**Планета Земля**

Здесь речь пойдет о Земле, о ее строении, внутреннем состоянии и вещественном составе. Именно в этой области соприкасаются и такие науки о Земле, как геология, геофизика и геохимия. Но прежде, чем рассказать о внутреннем строении нашей планеты, необходимо показать ее место в космическом пространстве, выявить связь с другими космическими телами.

Земля — одна из девяти планет, вращающихся вокруг Солнца. Многие звезды, подобные нашему Солнцу, образуют галактику Млечного Пути. В свою очередь, спиральная галактика Млечного Пути — одна из множеств галактик разной формы, существующих во Вселенной. Она включает свыше 100 млрд. звезд. Таким образом, можно представить, насколько многообразна и бесконечна наша Вселенная. С помощью оптических и радиотелескопов было выяснено, что диаметр некоторых галактик исчисляется расстоянием в тысячи световых лет.

В виду того, что Солнце и Земля располагаются внутри нашей Галактики и мы наблюдаем ее край как бы из середины, Млечный Путь кажется нам не спиральным скоплением звезд, а сплошной дугообразной полосой, пересекающей ночное небо. Предположение, что эта светлая дуга состоит из скопления звезд, было высказано Галилео Галилеем в начале XVII в. Эти звезды слишком удалены от нас, чтобы можно было их увидеть. Невооруженным глазом наблюдается немногим более 5000 звезд. Млечный Путь имеет форму диска с диаметром около 108 тыс. световых лет.

Солнце располагается примерно в 3/5 расстояния от центра галактики Млечного Пути. Все звезды галактики, наше Солнце вместе со свитой из девяти планет и связанных с ними тел (спутников) совершают полный оборот вокруг галактического центра за 240—250 млн. лет. Скорость движения довольно велика и составляет 240 км/с. Солнце обладает массой 2,25-1027 т, что в 329 400 раз больше массы Земли (6,2-1021 т), а его объем в 1300 000 раз больше объема Земли. Оно является центром притяжения всех космических тел, входящих в Солнечную систему. Вокруг Солнца за счет гравитационного притяжения вращаются планеты и их спутники, астероиды, кометы и метеориты.

Наша планета вращается вокруг своей оси с запада на восток. Поэтому наблюдателю с Земли кажется, что все время звезды ночью, а Солнце днем смещаются к западу. Все планеты земного ряда движутся по своим орбитам с запада на восток почти в одной и той же плоскости. Даже Солнце медленно вращается вокруг своей оси с запада на восток. Все планеты, кроме Венеры и Урана, обращаются вокруг своей оси в том же направлении, в котором они движутся вокруг Солнца. Венера вращается в обратном направлении, а ось вращения Урана располагается в плоскости его орбиты. Абсолютное большинство спутников планет обращаются по орбитам того же направления, в котором вращаются их планеты вокруг своих осей.

Примечательная для Солнечной системы особенность — согласованность движения космических тел — свидетельствует о том, что Солнце, планеты и их спутники имеют общее происхождение. Как предполагают астрономы, все они возникли из единого облака межзвездной материи.

Земля, как и другие планеты, получает энергию от Солнца — звезды среднего размера диаметром 1,39-109 км. Выделяемая Солнцем энергия за 1 с составляет около 1026 Дж. Почти вся энергия, достигающая земной поверхности, приходит в виде электромагнитного излучения. Это излучение обладает широким спектром, включающим рентгеновские и ультрафиолетовые лучи, видимый свет, тепловое излучение и радиоволны. Озоновый слой в верхних слоях земной атмосферы препятствует свободному проникновению ультрафиолетовых и рентгеновских лучей.

Солнце представляет собой огромных размеров природный реактор, в котором происходят мощнейшие ядерные превращения. Но при этом надо отметить, что его диаметр в результате происходящих ядерных реакций не меняется. По мнению астрофизиков, тенденция к взрывному расширению уравновешивается гравитационным притяжением материи. На поверхности Солнца температура составляет около 5500°С, и предполагается, что в его центре, где осуществляется ядерный синтез, она повышается до 10 млн. градусов.

Свет и тепло, излучаемые Солнцем, являются основой для развития многих геологических процессов. Солнечное тепло — одно из главных слагаемых климата. Оно создает условия, пригодные для жизни на Земле.

