.

На песчаных пляжах развеваемые пески образуют **дюны**. Они тянутся вдоль берега в виде громадных песчаных гряд или холмов высотой до 100 м и более. В отличие от барханов они не имеют постоянной формы, но также могут передвигаться в направлении от пляжа в глубь суши. Для того чтобы остановить движение дюн, высаживают древесно-кустарниковые растения, в первую очередь сосны.

**Работа снега и льда.** Снег, особенно в горах, выполняет значительную работу. На склонах гор накапливаются огромные массы снега. Время от времени они срываются со склонов, образуя снежные лавины. Такие лавины, двигаясь с огромной скоростью, захватывают обломки скал и увлекают вниз, сметая все на своем пути. За грозную опасность, которую несут снежные лавины, их называют «белой смертью».

Твердый материал, который остается после таяния снега, образует громадные каменистые бугры, перегораживающие и заполняющие межгорные впадины.

Еще большую работу выполняют **ледники**. Они занимают на Земле громадные площади – более 16 млн км<sup>2</sup>, что составляет 11 % площади суши.

Различают ледники материковые, или покровные, и горные. **Материковые льды** занимают огромные площади в Антарктиде, Гренландии, на многих полярных островах. Толщина льда материковых ледников неодинакова. Например, в Антарктиде она достигает 4000 м. Под действием громадной

тяжести лед сползает в море, обламывается, и образуются **айсберги** – ледяные плавающие горы.

У **горных ледников** различают две части – области питания или накопления снега и таяния. Накапливается снег в горах выше **снеговой линии**. Высота этой линии в разных широтах неодинакова: чем ближе к экватору, тем выше снеговая линия. В Гренландии, например, она лежит на высоте 500–600 м, а на склонах вулкана Чимборасо в Андах – 4800 м.

Выше снеговой линии снег накапливается, уплотняется и постепенно превращается в лед. Лед обладает пластическими свойствами и под давлением вышележащих масс начинает скользить по склону вниз. В зависимости от массы ледника, его насыщенности водой и крутизны склона скорость движения колеблется от 0,1 до 8 м в сутки.

Двигаясь по склонам гор, ледники выпахивают рытвины, сглаживают выступы скал, расширяют и углубляют долины. Обломочный материал, который ледник захватывает при своем движении, при таянии (отступлении) ледника, остается на месте, образуя ледниковую морену. **Морена** – это груды обломков скал, валунов, песка, глины, оставленные ледником. Различают морены донные, боковые, поверхностные, срединные и конечные.

Горные долины, по которым когда-либо проходил ледник, легко отличить: в этих долинах всегда обнаруживаются остатки морен, а форма их напоминает корыто. Такие долины называют **трогами**.

**Работа текучих вод.** К текучим водам относятся временные дождевые потоки и талые снеговые воды, ручьи, реки и подземные воды. Работа текучих вод с учетом фактора времени грандиозна. Можно сказать, что весь облик земной поверхности в той или иной мере создан текучей водой. Все текучие воды объединяет то, что они производят три вида работ:

- разрушение (эрозию);
- перенос продуктов (транзит);
- отношение (аккумуляцию).

В результате образуются разнообразные неровности на поверхности Земли – овраги, борозды на склонах, обрывы, долины рек, песчаные и галечные острова и т. д., а также пустоты в толще горных пород – пещеры.

**Действие силы тяжести.** Все тела – жидкие, твердые, газообразные, находящиеся на Земле, – притягиваются к ней.

*Сила, с которой тело притягивается к Земле, называется **силой тяжести**.*

Под действием этой силы все тела стремятся занять самое низкое положение на земной поверхности. В результате возникают водные потоки в реках, дождевые воды просачиваются в толщу земной коры, обрушиваются снежные лавины, движутся ледники, вниз по склонам перемещаются обломки горных пород. Сила тяжести – необходимое условие действия внешних процессов. В противном случае продукты выветривания оставались бы на месте их образования, покрывая, как плащом, нижележащие породы.

**Литосферные плиты и их движение.** Учение о геосинклиналях и платформах получило в науке название «**фиксизм**», поскольку согласно этой теории крупные блоки коры зафиксированы на одном месте. Во второй половине XX в. многие ученые поддержали **теорию мобилизма**, в основе

которой лежит представление о горизонтальных движениях литосферы. Согласно этой теории вся литосфера глубинными разломами, достигающими верхней мантии, разбита на гигантские блоки – литосферные плиты. Границы между плитами могут проходить как по суше, так и по дну океанов. В океанах этими границами обычно служат срединные океанические хребты. В этих областях зафиксировано большое количество разломов – рифтов, по которым вещество верхней мантии изливается на дно океана, растекаясь по нему. В тех областях, где проходят границы между плитами, нередко активизируются процессы горообразования – в Гималаях, Андах, Кордильерах, Альпах и т. д. Основание плит находится в астеносфере, и по ее пластическому субстрату литосферные плиты, подобно гигантским айсбергам, медленно перемещаются в разных направлениях. Перемещение плит зафиксировано точнейшими измерениями из космоса. Так, африканский и аравийский берега Красного моря медленно удаляются друг от друга, что позволило некоторым ученым назвать это море «зародышем» будущего океана. Космические снимки позволяют проследить и направление глубинных разломов земной коры.

