

## Глава 2 ЗЕМЛЯ ВО ВСЕЛЕННОЙ

### 2.1. Строение солнечной системы

Многие тысячи лет на Земле живет человек (30–50 тыс. лет), и по крайней мере всегда были даны ему два чуда природы: *день*, освещенный Солнцем, и *ночь* с манящими россыпями звезд на небесном своде.

Солнечная система состоит из центральной звезды – Солнца. Вокруг него вращаются 8 планет и малые тела – астероиды и кометы (рис. 4). Они удерживаются на своих орбитах притяжением Солнца. Земля как космическое тело – одна из планет Солнечной системы. В состав Солнечной системы входят Солнце, восемь планет с их 32 спутниками, более 150 тыс. астероидов, около 100 комет, метеориты, а также космическая пыль и газы. Границей Солнечной системы считается внешняя граница *облака Оорта*. Параметры солнечной системы следующие: диаметр солнца равен 1,4 млн км; расстояние от солнца до Земли равно 1 астрономической единице (а.е.) – 149,6 млн км; расстояние от Солнца до самой удаленной планеты Солнечной системы – *Плутона* – 39,4 а.е.; расстояние до облака Оорта – 100 000 – 150 000 а.е. Солнечная система является лишь частью более крупной системы – галактики Млечного пути.

На XXVI Ассамблее Международного астрономического союза (2006 г.) принято решение впредь называть Плутон не «планетой», а «карликовой планетой»

Солнечная система характеризуется следующими основными свойствами:

- все планеты движутся вокруг Солнца в одной и той же плоскости, называемой плоскостью эклиптики;
- все планеты солнечной системы и их спутники обращаются вокруг Солнца по эллиптическим, близким к круговым орбитам;
- Солнце и планеты (за исключением Венеры и Урана) вращаются в одном и том же направлении;
- близкие к Солнцу планеты имеют ту же среднюю плотность, что и Земля.

Это говорит о том, что планеты и их спутники подчиняются некоторым общим фундаментальным естественным законам.

*Солнце* – это звезда спектрального класса G 2, каких много в нашей Галактике. Солнце является постоянным источником тепла и света на Земле. Температура на поверхности слоя яркого свечения равна 5500°C, в центре, вероятно, достигает 15 000 000 °C. Солнце гудит как колокол. Частота звуковых волн низка для человеческого уха, но приборы ее улавливают. Химический состав вещества на Солнце следующий: водород – 73 % (по массе), гелий – 25 %, остальное – кислород, углерод, железо и т.д. Источник энергии Солнца – термоядерная реакция слияния ядер водорода с образованием ядра гелия. Газы оказываются в сильно сжатом состоянии и имеют плотность в 14 раз больше, чем свинец.

Солнце имеет сильное магнитное поле, полярность которого меняется каждые 11 лет. *Одиннадцать лет* – цикл солнечной активности. На поверхности солнца также происходят локальные вспышки по 22-летним циклам. Они соответствуют периодичности изменения полярности магнитного поля Солнца.

От Солнца во все стороны радиально исходит *солнечный ветер* – поток плазмы, состоящий в основном из протонов и электронов. Вблизи Земли скорость частиц солнечного ветра равна 300–700 км/с. Магнитное поле Земли отклоняет большинство частиц, но часть их вблизи магнитных полюсов попадает в верхние слои атмосферы, заставляя их светиться. Это полярное сияние.

Предположительно Солнце будет светить около 7 млрд лет, пока весь водород не превратится в гелий. Тогда звезда вздуется, превратится в красного гиганта, а затем станет

белым карликом. Интересно, что солнечный свет, падающий сейчас на Землю, покинул светило 8 минут назад, а отраженный от Луны попадает к нам всего за 1,3 секунд.

*Планеты Солнечной системы* – это четыре планеты земной группы – *Меркурий, Венера, Земля, Марс*; три планеты гиганта – *Юпитер, Сатурн, Уран* (рис. 4).