На протяжении длительного времени количество солнечной энергии, достигающее земной поверхности, практически не меняется. Жизнь на Земле развивается в течение нескольких миллиардов лет, а ведь живые организмы могут развиваться в строго ограниченном диапазоне температур, не превышающих 80—100°С.

Давно ли возникло Солнце? Этот вопрос задавали себе ученые еще в глубокой древности, и многие естествоиспытатели пытались на него ответить. Расчеты, которые произвели астрофизики на основе теоретических предпосылок ядерной физики, свидетельствуют, что Солнце имеет возраст около 5 млрд. лет. Теоретические расчеты возраста Солнца подтвердились геологическими данными. Оказалось, что древнейшие из известных на Земле горных пород образовались 3,8—4 млрд. лет назад. На Луне обнаружены породы, возраст которых 4,7 млрд. лет, а датировки метеоритов показали около 4,6 млрд. лет. Как видно, все эти определения абсолютного возраста близки друг к другу, а это значит, что, вероятно, все космические тела — Солнце и его спутники — образовались почти в одно и то же время.

Планеты, движущиеся по орбитам вокруг Солнца, имеют разные размеры и строение. Карликами среди них являются Плутон и Меркурий, а гигантами — Нептун и Юпитер. Одни планеты сложены твердым материалом и окружены жидкой или газовой атмосферой, уплотненным газовым веществом. Меркурий, Венера, Земля и Марс — ближайшие к Солнцу планеты — имеют небольшие размеры и слагаются каменным или металлическим веществом. Юпитер, Сатурн, Уран и Нептун состоят из большого количества газов: водорода, гелия, метана, а также твердого аммиака и диоксида углерода. Газовая оболочка плотным кольцом окружает твердое ядро. Понятно, что многие самые общие представления в значительной степени имеют предположительный характер.

Земля — самая крупная из близко расположенных к Солнцу планет. Она обращается вокруг Солнца почти по круговой орбите. Среднее расстояние до Солнца равно 150 млн. км. Скорость движения Земли по орбите составляет 29,7 км/с. Полный оборот вокруг Солнца она совершает за 365,26 сут. Период вращения Земли вокруг своей оси равен 23 ч 56 мин.

**Форма и размеры Земли**

Астрономические наблюдения, а также измерения из космоса и непосредственные замеры на поверхности Земли позволили определить форму и размеры нашей планеты, ее массу, гравитационное и магнитное поля, величину теплового потока, идущего из недр, и ряд физических свойств земной поверхности. Средний радиус Земли равен 6371 км, при этом экваториальный радиус составляет 6378,86 км, а полярный — 6356,78 км. Экваториальное вздутие и полярное сжатие возникли из-за вращения Земли вокруг своей оси и ее наклона. В целом же форма Земли очень близка к эллипсоиду вращения, который носит название геоида.

Масса Земли составляет 5,976\*1027 г, или 5.976\*109трлн. т. Объем Земли 1,083-1027 см3.

Зная объем и массу Земли, можно определить ее среднюю плотность. Она равна 5,52 г/см3, или в 5,52 раза выше плотности воды. Лабораторными исследованиями установлено, что плотность горных пород на земной поверхности равна 2,8 г/см3. Это значит, что в ее недрах должны находиться горные породы с плотностью, в несколько раз превышающей среднюю плотность Земли.

Ускорение свободного падения на поверхности Земли определяется с помощью измерительных приборов, называемых гравиметрами. За единицу измерения принят 1 см/с2. Современные гравиметры допускают измерение силы тяжести с точностью до 0,001 см/с2. Ускорение свободного падения на экваторе равно в среднем 978,049 см/с2. В нем учтено центробежное ускорение, создаваемое вращением Земли и равное 3,392 см/с2. На полюсах центробежное ускорение отсутствует, и поэтому там ускорение свободного падения больше, чем на экваторе, всего на 1/189.

В разных точках Земли существуют отклонения от средней величины ускорения свободного падения. Это так называемые гравитационные аномалии. Последние нередко достигают нескольких сот см/с2.

