

Литосфера

Внутреннее строение Земли. Принято делить тело Земли на три основные части – литосферу (земную кору), мантию и ядро.

Ядро, средний радиус которого около 3500 км, как предполагают, состоит из железа с примесью кремния. Наружная часть ядра находится в расплавленном состоянии, внутренняя, по-видимому, твердая.

Ядро сменяется *мантией*, которая простирается почти на 3000 км. Считают, что она твердая, в то же время пластичная и раскаленная.

Литосфера – верхняя оболочка «твердой» Земли, включающая земную кору и верхнюю часть подстилающей ее верхней мантии Земли.

Земная кора – верхняя оболочка «твердой» Земли. Мощность земной коры от 5 км (под океанами) до 75 км (под материками). Земная кора неоднородна. В ней различают 3 слоя – осадочный, гранитный, базальтовый. Гранитный и базальтовый слои названы так потому, что в них распространены горные породы, похожие по физическим свойствам на гранит и базальт.

Различают *континентальную* и *океаническую* земную кору. Океаническая отличается от континентальной отсутствием гранитного слоя и значительно меньшей мощностью (от 5 до 10 км).

Положение слоев в континентальной коре свидетельствует о разном времени ее образования. Базальтовый слой является самым древним, моложе его – гранитный, а самый молодой – верхний, осадочный, развивающийся и в настоящее время. Каждый слой коры формировался в течение длительного отрезка геологического времени.

Горные породы – основное вещество, слагающее земную кору. Твердое или рыхлое соединение минералов. По происхождению горные породы делят на три группы:

1) **магматические** – образуются в результате затвердевания магмы в толще земной коры или на поверхности. Выделяют:

а) *интрузивные* (сформировавшиеся в толще земной коры, например, граниты);

б) *эффузивные* (сформировавшиеся при излиянии магмы на поверхность, например, базальты).

2) **осадочные** – образуются на поверхности суши или в водоемах в результате накопления продуктов разрушения ранее существовавших пород разного происхождения. Осадочные горные породы покрывают около 75% поверхности материков. Среди осадочных пород выделяют:

а) *обломочные* – образовавшиеся из различных минералов и обломков горных пород при их переносе и переотложении (текучими водами, ветром, ледником). Например: щебень, галька, песок, глина; самые крупные обломки – валуны и глыбы;

б) *химические* – образуются из растворимых в воде веществ (калийная, поваренная соли и др.);

в) *органические* (или *биогенные*) – состоят из остатков растений и животных или из минералов, образовавшихся в результате жизнедеятельности организмов (известняк-ракушечник, мел, ископаемые угли);

3) **метаморфические** – получают при изменении других видов горных пород под действием тепла и давления в глубинах земной коры (кварциты, мрамор).

Полезные ископаемые – природные минеральные образования в земной коре неорганического и органического происхождения, которые при данном уровне развития техники и экономики могут быть использованы в хозяйстве в естественном виде или после соответствующей переработки. Полезные ископаемые классифицируются по многим признакам. Например, выделяют твердые (уголь, руды металлов), жидкие (нефть, минеральные воды) и газообразные (горючие природные газы) полезные ископаемые.

По составу и особенностям использования обычно различают:

- а) горючие полезные ископаемые – уголь, нефть, природный газ, горючие сланцы, торф;
- б) металлические – руды черных, цветных, благородных и других металлов;
- в) неметаллические полезные ископаемые – известняк, каменная соль, гипс, слюда и пр.

По способу образования полезные ископаемые могут быть:

- 1) эндогенными, образование которых связано с извержением или излиянием магмы;
- 2) экзогенными, возникшими путем накопления осадочных пород;
- 3) метаморфическими, образовавшимися при высоком давлении или при соприкосновении раскаленной лавы с осадочными горными породами.

Иногда по происхождению выделяют две группы: *рудные* и *нерудные* (осадочные) полезные ископаемые. С происхождением тесно связаны особенности распространения полезных ископаемых на Земле.