Теория мобилизма убедительно объясняет образование гор, так как для их возникновения необходимо не только радиальное, но и боковое давление. Там, где сталкиваются две плиты, одна из них погружается под другую, а вдоль границы столкновения образуются «торосы», т. е. горы. Этот процесс сопровождается землетрясениями и вулканизмом.

### **Рельеф земного шара**

*Рельеф – это совокупность неровностей земной поверхности, различающихся по высоте над уровнем моря, происхождению и т. п.*

Эти неровности придают неповторимый облик нашей планете. На формирование рельефа оказывают воздействие как внутренние, тектонические, так и внешние силы. Благодаря тектоническим процессам возникают в основном крупные неровности поверхности – горы, нагорья и т. д., а внешние силы направлены на их разрушение и создание более малых форм рельефа – речных долин, оврагов, барханов и т. д. Все формы рельефа подразделяют на вогнутые (впадины, долины рек, овраги, балки и т. д.), выпуклые (холмы, горные хребты, вулканические конусы и пр.), просто горизонтальные и наклонные поверхности. Размер их может быть самым разнообразным – от нескольких десятков сантиметров до многих сотен и даже тысяч километров. В зависимости от масштаба выделяют планетарные, макро-, мезо- и микроформы рельефа.

К планетарным относят выступы материков и впадины океанов. Материки и океаны нередко являются антиподами. Так, Антарктика лежит против Северного Ледовитого океана, Северная Америка – против Индийского, Австралия – против Атлантического и только Южная Америка – против Юго-Восточной Азии. Глубины океанических впадин колеблются в больших пределах. Средняя глубина составляет 3800 м, а максимальная, отмеченная в Марианской впадине Тихого океана, – 11 022 м. Высшая точка суши – гора Эверест (Джомолунгма) достигает 8848 м. Таким образом, амплитуда высот достигает почти 20 км. Преобладающие глубины в океане – от 3000 до 6000 м, а

высоты на суше – менее 1000 м. Высокие горы и глубоководные впадины занимают всего лишь доли процента поверхности Земли. Средняя высота материков и их частей над уровнем океана также неодинакова: Северная Америка – 700 м, Африка – 640, Южная Америка – 580, Австралия – 350, Антарктида – 2300, Евразия – 635 м, причем высота Азии 950 м, а Европы – всего 320 м. Средняя высота суши 875 м.

**Рельеф дна океана.** На дне океана, как и на суше, имеются разнообразные формы рельефа – горы, равнины, впадины, желоба и т. д. Они обычно имеют более мягкие очертания, чем аналогичные формы рельефа суши, так как внешние процессы протекают здесь более спокойно.

В рельефе океанского дна выделяют:

– **материковую отмель, или шельф (полка)**, – мелководная часть до глубины 200 м, ширина которой в ряде случаев достигает многих сотен километров;

– **материковый склон** – довольно крутой уступ до глубины 2500 м;

– **ложе океана**, которое занимает большую часть дна с глубинами до 6000 м.

Наибольшие глубины отмечены в **желобах, или океанических впадинах**, где они превышают отметку 6000 м. Желоба обычно протягиваются вдоль материков по окраинам океана. В центральных частях океанов располагаются срединные океанические хребты (рифты): Южно-Атлантический, Австралийский, Антарктический и др.