Хорошо известно, что наша планета обладает магнитным полем. Каждый может по компасу проверить существование земного магнетизма, стоит только взглянуть на его стрелку. Компас был изобретен в глубокой древности в Китае и до настоящего времени верно служит путешественникам и мореходам. Единицей измерения магнитной индукции служит тесла (Тл). Современные магнитометры, т. е. приборы, с помощью которых измеряется индукция геомагнитного поля, обладают высокой точностью.

Положение магнитных полюсов Земли не совпадает с географическим Северный конец магнитной стрелки притягивается к полюсу, расположенному около Гренландии (73° с. ш. и 100° з. д.), а южный — к полюсу, находящемуся в австралийском секторе Антарктики (68° ю. ш. и 134° в. д.). Величина индукции геомагнитного поля максимальная у магнитных полюсов (0,7\*10-4 Тл у Южного и 0,6\*10-4 Тл у Северного) и минимальная у экватора (0,42\*10-4 Тл).

Магнитная стрелка всегда указывает на магнитный полюс. Для того чтобы определить точное положение Северного географического полюса, необходимо вводить поправку на магнитное склонение.

В чем же заключается причина действия столь интересного явления, как магнитное поле Земли? Схематично принято считать, что в ядре Земли находится магнитный диполь, наподобие магнитного стержня с двумя полюсами различного знака. Магнитологи доказали, что магнитные полюса меняют местонахождение. В определенные промежутки времени Северный полюс становился Южным, а Южный — Северным. Периоды относительно устойчивого положения знака полюсов оцениваются от 700 тыс. до 1,5 млн. лет.

Давно известно, что из глубин Земли исходит тепло. О существовании крупного источника тепла в глубине свидетельствуют извержения вулканов, когда на поверхность Земли изливается кипящая лава с температурой более 1500°С. Измерения в глубоких скважинах и шахтах показали, что температура увеличивается с определенной интенсивностью. Было вычислено, что на каждый 1 км глубины температура возрастает на 30°С. Это так называемый геотермический градиент. Геотермический поток на суше составляет (1,2—1,6) • 10-6 Дж/(см2 \* с). Близкие значения получены и для океанического дна. Минимальные значения геотермического потока тепла наблюдаются в центральных частях континентов, где развиты наиболее древние горные породы, а максимальные — в областях современной вулканической деятельности. Еще большие его значения зафиксированы вдоль осевой части срединно-океанических хребтов — протяженных горных систем на дне Мирового океана.

**Оболочки Земли**

Современная Земля состоит из нескольких неоднородных оболочек — атмосферы, гидросферы, биосферы, литосферы, под литосферой в глубоких недрах находятся мантия и ядро.

Атмосфера — внешняя газовая оболочка, ограниченная снизу твердой и жидкой поверхностью Земли. В настоящее время земная атмосфера содержит 5,3\*103 трлн. т воздуха, что составляет одну миллионную часть массы всей Земли. Давление воздуха на уровне моря в среднем равно 1,013\*105 Па, а плотность— 1,3\* 10-3 г/см3.

Атмосфера Земли состоит из азота (78,09%), кислорода (20,94%), аргона (0,93%), углекислого газа (0,033%), а также неона, гелия, метана, ксенона, криптона, водорода и Других газов, содержание которых незначительно. Кроме того, в воздухе имеются термодинамически активные примеси. Важнейшей такой примесью в атмосфере является водяной пар - около 12,4 трл. т. Он способен конденсироваться с образованием облаков и тумана.

Частицы водяного пара, и особенно облачность, перераспределяют потоки коротко и длинноволнового изучения в атмосфере. При этом они вносят большой вклад в развитие парникового эффекта. Атмосфера свободно пропускает солнечную радиацию до земной поверхности, но поглощает собственное излучение Земли и задерживает поток тепла, идущий в космос от нагретой земной поверхности.

Другими термодинамическими активными примесями в атмосфере являются углекислый газ, озон и различные мельчайшие взвешенные частицы, или аэрозоль. Углекислый газ играет огромную роль в развитии парникового эффекта.

