

Земля



Общие сведения	1
Атмосфера	3
Строение Земли	5
Гидросфера	7
Биосфера	8

Общие сведения

Земля — третья от Солнца планета. Пятая по размеру среди всех планет Солнечной системы. Она является также крупнейшей по диаметру, массе и плотности среди планет земной группы.

Единственное известное человеку на данный момент тело Солнечной системы в частности и Вселенной вообще, населённое живыми организмами.

Научные данные указывают на то, что Земля образовалась из солнечной туманности около 4,54 миллиарда лет назад и вскоре после этого приобрела свой единственный естественный спутник — Луну. Предположительно жизнь появилась на Земле примерно 4,25 млрд лет назад, то есть вскоре после её возникновения. С тех пор биосфера Земли значительно изменила атмосферу и прочие абиотические факторы, обусловив количественный рост аэробных организмов, а также формирование озонового слоя, который вместе с магнитным полем Земли ослабляет вредную для жизни солнечную радиацию, тем самым сохраняя условия существования жизни на Земле. Радиация, обусловленная самой земной корой, со времён её образования значительно снизилась благодаря постепенному распаду радионуклидов в ней. Кора Земли разделена на несколько сегментов, или тектонических плит, которые движутся по поверхности со скоростями порядка нескольких сантиметров в год. Изучением состава, строения и закономерностей развития Земли занимается наука геология.



рис.1 Вид на тихий океан из космоса

Приблизительно 70,8 % поверхности планеты занимает Мировой океан, остальную часть поверхности занимают континенты и острова. На материках расположены реки, озёра, подземные воды и льды, вместе с Мировым океаном они составляют гидросферу. Жидкая вода, необходимая для всех известных жизненных форм, не существует на поверхности какой-либо из известных планет и планетоидов Солнечной системы, кроме Земли. Полюсы Земли покрыты ледяным панцирем, который включает в себя морской лёд Арктики и антарктический ледяной щит.

Внутренние области Земли достаточно активны и состоят из толстого, очень вязкого слоя, называемого мантией, которая покрывает жидкое внешнее ядро, являющееся источником магнитного поля Земли, и внутреннее твёрдое ядро, предположительно, состоящее из железа и никеля. Физические характеристики Земли и её орбитального движения позволили жизни сохраниться на протяжении последних 3,5 млрд лет. По различным оценкам, Земля будет сохранять условия для существования живых организмов ещё в течение 0,5—2,3 млрд лет.

Земля взаимодействует (притягивается гравитационными силами) с другими объектами в космосе, включая Солнце и Луну. Земля обращается вокруг Солнца и делает вокруг него полный оборот примерно за 365,26 солнечных суток — сидерический год. Ось вращения Земли наклонена на $23,44^\circ$ относительно перпендикуляра к её орбитальной плоскости, это вызывает сезонные изменения на поверхности планеты с периодом в один тропический год — 365,24 солнечных суток. Сутки сейчас составляют примерно 24 часа. Луна начала своё обращение на орбите вокруг Земли примерно 4,53 миллиарда лет назад. Гравитационное воздействие Луны на Землю является причиной возникновения океанских приливов. Также Луна стабилизирует наклон земной оси и постепенно замедляет вращение Земли. Некоторые теории полагают, что падения астероидов приводили к существенным изменениям в окружающей среде и поверхности Земли, вызывая, в частности, массовые вымирания различных видов живых существ.

Планета является домом для миллионов видов живых существ, включая человека. Территория Земли разделена на 195 независимых государств, которые взаимодействуют между собой. Человеческая культура сформировала много представлений об устройстве мироздания — таких, как концепция о плоской Земле, геоцентрическая система мира и гипотеза Геи, по которой Земля представляет собой единый суперорганизм

Атмосфера

Атмосфера состоит из азота и кислорода, со следовыми количествами водяного пара, диоксида углерода и других газов. С момента своего образования она значительно изменилась под влиянием биосферы. Появление оксигенного фотосинтеза 2,4—2,5 млрд лет назад способствовало развитию аэробных организмов, а также насыщению