**Рельеф суши.** Основные элементы рельефа суши – это горы и равнины. Они образуют макрорельеф Земли.

**Горой** называют возвышенность, имеющую вершинную точку, склоны, подошвенную линию, поднимающиеся над местностью выше 200 м; возвышение же высотой до 200 м называется **холмом**. Линейно вытянутые формы рельефа, имеющие гребень и склоны, – это **горные хребты**. Хребты разделяются расположенными между ними **горными долинами**. Соединяясь между собой, горные хребты образуют **горные цепи**. Совокупность хребтов, цепей и долин называют **горным узлом, или горной страной**, а в обиходе – **горами**. Например, Алтайские горы, Уральские горы и т. п. Обширные участки земной поверхности, состоящие из горных хребтов, долин и высоких равнин, называются **нагорьями**. Например, Иранское нагорье, Армянское нагорье и др. По происхождению горы бывают тектоническими, вулканическими и эрозионными. **Тектонические горы** образуются в результате движений земной коры, они состоят из одной или множества складок, поднятых на значительную высоту. Все высочайшие горы мира – Гималаи, Гиндукуш, Памир, Кордильеры и др. – складчатые. Для них характерны остроконечные вершины, узкие долины (теснины), вытянутые гребни. **Глыбовые и складчато-глыбовые горы** образуются в результате поднятия и опускания блоков (глыб) земной коры по плоскостям разломов. Для рельефа этих гор характерны плоские вершины и водоразделы, широкие, с плоским дном, долины. Это, например, Уральские горы, Аппалачи, Алтай и др. **Вулканические горы** образуются в результате накопления продуктов вулканической деятельности. На поверхности Земли достаточно широко распространены **эрозионные горы**, которые образуются в результате расчленения высоких равнин внешними силами, в первую очередь

текучими водами. По высоте горы подразделяются на низкие (до 1000 м), средне-высотные (от 1000 до 2000 м), высокие (от 2000 до 5000 м) и высочайшие (выше 5 км). Высоту гор легко определить по физической карте. По ней же можно определить, что большая часть гор относится к средне-высотным и высоким. Выше 7000 м поднимаются немногие вершины, и все они находятся в Азии. Высоту более 8000 м имеют всего лишь 12 горных вершин, расположенных в горах Каракорум и Гималаях. Высшей точкой планеты является гора, или, точнее, горный узел, Эверест (Джомолунгма) – 8848 м.

Большую часть поверхности суши занимают равнинные пространства. **Равнины** – это участки земной поверхности, имеющие плоский или слабохолмистый рельеф. Чаще всего равнины слегка наклонные. По характеру поверхности равнины делят на **плоские, волнистые и холмистые**, но на обширных равнинах, например Туранской или Западно-Сибирской, можно встретить участки с различными формами рельефа поверхности. В зависимости от высоты над уровнем моря равнины подразделяются на **низменные** (до 200 м), **возвышенные** (до 500 м) и **высокие (плоскогорья)** (свыше 500 м). Возвышенные и высокие равнины всегда сильно расчленены водными потоками и имеют холмистый рельеф, низменные часто бывают плоскими. Некоторые равнины расположены ниже уровня моря. Так, Прикаспийская низменность имеет высоту 28 м. Нередко на равнинах встречаются замкнутые котловины большой глубины. Например, впадина Карагис имеет отметку 132 м, а впадина Мертвого моря – 400 м. Возвышенные равнины, ограниченные крутыми уступами, отделяющими их от окружающей местности, называются **плато**. Таковы плато Устюрт, Путорана и др. **Плоскогорья** – плосковершинные участки земной поверхности, могут иметь значительную высоту. Так, например, плоскогорье Тибет поднимается выше 5000 м. По происхождению выделяют несколько типов равнин. Значительные пространства суши занимают **морские (первичные) равнины**, образовавшиеся в результате морских регрессий. Это, например, Туранская, Западно-Сибирская, Великая Китайская и ряд других равнин. Почти все они относятся к великим равнинам планеты. Большая часть их – низменности, рельеф плоский или слегка холмистый. **Пластовые равнины** – это плоские участки древних платформ с почти горизонтальным залеганием пластов осадочных пород. К таким равнинам относится, например, Восточно-Европейская. Равнины эти большей частью имеют холмистый рельеф. Небольшие пространства в долинах рек занимают **аллювиальные (наносные) равнины**, образовавшиеся в результате выравнивания поверхности речными отложениями – аллювием. К этому типу относятся равнины Индо-Гангская, Месопотамская, Лабрадорская. Эти равнины низкие, плоские, очень плодородные. Высоко над уровнем моря приподняты равнины – **лавовые покровы** (Среднесибирское плоскогорье, Эфиопское и Иранское нагорья, плоскогорье Декан). Некоторые равнины, например Казахский мелкосопочник, образовались в результате разрушения гор. Их называют **эрозионными**. Эти равнины всегда возвышенные и холмистые. Эти холмы сложены прочными кристаллическими породами и представляют собой остатки бывших здесь некогда гор, их «корни».

**Минералы. Горные породы. Полезные ископаемые.**

Какое чудо — минерал,  
Природы волшебство!..  
*Корнелиус Серл Хёлбат*

Как вы уже знаете, Земля состоит из множества химических элементов — кислорода, азота, кремния, железа и т. д. Соединяясь между собой, химические элементы образуют минералы.