Литосферные плиты – крупные жесткие блоки литосферы Земли, ограниченные сейсмически и тектонически активными зонами разломов.

Плиты, как правило, разделены глубокими разломами и перемещаются по вязкому слою мантии относительно друг друга со скоростью 2—3 см в год. В местах схождения континентальных плит происходит их столкновение, образуются горные пояса. При взаимодействии континентальной и океанической плит плита с океанической земной корой пододвигается под плиту с континентальной земной корой, в результате образуются глубоководные желоба и островные дуги.

Движение литосферных плит связано с перемещением вещества в мантии. В отдельных частях мантии существуют мощные потоки тепла и вещества, поднимающегося из его глубин к поверхности планеты.

Рифт – огромный разлом в земной коре, образующийся при ее горизонтальном растяжении (т. е. там, где расходятся потоки тепла и вещества).

В рифтах происходит излияние магмы, возникают новые разломы, горсты, грабены.

Формируются срединно-океанические хребты.

Срединно-океанические хребты – мощные подводные горные сооружения в пределах дна океана, занимающие чаще всего срединное положение. Близ срединно-океанических хребтов происходит раздвижение литосферных плит и возникает молодая базальтовая океаническая кора. Процесс сопровождается интенсивным вулканизмом и высокой сейсмичностью.

Континентальными рифтовыми зонами являются, например, Восточно-Африканская рифтовая система, Байкальская система рифтов. Рифты, так же как и срединноокеанические хребты, характеризуются сейсмической активностью и вулканизмом.

Тектоника плит – гипотеза, предполагающая, что литосфера разбита на крупные плиты, которые перемещаются по мантии в горизонтальном направлении. Близ срединноокеанических хребтов литосферные плиты раздвигаются и наращиваются за счет вещества, поднимающегося из недр Земли; в глубоководных желобах одна плита подвигается под другую и поглощается мантией. В местах столкновения плит образуются складчатые сооружения.

Сейсмические пояса Земли. Подвижными областями Земли являются границы литосферных плит (места их разрыва и расхождения, столкновения), т. е. это рифтовые зоны на суше, а также срединно-океанические хребты и глубоководные желоба в океане. В этих зонах наблюдаются частые извержения вулканов и землетрясения. Это объясняется возникающей напряженностью в земной коре и свидетельствует о том, что процесс формирования земной коры в этих зонах интенсивно происходит и в настоящее время. Таким образом, зоны современного вулканизма и высокой сейсмической активности (т. е. распространения землетрясений) совпадают с разломами земной коры.

Области, где происходят землетрясения, называются *сейсмическими*.

Внешние и внутренние силы, изменяющие поверхность Земли. Рельеф – совокупность неровностей земной поверхности. На формирование рельефа одновременно влияют внешние и внутренние силы, порождающие множество геологических процессов.

Процессы, изменяющие поверхность Земли, делятся на две группы:

1) *внутренние* процессы – тектонические движения, землетрясения, вулканизм. Источником энергии этих процессов является внутренняя энергия Земли;

2) *внешние* процессы – выветривание (физическое, химическое, биологическое), деятельность ветра, деятельность поверхностных текучих вод, деятельность ледников.

Источником энергии является солнечное тепло.

Внутренние процессы рельефообразования (эндогенные). Тектонические движения – механические движения земной коры, вызываемые силами, действующими в земной коре и мантии Земли. Приводят к существенным изменениям рельефа. Тектонические движения разнообразны по форме проявления, глубине и причинам. Тектонические движения делят на колебательные (медленные колебания земной коры), складчатые и разрывные (образование трещин, грабенов, горстов). По времени выделяют древние (до кайнозойской складчатости), новейшие (начиная с неогенового периода) и современные. Новейшие и современные иногда объединяют в неогенчетвертичные движения.