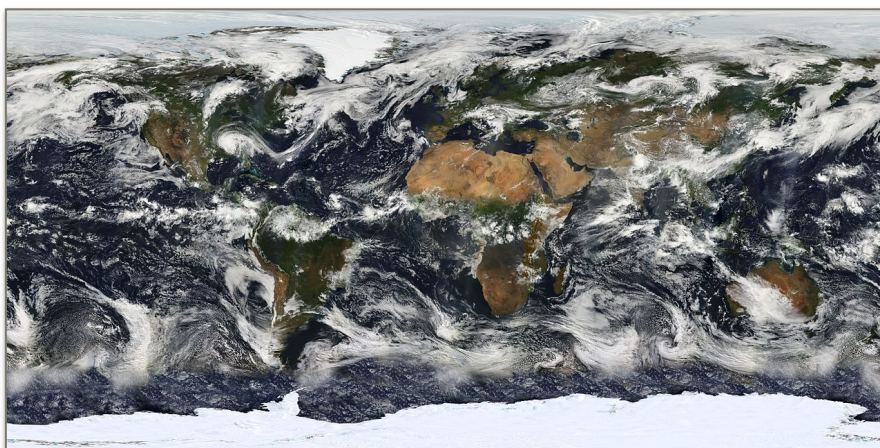


рис.2 Вид Земных облаков из космоса

атмосферы кислородом и формированию озонового слоя, который оберегает всё живое от вредных ультрафиолетовых лучей. Атмосфера определяет погоду на поверхности Земли, защищает планету от космических лучей, и частично — от метеоритных бомбардировок. Она также регулирует основные климатообразующие процессы: круговорот воды в природе, циркуляцию воздушных масс, переносы тепла. Молекулы атмосферных газов могут захватывать тепловую энергию, мешая ей уйти в открытый космос, тем самым повышая температуру планеты. Это явление известно как парниковый эффект. Основными парниковыми газами считаются водяной пар, двуокись углерода, метан и озон. Без этого эффекта теплоизоляции средняя поверхностная температура Земли составила бы от -18 до -23 °C (при том, что в действительности она равна $14,8$ °C), и жизнь, скорее всего, не существовала бы.

Через атмосферу к земной поверхности поступает электромагнитное излучение Солнца — главный источник энергии химических, физических и биологических процессов в географической оболочке Земли.

Атмосфера Земли разделяется на слои, которые различаются между собой температурой, плотностью, химическим составом и т. д. Общая масса газов, составляющих земную атмосферу — примерно $5,15 \cdot 10^{18}$ кг. На уровне моря атмосфера оказывает на поверхность Земли давление, равное 1 атм (101,325 кПа). Средняя плотность воздуха у поверхности — 1,22 г/л, причём она быстро уменьшается с ростом высоты: так, на высоте 10 км над уровнем моря она составляет 0,41 г/л.

В нижней части атмосферы содержится около 80 % общей её массы и 99 % всего водяного пара ($1,3$ – $1,5 \cdot 10^{13}$ т), этот слой называется тропосферой. Его толщина неодинакова и зависит от типа климата и сезонных факторов: так, в полярных регионах она составляет около 8—10 км, в умеренном поясе до 10—12 км, а в тропических или экваториальных доходит до 16—18 км. В этом слое атмосферы температура опускается в среднем на 6 °C на каждый километр при движении в высоту. Выше располагается переходный слой — тропопауза, отделяющий тропосферу от стратосферы. Температура здесь находится в пределах 190—220 К.

Стратосфера — слой атмосферы, который расположен на высоте от 10—12 до 55 км (в зависимости от погодных условий и времени года). На него приходится не более 20 % всей массы атмосферы. Для этого слоя характерно понижение температуры до высоты ~25 км, с последующим повышением на границе с мезосферой почти до 0 °C. Эта граница называется стратопаузой и находится на высоте 47—52 км. В стратосфере отмечается наибольшая концентрация озона в атмосфере, который оберегает все живые организмы на Земле от вредного ультрафиолетового излучения Солнца. Интенсивное поглощение

солнечного излучения озоновым слоем и вызывает быстрый рост температуры в этой части атмосферы.