**Минералы.** Минералы — природные соединения элементов, образующиеся в результате физико-химических процессов. Всего известно около 4 тыс. минералов, изучением которых занимается наука минералогия. Минералы, состоящие из одного элемента, называются **самородными**. К ним относятся золото (Au), серебро (Ag), алмаз (C), медь (Cu), сера (S). Но чаще всего формула минерала довольно сложна. Например, формула турмалина:  $(\text{Na,Ca})(\text{Li,Vg,Al})_3(\text{Al,Fe,Mn})_6(\text{BO}_3)(\text{Si}_6\text{O}_{18})(\text{OH})_4$ . Большая часть минералов состоит из двух или нескольких химических элементов. Узнать, какое количество элементов содержится в минерале, можно по его химической формуле. Например, галит (поваренная соль) состоит из натрия и хлора и имеет формулу  $\text{NaCl}$ ; магнетит (магнитный железняк) — из трех молекул железа и двух кислорода ( $\text{Fe}_3\text{O}_4$ ) и т. д. Некоторые минералы образованы одним химическим элементом, например: сера, золото, платина, алмаз и др. Такие минералы называют **самородными**. В природе известно около 40 самородных элементов, на долю которых приходится 0,1 % массы земной коры. Минералы могут быть не только твердыми, но и жидкими (вода, ртуть, нефть), и газообразными (сероводород, углекислый газ).

**СВОЙСТВА МИНЕРАЛОВ.** **Спайность** — способность минерала раскалываться по определенным направлениям. Самый высший балл спайности у минерала слюды — он раскалывается на совершенно гладкие прозрачные пластинки. Благодаря этому в Средние века слюдой закрывали оконные проёмы — они были достаточно прочными и пропускали дневной свет.

**Твёрдость** минералов определяется путем сравнения с другими минералами, принятыми за эталон различных степеней твёрдости. Для этого используется шкала Мооса, где каждому минералу присвоен номер в порядке возрастания твёрдости: 1 — тальк, 2 — гипс, 3 — кальцит, 4 — флюорит, 5 — апатит, 6 — полевой шпат, 7 — кварц, 8 — топаз, 9 — корунд, 10 — алмаз.

**Формы** кристаллов минерала носят названия, связанные с количеством граней. Например, восьмигранный кристалл называется октаэдром, четырёхгранный — тетраэдром. Но минерал не всегда имеет кристаллическую форму. В природе существует поразительное множество минералов — слоистые, таблитчатые, дендритовые (т.е. похожие на дерево), почковидные и т.д.

**Цвет** — важное свойство минералов. Некоторые минералы имеют настолько характерную окраску, что это даже отразилось в их названии. Например, минерал родонит получил название за розоватый цвет (от греч. *rhodon* — розовый), минерал альбит переводится как «белый». Принято различать цвет минерала и цвет черты минерала на белом куске фарфора. Иногда они не совпадают, что является хорошим признаком для определения минерала. Например, цвет минерала гематита — тёмно-красно-коричневый или



чёрный. Но если провести кусочком гематита черту, то она окажется красной. По этому признаку минерал и получил свое название (от греч. *haima* — кровь).

Большинство минералов имеют кристаллическое строение. Форма кристалла для данного минерала всегда постоянна. Например, кристаллы кварца имеют форму призмы, галита – форму куба и т. д. Если поваренную соль растворить в воде, а затем выкристаллизовать, то вновь образованные минералы приобретут кубическую форму. Многие минералы обладают способностью расти. Размеры их колеблются от микроскопических до гигантских. Например, на острове Мадагаскар найден кристалл берилла длиной 8 м и диаметром 3 м. Вес его составляет почти 400 т. Некоторые минералы называются **породообразующими**. Среди них роговая обманка, слюда, кварц, оливин, плагиоклаз. Они являются основным строительным материалом для природных соединений — горных пород. **Углерод (С)** образует сразу несколько минералов. Они формируются в различных условиях, и поэтому свойства их неодинаковы. Самый твёрдый из них — **алмаз**. Его происхождение связано с очень высокими температурами и давлением в недрах Земли. Самый мягкий — **графит**, известный всем по простому карандашу, грифель которого сделан из графита. Он образуется при метаморфизме (изменении) угля.

По образованию все минералы делятся на несколько групп. Одни из них (полевой шпат, кварц, слюда) выделяются из магмы при ее медленном остывании на больших глубинах; другие (сера) – при быстром остывании лавы; третьи (гранат, яшма, алмаз) – при высоких температурах и давлении на больших глубинах; четвертые (гранаты, рубины, аметисты) выделяются из горячих водных растворов в подземных жилах; пятые (гипс, соли, бурый железняк) образуются при химическом выветривании.