Озона в атмосфере очень мало, всего одна миллионная доля, но его роль в развитии жизни на Земле весьма велика. Озон в основном сконцентрирован на высоте 17—25 км, здесь он образуется из молекулярного кислорода под действием ультрафиолетовых лучей в результате фотохимических реакций. Вся ультрафиолетовая радиация Солнца, губительная для живых организмов, поглощается озоновым экраном, и тем самым обеспечивается безопасность жизни на суше и на поверхности океана. Водная поверхность также поглощает ультрафиолетовую радиацию, и поэтому сотни миллионов лет назад, когда еще не существовало озонового экрана, жизнь зародилась и развивалась в глубинах океанов и морей. Аэрозоль рассеивает солнечную радиацию, частично отражает ее, а частично поглощает. Поэтому его роль для Земли двояка. С одной стороны, он препятствует прохождению солнечного тепла к земной поверхности, а с другой — поглощая солнечную радиацию, затем излучает инфракрасный спектр и тем самым увеличивает действие парникового эффекта.

По характеру распределения температуры в атмосфере различают несколько слоев. Средняя температура воздуха у земной поверхности +14,3°C. В тропосфере (нижнем слое атмосферы) протекают погодообразующие процессы. Она ограничена во внетропических широтах высотой 8—12 км, а в экваториальной зоне и тропиках до высоты 16—17 км. Воздух в тропосфере нагревается от поверхности Земли, и поэтому с высотой он становится все холоднее — на каждый 1 км высоты температура в среднем понижается на 6—6,5°С. Здесь формируются и развиваются атмосферные вихри, в том числе циклоны и антициклоны. В ней сосредоточен почти весь водяной пар и образуются облака.

Стратосфера располагается выше и занимает слой от 8—17 до 50—55 км. Здесь также образуются крупные атмосферные вихри, а горизонтальный перенос воздуха сопровождается восходящими и нисходящими движениями.

Характерной особенностью стратосферы является повышение температуры с высотой на 1—2° на каждый километр. На верхней границе стратосферы температура не только оказывается равной 0°С, но и нередко даже выше этой точки. В стратосфере находится озоновый экран. Наибольшая его концентрация приходится на высоту от 18 до 24 км.

Мезосфера расположена на высоте от 50—55 до 80 км. Здесь температуры вновь понижаются и на ее верхней границе достигают —60/-100°С. На каждый километр высоты в мезосфере температура снижается на 2-3°.

В следующем слое — термосфере температура вновь увеличивается. На высоте 100 км она переходит нулевую отметку, а в слое 150—200 км достигает +500°С. На ее верхней границе, на высоте около 800 км, температура определяется в +2000°C. Здесь происходит интенсивное поглощение ультрафиолетовой радиации Солнца, нагрев и ионизация атмосферы. В мезосфере и нижней части термосферы образуются электрически заряженные ионы. Поэтому слой, расположенный на высоте от 60 до 400 км, обычно называют ионосферой.

Масса гидросферы составляет 1,46\*106 трлн. т. Она в 275 раз больше массы атмосферы, но всего лишь равна 1/4000 массы всей Земли. Около 94% массы гидросферы представлено водами Мирового океана, 4% приходится на подземные воды, почти 1,8%—на ледники Антарктиды и Гренландии, менее 0,2% — на горные ледники, реки и озера.

Площадь Мирового океана составляет 70,8% площади земного шара, а его средняя глубина 3880 м. Континенты окаймляются мелководной зоной с глубинами до 200 м — это материковая отмель (или шельф), занимающая около 8% площади Мирового океана. Ложе Мирового океана с глубинами более 3 км охватывает более 77% всей его площади. Наибольшая глубина зафиксирована в тихоокеанском Марианском глубоководном желобе - 11023 м.

В пределах океанов выделяются отдельные крупные поднятия, подводные горы и протяженные хребты. Последние, так называемые срединно-океанические хребты образуют непрерывную глобальную цепь длиной свыше 60 тыс. км. Они возвышаются над дном котловин на 3—4 км и нарушают глубинную циркуляцию океанических вод.

В океанических водах растворено огромное количество химических элементов и соединений, которые, как известно, в растворе распадаются на положительные и отрицательные ионы, называемые соответственно катионами и анионами. Главными катионами являются натрий, магний, кальций, калий и стронций, а главными анионами — Cl, S04, НС03, Вг, С02.

В морской воде находится и некоторое количество газов. Всего в океане присутствует 140 трлн. т углекислого газа (это почти в 60 раз больше, чем в атмосфере) и 8 трлн. т кислорода.