Мезосфера расположена на высоте от 50 до 80 км над поверхностью Земли, между стратосферой и термосферой. Она отделена от этих слоёв мезопаузой (80—90 км). Это самое холодное место на Земле, температура здесь опускается до $-100\text{ }^{\circ}\text{C}$. При такой температуре вода, содержащаяся в воздухе, быстро замерзает, иногда формируя серебристые облака. Их можно наблюдать сразу после захода Солнца, но наилучшая видимость создаётся, когда оно находится от 4 до 16° ниже горизонта. В мезосфере сгорает большая часть метеоритов, проникающих в земную атмосферу. С поверхности Земли они наблюдаются как падающие звёзды. На высоте 100 км над уровнем моря находится условная граница между земной атмосферой и космосом — линия Кармана.

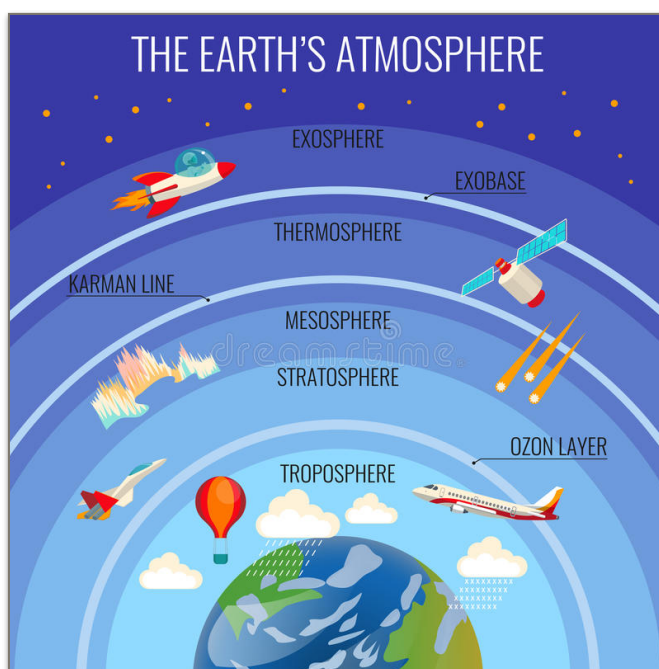


рис.3 Наглядная схема слоев атмосферы Земли

В термосфере температура быстро поднимается до 1000 К, это связано с поглощением в ней коротковолнового солнечного излучения. Это самый протяжённый слой атмосферы (80—1000 км). На высоте около 800 км рост температуры прекращается, поскольку воздух здесь очень разрежен и слабо поглощает солнечную радиацию.

Ионосфера включает в себя два последних слоя. Здесь происходит ионизация молекул под действием солнечного ветра и возникают полярные сияния.

Экзосфера — внешняя и очень разреженная часть земной атмосферы. В этом слое частицы способны преодолевать вторую космическую скорость Земли и улетучиваться в космическое пространство. Это вызывает медленный, но устойчивый процесс, называемый диссипацией (рассеянием) атмосферы. В космос ускользают в основном частицы лёгких газов: водорода и гелия. Молекулы водорода, имеющие самую низкую молекулярную массу, могут легче достигать второй космической скорости и утекать в космическое пространство более быстрыми темпами, чем другие газы. Считается, что потеря восстановителей, например водорода, была необходимым условием для возможности устойчивого накопления кислорода в атмосфере. Следовательно, свойство водорода покидать атмосферу Земли, возможно, повлияло на развитие жизни на планете. В настоящее время большая часть водорода, попадающая в атмосферу, преобразуется в воду, не покидая Землю, а потеря водорода происходит в основном от разрушения метана в верхних слоях атмосферы.

Строение Земли

Земля относится к планетам земной группы, и в отличие от газовых гигантов, таких как Юпитер, имеет твёрдую поверхность. Это крупнейшая из четырёх планет земной группы в Солнечной системе, как по размеру, так и по массе. Кроме того, Земля среди этих четырёх планет имеет наибольшую плотность, поверхностную гравитацию и магнитное поле. Это единственная известная планета с активной тектоникой плит.

Недра Земли делятся на слои по химическим и физическим (реологическим) свойствам, но в отличие от других планет земной группы, Земля имеет ярко выраженное внешнее и внутреннее ядро. Наружный слой Земли представляет собой твёрдую оболочку, состоящую главным образом из силикатов. От мантии она отделена границей с резким увеличением скоростей продольных сейсмических волн — поверхностью Мохоровичича. Твёрдая кора и вязкая верхняя часть мантии составляют литосферу. Под литосферой находится астеносфера, слой относительно низкой вязкости, твёрдости и прочности в верхней мантии.