Всего в природе насчитывается более 2500 минералов. Для их определения и изучения большое значение имеют физические свойства, к которым относят блеск, цвет, цвет черты, т. е. следа, оставляемого минералом, прозрачность, твердость, спайность, излом, удельный вес. Например, у кварца форма кристаллов призматическая, блеск стеклянный, спайности нет, излом раковистый, твердость 7, удельный вес  $2,65 \text{ г/см}^3$ , черты не имеет; у галита форма кристалла кубическая, твердость 2,2, удельный вес  $2,1 \text{ г/см}^3$ , блеск стеклянный, цвет белый, спайность совершенная, вкус соленый и т. д.

Из минералов наиболее известны и широко распространены 40–50, которые называют породообразующими (полевой шпат, кварц, галит и пр.).

Один из самых распространённых минералов на Земле — **кварц**. Его удивительное разнообразие привело к тому, что камни с одинаковым составом  $\text{SiO}_2$ , но отличающиеся по цвету, носят разные имена. Так, фиолетовую разновидность называют аметистом, жёлтую — цитрином, чёрную — морионом, прозрачную — горным хрусталём. Призматические кристаллы кварца с горизонтальной штриховкой на гранях можно найти повсюду, в том числе и в городах. Скрытокристаллические разновидности кварца (т.е. те, в которых кристаллики очень малы) носят название «халцедон». Это очень красивый слоистый камень, который часто используется в ювелирном деле. Красно-розовую разновидность называют карнеолом, оранжевую —

сердоликом, зеленоватую — хризопразом. Красивый полосчатый бело-голубой халцедон именуют агатом. Благодаря своей слоистости агаты стали прекрасным материалом для тюркских — резчиков по камню. Именно из агата выполнена знаменитая камея Гонзага — гемма, рельефный рисунок которой создан искусным сочетанием более тёмных и более светлых слоёв. В древности многие представители семейства кварца считались амулетами и оберегами.

**Горные породы.** Данные породы представляют собой скопление одного или нескольких минералов. Мрамор, известняк, гипс состоят из одного минерала, а гранит, базальт — из нескольких. Всего в природе насчитывается около 1000 горных пород. В зависимости от происхождения — генезиса — горные породы подразделяются на три основные группы: магматические, осадочные и метаморфические.

**Магматические породы.** Образуются при остывании магмы; кристаллического строения, не имеют слоистости; не содержат остатков животных и растений. Среди магматических пород различают глубинные и излившиеся. *Глубинные породы* образовались в глубине земной коры, где магма находится под большим давлением и ее остывание происходит очень медленно. Примером глубинной породы может служить гранит — наиболее распространенная кристаллическая порода, состоящая в основном из трех минералов: кварца, полевого шпата и слюды. Цвет гранитов зависит от цвета полевого шпата. Чаще всего они серые или розовые. При излиянии магмы на поверхность образуются *излившиеся породы*. Они представляют либо спекшуюся массу, напоминающую шлак, либо стекловидную, тогда их называют вулканическим стеклом. В отдельных случаях образуется мелкокристаллическая порода типа базальта.

**Осадочные породы.** Покрывают примерно 80 % всей поверхности Земли. Для них характерны слоистость и пористость. Как правило, осадочные породы являются результатом накопления в морях и океанах остатков отмерших организмов или снесенных с суши частиц разрушенных твердых пород. Процесс накопления происходит неравномерно, поэтому образуются слои разной мощности (толщины). Во многих осадочных породах находят окаменелости или отпечатки животных и растений. В зависимости от места образования осадочные породы подразделяют на континентальные и морские. К *континентальным породам* относятся, например, глины. Глины — измельченный продукт разрушения твердых пород. Они состоят из мельчайших чешуйчатообразных частиц, обладают способностью впитывать воду. Глины пластичны, водоупорны. Цвет их различен — от белого до синего и даже черного. Белые глины используют для производства фарфора. Континентального происхождения и широко распространенная горная порода — лёсс. Это мелкозернистая, неслоистая порода желтоватого цвета, состоящая из смеси кварца, глинистых частиц, углекислой извести и гидратов окиси железа. Легко пропускает воду. *Морские породы* обычно формируются на дне океанов. К ним относят некоторые глины, пески, гравий. Большая группа осадочных *биогенных горных пород* образовалась из остатков умерших животных и растений. К ним относят известняки, доломиты и некоторые горючие полезные ископаемые (торф, каменный уголь, горючие сланцы). Особенно широко в