Верхний слой каменной оболочки Земли, или литосферы, отделенный от нижележащих слоев так называемой поверхностью Мохоровичича, именуется земной корой. Поверхность Мохоровичича является границей раздела между земной корой и мантией, здесь происходит скачкообразное увеличение скорости распространения сейсмических волн. Различают два основных типа земной коры: континентальную, из которой состоят материки, и океаническую, образующую дно океанов. Первая гораздо старше: некоторые ее участки датируются в 3,8 млрд. лет, тогда как у океанической коры возраст немногим более 150 млн. лет. Средняя мощность континентальной коры равна 25—75 км, а океанической — намного меньше.

Верхнюю часть континентальной коры слагают осадочные породы мощностью около 3 км, средней плотностью 2,5 г/см3. Скорость распространения сейсмических волн изменяется от 2 до 5 км/с. Ниже залегает гранитно-метаморфический слой средней мощностью около 17 км. Плотность его составляет 2,6—2,8 г/см3, а скорость прохождения волн равна 5,5—6,5 км/с. В этом слое сосредоточена основная масса радиоактивных элементов и соединений. Ниже находится базальтовый слой. Средняя его мощность равна 15 км, плотность 2,9— 3,3 г/см3, а скорость прохождения в нем волн 6,4 — 7,3 км/с.

Совсем по-иному выглядит разрез океанической коры. Под слоем рыхлых осадков средней мощностью всего 0,7 км и со скоростями прохождения сейсмических волн 1,5—1,8 км/с находятся два слоя. Первый, мощностью около 1,7 км, слагается преимущественно базальтами, а нижний, мощностью около 5 км, со скоростью прохождения волн примерно 6,7 км/с состоит из преобразованных путем гидратации (реакции с водой) горячих глубокозалегающих ультраосновных пород — серпентинитов.

Для поверхности океанической коры характерны специфические формы рельефа. Это срединно-океанические хребты, в осевой части которых располагаются рифтовые долины, представляющие собой протяженные провалы с крутыми боковыми стенками. Другими интересными формами являются глубоководные желоба. Их ширина не превышает нескольких десятков километров, а длина составляет сотни километров. Глубоководные желоба располагаются на периферии океанов и как бы отделяют от океана островные дуги. Примерами служат Курило-Камчатский и Алеутский желоба.

На Земле выделяется еще одна оболочка, называемая биосферой. Это глобальная система, обладающая свойствами саморегуляции. Она имеет свой «вход» и «выход». «Вход» — это поток солнечной энергии, поступающей из космоса, а «выход» — образования, возникающие в результате жизнедеятельности организмов. Верхней границей биосферы служит озоновый экран, поглощающий губительные для жизни ультрафиолетовые лучи. Примером саморегуляции является Мировой океан. Реки ежегодно выносят в океан около 1,5 млн.т растворенного карбоната кальция, а также большое количество других элементов и соединений. Однако при этом солевой состав океанической воды не меняется. В чем же дело? Оказывается, организмы в процессе своей жизнедеятельности используют для построения скелета карбонат кальция. Весь его избыток расходуется организмами. Но после гибели организмов раковины выпадают в осадок.

Нижняя граница биосферы довольно расплывчата. Организмы существуют в глубоких зонах океана. Даже в глубоководной Марианской впадине были обнаружены живые организмы. Не только бактерии, но и различные микроорганизмы по трещинам и порам проникают в осадочный слой и толщу рыхлых пород дна океана вплоть до базальтового слоя океана и гранитно-метаморфического слоя на континентах. По-видимому, этими слоями надо ограничивать биосферу.

В современной биосфере существует около 2 млн., видов живых организмов, каждый из которых, в свою очередь, миллионы и миллионы особей.

Академик Владимир Иванович Вернадский, разрабатывая проблему роли органического мира в жизни нашей планеты, пришел к выводу, что живое вещество принимает активное участие во всех геологических процессах на поверхности Земли и в образовании атмосферы.

**Литература**

1. Аллисон А., Палмер Д. Геология. – М., 1984

2. Вуд Дж. Метеориты и происхождение Солнечной Системы. – М., 1999

3. Гаврилов В.П. Путешествие и прошлое Земли. – М., 1976

4. Друянов В.А. Загадочная биография Земли. – М., 1991