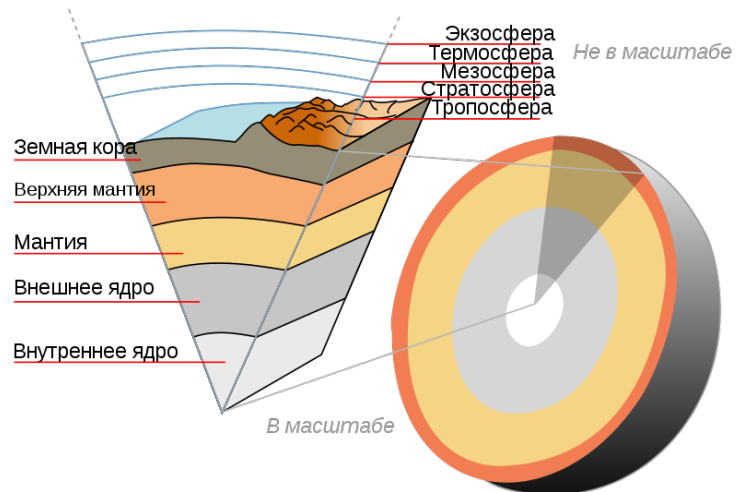


рис.4 Диаграмма структуры Земли

Значительные изменения кристаллической структуры мантии происходят на глубине 410—660 км ниже поверхности, охватывающей переходную зону, отделяет верхнюю и нижнюю мантию. Под мантией находится жидкий слой, состоящий из расплавленного железа с примесями никеля, серы и кремния — ядро Земли. Сейсмические измерения показывают, что оно состоит из 2 частей: твёрдого внутреннего ядра с радиусом ~1220 км и жидкого внешнего ядра, с радиусом ~ 2250 км.

Согласно теории тектонических плит, земная кора состоит из относительно целостных блоков — литосферных плит, которые находятся в постоянном движении относительно друг друга.

Плиты представляют собой жёсткие сегменты, которые движутся относительно друг друга. Существует три типа их взаимного перемещения: конвергенция (схождение), дивергенция (расхождение) и сдвиговые перемещения по трансформным разломам. На разломах между тектоническими плитами

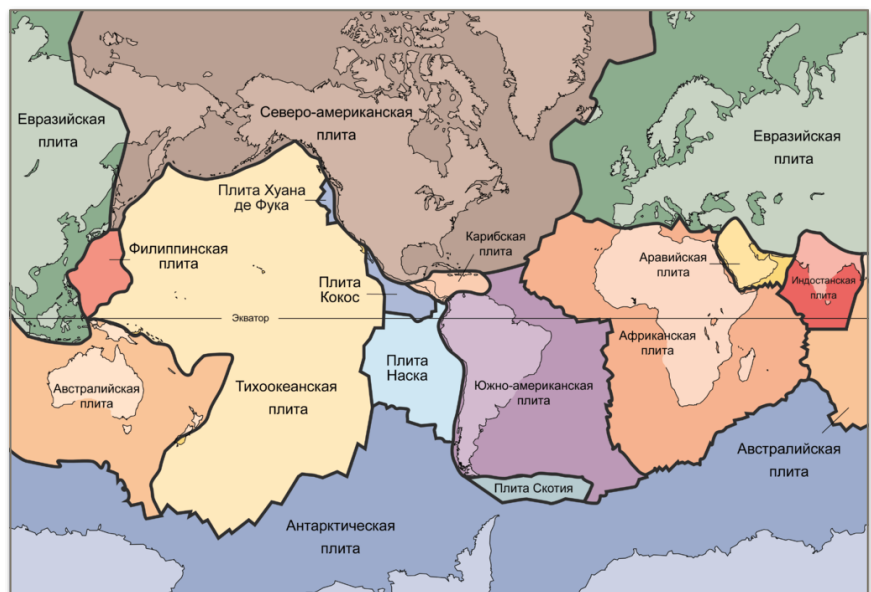


рис.5 Тектонические плиты

могут происходить землетрясения, вулканическая активность, горообразование, образование океанских впадин.