земной коре распространен известняк, состоящий из углекислого кальция. В его фрагментах легко можно заметить скопления мелких раковин и даже скелетов небольших животных. Цвет известняков различный, чаще серый. Мел также образован из мельчайших раковин – обитателей моря. Огромные запасы этой горной породы находятся в Белгородской области, где по крутым берегам рек можно увидеть выходы мощных слоев мела, выделяющегося своей белизной. Известняки, в которых имеется примесь углекислого магния, называют доломитами. Известняки имеют широкое применение в строительстве. Из них изготавливают известь для штукатурных работ и цемент. Лучший цемент изготавливают из мергеля. В тех морях, где раньше обитали животные, имеющие кремневые раковины, и росли водоросли, содержащие кремний, образовалась горная порода трепел. Это легкая, плотная, обычно желтоватая или светло-серая порода, являющаяся строительным материалом. К осадочным относят также породы, образовавшиеся путем *осаждения из водных растворов* (гипс, каменная соль, калийная соль, бурый железняк и др.).

**Метаморфические породы.** Эта группа пород образовалась из осадочных и магматических пород под воздействием высоких температур, давления, а также химических изменений. Так, при действии температуры и давления на глину образуются глинистые сланцы, на песок – плотные песчаники, а на известняки – мрамор. Изменения, т. е. метаморфоз, происходят не только с осадочными породами, но и с магматическими. Под воздействием высоких температур и давления гранит приобретает слоистое строение и образуется новая порода – гнейс. Высокая температура и давление способствуют перекристаллизации пород. Из песчаников образуется очень прочная кристаллическая порода – кварцит.

### **Полезные ископаемые**

Скопления в недрах Земли минеральных соединений, таких как нефть, газ, руды, строительные материалы и пр., используемые человеком, называются полезными ископаемыми. Ещё на заре цивилизации люди нашли им применение: из глины и камней строили жилища и мостили дороги, каменный уголь использовали для обогрева, из твёрдых кремней изготавливали наконечники для стрел и копий, расплавляя куски руды, получали металл и отливали оружие.

**КАМЕННЫЙ ВЕК (4 ТЫСЯЧЕЛЕНИЕ ДО Н.Э.)** Для своих жилищ древний человек использует камни и глину. Первые горные выработки Европе относятся именно к каменному веку. Стены каменных построек украшали росписями. Краску для этого люди научились добывать, растирая глину и горные породы. Например, в Китае красную краску называли «кровью дракона» и добывали из киновари, содержащей ртуть. Для ножей, скребков и наконечников древние люди использовали очень прочные кремневые осколки, которые примитивно обтачивали и даже шлифовали. **БРОНЗОВЫЙ ВЕК (4 -1 ТЫСЯЧЕЛЕНИЕ ДО Н.Э.)** В это время человек начал использовать металлы и в первую очередь ковкую, мягкую и податливую медь. Чтобы придать большую прочность изделиям, в медь добавлялись разные примеси (олово, серебро и свинец). Из этих сплавов, называемых бронзой, стали делать не только оружие и орудия труда, но и утварь и украшения, которые украшались самоцветными

камнями — бирюзой, лазурином, гипсом. Медь была залогом экономического могущества государств и предметом торговли, поэтому добыча металлов постепенно росла. Для этого требовались специальные знания, а значит, и специальные люди, которые обладали знаниями горного дела. Одни из самых древних медных рудников находятся в Египте и Междуречье. Добыча камня получила наибольшее развитие в Древнем Египте, где для строительства пирамид и городов требовалось огромное количество строительного материала.

**ЖЕЛЕЗНЫЙ ВЕК (ПОСЛЕ 10 В. ДО Н.Э.)** Человек начал широко использовать **железные руды**. Для выплавки железа — гораздо более прочного и долговечного металла, чем медь, — сооружались печи и кузницы. Появилась и новая специальность — кузнец. Железные руды разрабатывались очень широко на территории всей Европы, о чём и сегодня напоминают старые шахты и горные выработки. Но людей влекло не только железо. Практически промышленным способом велись разработки серебра, золота, олова, меди. Железный век — век рождения и активного развития горного дела. В это время зарождались основы геологических и минералогических знаний. По состоянию, в котором в природе находятся полезные ископаемые, их разделяют на жидкие, твёрдые и газообразные. С течением времени полезные ископаемые могут быть исчерпаны человеком, например, нефть, пласты железной руды, россыпи благородных металлов — золота, платины... К неисчерпаемым ресурсам относится вода, хотя проблема пресной чистой воды всё чаще и чаще встаёт перед человечеством. Когда полезный для человека компонент в недрах находится в концентрированном состоянии и его можно разрабатывать промышленно, это называют **месторождением**. Например, знаменитые Донбасс и Кузбасс — это Донецкий и Кузнецкий угольные бассейны, богатейшие месторождения угля. Без горючих полезных ископаемых — нефти, природного газа, угля, торфа — нет энергетики. Для любой страны они являются стратегическим сырьём. Их добыча ведётся с незапамятных времён.