Неогенчетвертичные движения земной коры. К ним относятся тектонические процессы неогенчетвертичного периода (последние 30 млн лет), охватившие все геоструктуры и определившие основной облик современного рельефа. В новейшее время продолжают движения многих ранее образовавшихся крупных форм рельефа – поднимаются возвышенности, горные хребты, а отдельные части низменностей опускаются и заполняются осадками.

Землетрясения. *Землетрясениями* называют сотрясения земной поверхности, вызванные естественными причинами. В зависимости от причин, вызывающих землетрясения, они подразделяются на 3 типа:

1) *тектонические* землетрясения, связанные с образованием в земной коре разломов и движениями по ним глыб земной коры. Тектонические землетрясения самые распространенные;

2) *вулканические* землетрясения, связанные с движениями магмы в очаге и канале вулкана и взрывными выбросами вулканических газов.

Обычно вулканические землетрясения проявляются с небольшой силой и охватывают небольшие площади. В отдельных же случаях сила таких землетрясений может быть огромна – при извержении вулкана Кракатау (Зондские острова) в 1883 г. взрыв уничтожил половину вулкана, а сотрясение при этом причинило большие разрушения на островах Ява, Суматра, Калимантан;

3) *обвальные* землетрясения, происходящие при обвале в подземных пустотах за счет удара, производимого обвалившейся массой. Такого типа землетрясения возникают нечасто, имеют небольшую силу; распространяются на очень ограниченной территории.

В течение года на Земле бывает около 100 000 землетрясений, или около 300 в сутки.

Землетрясения обычно происходят быстро, в течение нескольких секунд или даже долей секунд. Область в недрах Земли, в пределах которой возникает землетрясение, называется *очагом землетрясения*, его центр – *гипоцентром*, а проекция гипоцентра на поверхность Земли – *эпицентром*. Очаги землетрясений могут находиться на глубине от 20—30 км до 500—600 км. Наиболее сильные землетрясения имели глубину очага от 10—15 до 20—25 км. Землетрясения с глубоким расположением очага обычно не отличаются большой разрушительной силой на поверхности.

Сила землетрясений определяется по 12-балльной шкале. Одним баллом обозначают самое слабое землетрясение, самые сильные, в 10—12 баллов, имеют катастрофические последствия. Землетрясения регистрируются специальными приборами – сейсмографами.

Наука, изучающая причины землетрясений, их последствия, связь землетрясений с

тектоническими процессами и возможность их предсказания, называется *сейсмологией*.

Одной из основных задач является предсказание землетрясений, т. е. прогноз – где, когда и какой силы произойдет землетрясение. Определить это можно с помощью карты сейсмического районирования.

Сейсмическое районирование – деление территории на районы по их сейсмической активности, оценка и отображение на картах потенциальной сейсмической опасности, которую необходимо учитывать при сейсмостойком строительстве.

В России сильные землетрясения возможны в Прибайкалье, на Камчатке, на Курильских островах, в Южной Сибири.

В мире выделяют Тихоокеанский сейсмический пояс, окружающий Тихий океан, и Средиземноморский, проходящий от Атлантического океана через Центральную Азию до Тихого. Активный сейсмический пояс, проходящий через Восточную Африку, Красное море, Тянь-Шань, котловину Байкала, Становой хребет, значительно моложе.

Таким образом, большинство землетрясений приурочено к окраинам литосферных плит, к местам их взаимодействия. Существует значительная связь между землетрясениями и вулканизмом.

Вулканизм – совокупность процессов и явлений, связанных с излияниями магмы на земную поверхность.

Магма – расплавленный материал горных пород и минералов, смесь многих компонентов.

В магме всегда содержатся летучие вещества: пары воды, углекислый газ, сероводород и т. д. Возникновение и движение магмы обусловлено внутренней энергией Земли.