Список крупнейших тектонических плит с размерами приведён в таблице ниже. Среди плит меньших размеров следует отметить индостанскую, арабскую, карибскую плиты, плиту Наска и плиту Скотия. Австралийская плита фактически слилась с Индостанской между 50 и 55 млн лет назад. Быстрее всего движутся океанские плиты; так, плита Кокос движется со скоростью 75 мм в год, а тихоокеанская плита — со скоростью 52—69 мм в год. Самая низкая скорость у евразийской плиты — 21 мм в год.

Название плиты	Площадь 10 ⁶ км ²	Зона покрытия
Африканская плита	61,3	Африка
Антарктическая плита	60,9	Антарктика
Австралийская плита	47,2	Австралия
Евразийская плита	67,8	Азия и Европа
Северо-Американская плита	75,9	Северная Америка и северо-восточная Сибирь
Южно-Американская плита	43,6	Южная Америка
Тихоокеанская плита	103,3	Тихий океан

Гидросфера

Гидросфера — совокупность всех водных запасов Земли.

Наличие жидкой воды на поверхности Земли является уникальным свойством, которое отличает нашу планету от других объектов Солнечной системы. Большая часть воды сосредоточена в океанах и морях, значительно меньше — в речных сетях, озёрах, болотах и подземных водах. Также большие запасы воды имеются в атмосфере, в виде облаков и водяного пара.

Часть воды находится в твёрдом состоянии в виде ледников, снежного покрова и в вечной мерзлоте, слагая криосферу.

Общая масса воды в Мировом океане примерно составляет $1,35 \cdot 10^{18}$ тонн, или около $1/4400$ от общей массы Земли. Океаны покрывают площадь около $3,618 \cdot 10^8$ км² со средней глубиной 3682 м, что позволяет вычислить общий объём воды в них: $1,332 \cdot 10^9$ км³. Если всю эту воду равномерно распределить по поверхности, то получился бы слой толщиной более 2,7 км. Из всей воды, которая есть на Земле, только 2,5 % приходится на пресную, остальная — солёная. Большая часть пресной воды, около 68,7 %, в настоящее время находится в ледниках. Жидкая вода появилась на Земле, вероятно, около четырёх миллиардов лет назад.



рис.6 Восход солнца над тихим океаном

Средняя солёность земных океанов — около 35 грамм соли на килограмм морской воды (35 ‰). Значительная часть этой соли была высвобождена при вулканических извержениях или извлечена из охлаждённых изверженных горных пород, сформировавших дно океана.

В океанах содержатся растворённые газы атмосферы, которые необходимы для выживания многих водных форм жизни. Морская вода имеет значительное влияние на климат в мире, делая его прохладнее летом, и теплее — зимой. Колебания температур воды в океанах могут привести к значительным изменениям климата, например, Эль-Ниньо.

Биосфера

Биосфера — это совокупность частей земных оболочек (лито-, гидро- и атмосферы), которая заселена живыми организмами, находится под их воздействием и занята продуктами их жизнедеятельности. Термин «биосфера» был впервые предложен австрийским геологом и палеонтологом Эдуардом Зюссом в 1875 году. Биосфера — оболочка Земли, заселённая живыми организмами и преобразованная ими. Она начала формироваться не ранее, чем 3,8 млрд лет назад, когда на нашей планете стали зарождаться первые организмы. Она включает в себя всю гидросферу, верхнюю часть литосферы и нижнюю часть атмосферы, то есть населяет экосферу. Биосфера представляет собой совокупность всех живых организмов. В ней обитает несколько миллионов видов растений, животных, грибов и микроорганизмов.

Биосфера состоит из экосистем, которые включают в себя сообщества живых организмов (биоценоз), среды их обитания (биотоп), системы связей, осуществляющие обмен веществом и энергией между ними. На суше они разделены главным образом географическими широтами, высотой над уровнем моря и различиями по выпадению осадков. Наземные экосистемы, находящиеся в Арктике или Антарктике, на больших высотах или в крайне засушливых районах, относительно бедны растениями и животными; разнообразие видов достигает пика во влажных тропических лесах экваториального пояса.