**Горючие полезные ископаемые. ИСКОПАЕМЫЙ УГОЛЬ.** Каменный уголь — ровесник древних геологических эпох Земли. Один из периодов геохронологической шкалы в его честь назван **каменно-угольным**, или **карбоном**. Именно тогда, около 354—286 млн лет назад, поверхность суши покрывали густые тропические леса, состоящие из гигантских древовидных папоротников и хвощей. Климат той эпохи был тёплым и влажным. Старые падающие деревья уступали место новым. Громадные слои из отживших деревьев накапливались в мелководных водоёмах, превращаясь в мощные пласты каменного угля. Таким путём образовалось более 30% всех мировых запасов угля. На нашей планете месторождения ископаемого угля — не редкость, они находятся на каждом континенте и многих островах. Не исключение и Антарктида: предполагают, что под огромными толщами покровных ледников залегают такие же месторождения, как и в Европе. Горючие свойства угля были известны ещё нашим далёким предкам. «Горючие камни» медленно раскалялись в огне, но зато затем очень долго отдавали тепло. В зависимости от условий образования ископаемый уголь различен. Самый высококачественный и плотный уголь — антрацит, менее плотный — бурый уголь, а совсем «рыхлый» и лёгкий — торф.

Последние менее ценны в энергетическом плане, но быстрее воспламеняются. Ископаемый уголь используют как топливо для доменных печей при производстве чугуна и стали.

**НЕФТЬ И ГАЗ.** Скопление нефти и газа возникают благодаря наличию природных «ловушек» в недрах Земли — слоев проницаемых осадочных пород между слоями непроницаемых. В них накапливается маслянистая горючая жидкость, которая поднимается из глубин по трещинам. Горючие свойства нефти связаны с её составом — это смесь углеводородов, серы, кислородных и азотистых соединений. Нефть сопровождают природные газы, которые, как более легкие, залегают над нефтяной линзой. Богатейшие страны мира обладают самыми значительными запасами нефти. Некоторые страны, например США, имеют огромные разведанные запасы нефти, но не используют их в полном объеме, предпочитая сберечь «чёрное золото» за консервированным для будущего. Самые богатые месторождения находятся в Кувейте, Саудовской Аравии, России, Азербайджане, Канаде, США, Мексике, Индонезии. В России одним из самых богатых месторождений нефти является Самотлорское в Западной Сибири, там же расположены крупнейшие газовые месторождения, среди которых Бованенковское, Уренгойское и Ямбургское в Тюменской области. Добыча нефти ведется не только на суше, но и на шельфе многих морей с помощью буровых установок на плавучих платформах. Большое количество нефти добывается на шельфах Северного моря и в Мексиканском заливе. Энергетика и химическое производство — далеко не полный список применения нефти.

**Руды черных металлов.** Чтобы получить металл, нужна руда. Неудивительно, что одно из самых древних занятий человека — горнорудное производство, т.е. поиск, разведка, добыча и переработка руд. К чёрным металлам относят железо, марганец, хром, титан, ванадий. Руду недостаточно добыть, из неё ещё нужно извлечь полезный компонент, чтобы выплавить металл. В результате неизбежно происходит загрязнение окружающей среды. Если в Средние века добыча чёрных металлов была залогом экономического процветания для многих стран, то сегодня, оберегая и охраняя природу, многие государства уже отказываются от добычи руды открытым способом, как на Курской магнитной аномалии, предпочитая закрытый шахтовый метод добычи. Ведь ежегодно из земли извлекается почти миллиард тонн руды. Пустая порода, извлечённая из недр при добыче руды, — это большая экологическая проблема для районов, где идет активная добыча полезных ископаемых. Металлургические комбинаты тратят огромные средства на установку очистительных фильтров, не позволяющих всем вредным отходам производства попадать в окружающую среду. Однако без добычи руд чёрных металлов не было бы прогресса в развитии цивилизации. **Благородные металлы** — золото, серебро, платина ценились всегда благодаря изысканному виду, мягкости и уникальным свойствам (золото, например, очень стойкое; серебро обладает дезинфицирующим свойством).