Вулканизм может быть:

1) *внутренним* (интрузивным) – движение магмы внутри земной коры приводит к образованию лакколитов – недоразвитых форм вулканов, в которых магма не достигла земной поверхности, а вторглась по трещинам и каналам в толщи осадочных пород, приподняв их. Иногда верхний осадочный покров над лакколитами смывается, и на поверхности обнажается ядро лакколита из застывшей магмы. Известны лакколиты в окрестностях Пятигорска (гора Машук), в Крыму (гора Аюдаг);

2) *внешним* (эффузивным) – движение магмы с выходом ее на поверхность. Магма, излившаяся на поверхность, потерявшая значительную часть газов, называется *лавой*.

Вулканы – геологические образования, имеющие обычно конусообразную или куполовидную форму, сложенную продуктами извержения. В центральной части их находится канал, по которому происходит выброс этих продуктов. Реже современные вулканы имеют вид трещин, по которым время от времени происходит извержение вулканических продуктов.

Современные вулканы распространены там, где происходят интенсивные движения земной коры:

1. Тихоокеанское вулканическое кольцо.
2. Средиземноморско-Индонезийский пояс.
3. Атлантический пояс.

Кроме этого, вулканическая деятельность также бывает развита в зонах рифтов и срединно-океанических хребтов.

Внешние процессы рельефообразования (экзогенные). Выветривание – процесс разрушения горных пород на месте их залегания под влиянием колебания температур, химического взаимодействия с водой, а также действия животных и растений.

В зависимости от того, чем именно вызван процесс разрушения, различают выветривание физическое, химическое и органическое.

Деятельность ветра. *Эоловые процессы* (так называют геологическую деятельность ветра) наиболее развиты там, где отсутствует или слабо развит растительный покров. Ветер, переносимый рыхлые отложения, способен создавать различные формы рельефа: котловины выдувания, песчаные гряды, холмы, в том числе и серповидные – барханы.

Деятельность поверхностных текучих вод. Поверхностные воды создают формы размыва (эрозионные) и накопления отложений (аккумулятивные). Образование этих форм рельефа происходит одновременно: если в одном месте размыв, в другом должно быть отложение.

Различают две формы разрушительной деятельности текучих вод: плоскостной смыв и эрозию. Геологическая деятельность *плоскостного смыва* заключается в том, что дождевые

и талые воды, стекающие по склону, подхватывают мелкие продукты выветривания и сносят их вниз. Таким образом, склоны выколаживаются, а продукты смыва все больше отлагаются внизу. *Под эрозией, или линейным размывом*, понимают разрушительную деятельность водных потоков, текущих в определенном русле. Линейный размыв приводит к расчленению склонов оврагами и речными долинами.

Овраг – линейно вытянутая рытвина с крутыми, незадернованными склонами. Она растет вверх за счет размыва уступа в ее вершине временными потоками ливневых и талых вод. Продукты размыва образуют внизу конус выноса оврага. Развитие оврагов оказывает вредное влияние на различные сооружения и сельскохозяйственные угодья, поэтому для борьбы с ними производят засыпание промоин, посев трав, посадку деревьев и т. д.

Речная долина – линейно вытянутое углубление, на дне которого есть постоянный водный поток. Все долины имеют склоны и дно. У быстрых горных рек долины узкие, а все дно занято рекой. Равнинные реки текут медленно, в широких долинах.

Склоны долины часто бывают ступенчатыми. У горных рек это обычно связано с чередованием слоев разной твердости. У равнинных рек на склонах, как правило, существуют ступени (речные террасы), свидетельствующие о врезании реки. Каждая терраса была дном долины, в которое врезалась река. Об этом свидетельствуют речные отложения, покрывающие террасы или полностью слагающие их. Речные отложения называют *аллювиальными отложениями*, или аллювием. Реки переносят большое количество различного материала, отлагая его в дельте. Врезание реки и образование террас может быть вызвано поднятием местности, по которой течет река, опусканием уровня водоема, в который она впадает, изменением уровня воды в реке. Таким образом, реки оказывают большое влияние на формирование рельефа.

Деятельность ледников. Ледники образуются там, где снег, выпавший в течение зимы, летом не стает полностью.

Различают два типа ледников:

– горные

– материковые (или покровные).

Горные ледники встречаются на высоких горах с острыми, зубчатыми вершинами. Ледники здесь залегают в различных углублениях склонов или движутся по долинам, наподобие ледяной реки.

Материковые ледники развиты в полярных областях (Антарктида, Новая Земля, Гренландия и др.). Подо льдом здесь погребены все неровности рельефа. Льды покровных ледников движутся от центра к краям.

Двигаясь, ледник любого типа производит большую разрушительную работу, усиливающуюся из-за того, что в лед со дна вмораживают обломки горных пород.

Скопление обломочного материала (валунов, гальки, песка, глины), переносимого и отлагаемого ледниками, называется *мореной*. Потоки талых ледниковых вод выносят и отлагают значительное количество перемытого обломочного материала. Отложения таких потоков называются водно-ледниковыми.

При общем таянии неподвижного ледника на подстилающую поверхность проектируется весь содержащийся в нем материал, и возникают обширные *моренные равнины*, преимущественно холмистые. Если край ледника долго задерживается на одном месте, образуются *конечно-моренные валы* и *гряды*. Если же ледник отступает медленно, остается *конечно-моренная равнина*. Песчаные равнины, называемые *зандровыми*, образуются потоками талых вод ледника, несущими мелкообломочный материал.

Имеется ряд фактических данных, указывающих на то, что в истории Земли неоднократно наблюдались периоды оледенения. Главными центрами оледенений в Евразии были Скандинавские горы, Новая Земля, Северный Урал. Например, на Восточно-Европейскую равнину спускались ледники со Скандинавских гор и с Полярного Урала, на Западно-Сибирскую равнину – с Полярного Урала, гор Путорана и Бырранга. На Северо-Сибирскую низменность и в северную часть Среднесибирского плоскогорья – с гор Бырранга и

Путорана. Оледенения оказали большое влияние на формирование рельефа рыхлых отложений и изменение растительного и животного мира, а также смещение природных зон и высотных поясов.

Рельеф последующих оледенений накладывался на рельеф, созданный предыдущими оледенениями, что приводило к усложнению рельефа.

Горные ледники, двигаясь по эрозионным равнинам, преобразуют их. Долины при этом становятся шире, склоны – круче, приобретают корытообразную форму. Такие долины называют *трогами*. На склонах гор ледники создают углубления, похожие на кресла, – *ледниковые цирки*.

В горах выделяют *снеговую линию* – высоту, выше которой снег не стаивает полностью даже летом. Высота снеговой линии зависит от широты места, количества осадков, характера и положения горных склонов.

Формы земной поверхности. Равнины – обширные участки суши с ровной или холмистой поверхностью, имеющие разную высоту относительно уровня Мирового океана.

Равнины, в зависимости от характера рельефа, могут быть *плоскими* (Западно-Сибирская, Береговые равнины США и т. п.) и *холмистыми* (Восточно-Европейская, Казахский мелкосопочник).

В зависимости от высоты, на которой находятся равнины, они делятся на:

- 1) низменности – имеющие абсолютную высоту не более 200 м;
- 2) возвышенности – находящиеся на высоте не выше 500 м;
- 3) плоскогорья – выше 500 м.

Горы – определенные территории поверхности суши, возвышающиеся над уровнем Мирового океана выше 500 м и имеющие расчлененный рельеф с крутыми склонами и четко выделяемыми вершинами.

Нагорья – обширные горные территории, включающие отдельные хребты, межгорные впадины, небольшие плоскогорья. Разница высот в нагорьях не достигает большой величины.

Эрозионные горы образуются в результате тектонических поднятий и последующего глубокого их расчленения. Частным случаем эрозионных гор являются останцевые горы.