**Руды цветных металлов.** К рудам цветных металлов относятся известные с древности медь, олово, свинец, ртуть, цинк. Они были востребованы на всем протяжении человеческой истории. Но в последние десятилетия, когда структура экономики стала более прогрессивной, без них

просто не обойтись. Цветные металлы — это электротехническая, авиационная, космическая промышленность, производство полупроводников, катализаторов, автомобильных фильтров и др. **Радиоактивность** — свойство металлов, о котором стало известно только в XX веке. Оно связано со способностью некоторых элементов — урана, тория, радия, циркония — излучать энергию особого типа. Это свойство используется в атомной энергетике. Однако выяснилось также, что отходы такого производства обладают смертоносными свойствами. Пока проблема ядерных отходов остаётся нерешённой. Добыча руды с древности и до недавнего времени не обходилась без отходов — отвалов пустой породы. Современные методы дают возможность извлекать руду и из этих отвалов. Как правило, получают не очень большое количество, но в современном мире, когда недра Земли постепенно истощаются, вторичное использование месторождений приобретает всё большее значение.

**Строительные материалы. Известняк** — широко распространённая податливая порода, лёгкая в обработке, но достаточно прочная, несмотря на свою способность к растворению. Известняки и их метаморфические аналоги — мраморы, доломиты — широко распространены по всему миру. В Средние века в Европе именно из известняков строились многочисленные города, окружённые крепостными стенами, в том числе и знаменитые памятники архитектуры — соборы Парижа, Милана, замки Луары, храмы в Древней Руси... Мрамор, благородный и прочный материал, часто использовался в облицовке зданий. Чтобы оценить богатую палитру цветов мрамора и яшмы — другого ценного материала, достаточно обратить внимание на богатый декор многих станций Московского метрополитена, по праву считающегося одним из самых красивых в мире. В Италии, в местечке Каррара, добывался мрамор, из которого ваяли свои творения знаменитые зодчие эпохи Возрождения — Леонардо да Винчи, Микеланджело Буонарроти.

**Агрохимическое сырьё. Фосфор, калий и азот.** Для поддержания плодородия почв и получения высоких урожаев требуются удобрения. Издавна в сельском хозяйстве для этих целей применялись зола, помёт, навоз. Современное агропромышленное производство всё шире использует «камни плодородия» — сырьё из агрохимических руд. Все вещества, повышающие плодородие почв, содержат наиболее ценные компоненты — фосфор, калий и азот. Осадочные горные породы **фосфориты** добываются во многих странах. Крупные запасы этого ценного компонента содержатся в апатитонефелиновых рудах на Кольском полуострове. В странах Средиземноморья фосфориты связаны с осадочными породами, образовавшимися на дне древнего моря Тетис. **Калийные соли** помогают растениям лучше переносить засуху и мороз, способствуют росту. Эти полезные ископаемые добывают в основном из соленосных отложений, образовавшихся на месте древних морей. Они есть на территории современных Германии, Польши, России, но первое место в мире по добыче калийных солей занимает Канада (1/3 всей мировой добычи). Минеральное сырьё, содержащее **азот**, — это в основном селитра и торф. Самые крупные месторождения селитры находятся на тихоокеанском побережье Южной Америки, в пустыне Атакама в Чили и в пустыне Сечура в Перу.

**ДРАГОЦЕННЫЕ И ПОДЕЛОЧНЫЕ КАМНИ.** Эти полезные ископаемые не являются промышленным сырьём, не используются как топливо. Но их добыча — одна из самых ярких и захватывающих страниц в истории человечества, а для некоторых стран — основной источник дохода. Красивые камни, из которых делали украшения, во все времена были очень популярны, а их поиски и добыча иногда носили характер «лихорадок», когда слухи о богатых находках побуждали многих людей отправляться на их поиски. На протяжении нескольких веков людей тревожили «золотые и серебряные лихорадки» в Калифорнии и на Аляске, «алмазные лихорадки» в Индии Южной Африке, многочисленные «изумрудные Лихорадки» в Бразилии и Колумбии. Способы добычи драгоценных камней практически не изменились — это тяжёлый ручной труд, промывание многих кубометров породы в поисках драгоценных камней и металлов.

**ВОДА - САМОЕ НЕОБХОДИМОЕ ЛЮДЯМ ПОЛЕЗНОЕ ИСКОПАЕМОЕ.** Вода служит источником всего живого на нашей планете, источник энергии, источник руд (так как содержит растворённые частицы разных минералов), может использоваться и в быту, и в медицине... Нет другого такого полезного ископаемого, в котором так нуждался бы человек. Без воды или в условиях её дефицита земли становятся высохшими и безжизненными. Сейчас 1/3 населения земного шара страдает от нехватки воды. Воды рек и морей не знают границ, и загрязнение их на территории или в акватории одной страны влечет отравление природы в других. Поэтому охрана водных ресурсов — первоочередная проблема для всех стран мира.