Современный рельеф эрозионных гор создан в основном деятельностью текучих вод.

В зависимости от высоты горы делят на низкие (до 1000 м), средние (от 1000 до 2000 м) и высокие – выше 2000 м.

Тектонические структуры – совокупность структурных форм земной коры. Элементарные структурные формы – слои, складки, трещины и т. п. Наиболее крупные – платформы, плиты, геосинклинали и др. Образование тектонических структур происходит в результате тектонических движений.

Платформа – наиболее устойчивый участок литосферы, имеющий двухъярусное строение – складчатое кристаллическое основание внизу и осадочный чехол сверху. Крупнейшие структурные единицы платформы: *щиты* – места выхода кристаллического фундамента платформы на поверхность (например, Балтийский щит, Анабарский щит).

Плитой называется платформа, у которой фундамент глубоко скрыт под осадочным чехлом (Западно-Сибирская плита). Платформы разделяют на древние – с фундаментом докембрийского возраста (например, Восточно-Европейская, Сибирская) и молодые – с фундаментом палеозойского и мезозойского возраста (например, Скифская, Западно-Сибирская, Туранская). Древние платформы составляют ядра материков. Молодые платформы расположены по периферии древних платформ или между ними.

В рельефе платформы обычно выражены равнинами. Хотя возможны и горообразовательные явления (активизация платформы). Причиной может служить горообразование, происходящее рядом с платформой, или продолжающийся напор литосферных плит.

Краевой прогиб – линейно вытянутый прогиб, возникающий между платформой и складчатым горным сооружением. Краевые прогибы заполняются продуктами разрушения гор и прилегающих платформ. В них обычно концентрируются месторождения рудных и

осадочных полезных ископаемых. Так, в Уральском краевом прогибе сосредоточены хромовые, медные руды, поваренная и калийная соли, нефть.

Складчатые области, в отличие от платформ, являются подвижными участками земной коры, испытавшими горообразование. Складчатые области в рельефе выражены горами разного возраста. Складчатые области и горы образуются обычно в местах столкновения литосферных плит.

Современные платформы и складчатые области существовали не всегда. Лик Земли на протяжении ее геологической истории постоянно изменялся. Существует несколько гипотез происхождения материков и океанов. Согласно одной из них вначале на Земле существовала только кора океанического типа. Затем в результате действия внутренних сил Земли возникли первые складчатые области. Пройдя этапы складчатых, складчато-глыбовых и глыбовых гор, при постоянном одновременном воздействии внешних сил рельефообразования, постепенно образовались первые платформы. Формирование материков происходило постепенно путем последовательного увеличения их площади за счет присоединения складчатых областей к древним платформам.

В истории Земли было несколько эпох усиления процессов складчатости – эпох горообразования. Фундамент древних платформ, например, образовался в эпоху докембрийской складчатости. Далее были эпохи байкальской, каледонской, герцинской, мезозойской, кайнозойской складчатости, в каждую из которых образовывались горы. Так, например, горы Прибайкалья образовались в эпоху байкальской и раннекаледонской складчатостей, Урал – в герцинскую, Верхоянский хребет – в мезозойскую, а горы Камчатки – в кайнозойскую. Эпоха кайнозойской складчатости продолжается и в настоящее время, о чем свидетельствуют землетрясения и извержения вулканов.

Изменение очертаний материков. Очертания материков изменялись в течение времени. Расположение, размеры и конфигурации материков и океанов в далеком прошлом были иными и изменятся в далеком будущем. В палеозое Австралия, Южная Америка, Африка и Антарктида составляли единый материк – Гондвану. В Северном полушарии предположительно существовал единый материк – Лавразия, а до этого, возможно, был один материк – Пангея.

Очертания древних материков менялись также вследствие горообразовательных процессов. Древние платформы оказывались как бы «спящими» вновь образовавшимися горами, или же при образовании гор на краю платформ площадь суши увеличивалась, очертания берегов менялись.