*Меркурий* – ближайшая к Солнцу безатмосферная планета с диаметром, равным 0,38 диаметра Земли. Поверхность Меркурия днем нагревается от + 250 до + 450°С, а ночью охлаждается до – 170°С. Средняя плотность Меркурия такая же, что у Земли, что свидетельствует о том, что у этой планеты есть железное ядро. Большая часть поверхности Меркурия испещрена ударными кратерами метеоритов размером от 50 до 100 км в поперечнике. На снимках 1974 г. местами наблюдаются молодые равнины, по-видимому, образовавшиеся при излиянии базальтовых лав.

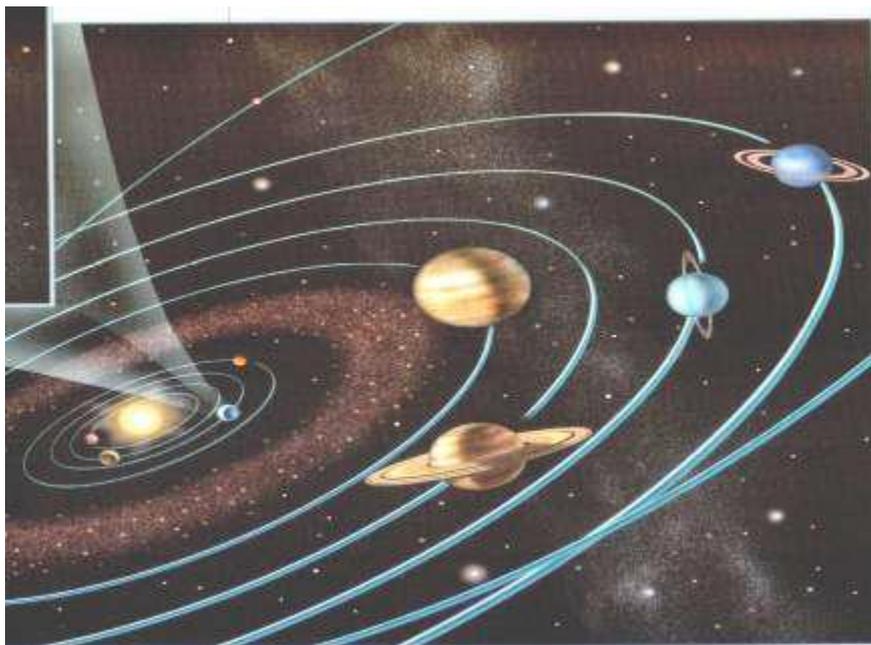


Рис. 4. Планеты Солнечной системы

*Венера* – вторая от Солнца планета, которую за сходство по размерам с Землей часто называют ее «сестрой». Венера вращается в обратную сторону вокруг своей оси, отличную от вращения Земли и других планет. Венера окутана очень плотной углекислой атмосферой, вследствие чего на поверхности нет суточных и сезонных колебаний температуры. Атмосферное давление на поверхности Венеры – 96 кг/см<sup>2</sup> (на Земле – 1 кг/см<sup>2</sup>), температура – около +500°С. В этих условиях жидкая вода существовать не может, водяного пара в атмосфере Венеры тоже мало. На высоте 50–70 км от поверхности находится слой облаков из капелек концентрированной серной кислоты. С востока на запад дует ураганный (100–140 м/с) ветер. Венера близка к Земле по массе, а значит и по средней плотности. Однако собственного магнитного поля у Венеры нет. Большая часть поверхности Венеры – это равнины, горы занимают 15 % поверхности.

*Земля* – это третья от Солнца планета, место, где мы живем. Это уникальная планета во Вселенной, т.к. на ней единственной есть жизнь.

Существование на Земле органического мира – одно из главных отличий нашей планеты от остальных планет Солнечной системы, а возможно и не только ее. До настоящего времени все попытки обнаружить признаки внеземной жизни оказывались тщетными. По современным представлениям (В.В. Орленок, 2000 г.) единственно возможный путь эволюции живого и неживого вещества Земли в условиях Солнечной системы определяется тремя основными характеристиками планеты – ее *массой, гелиоцентрическим расстоянием и быстрым вращением вокруг своей оси.*

Эти три важнейшие характеристики у других планет Солнечной системы существенно отличаются от земных, что и является причиной наблюдаемых различий в их строении и путях эволюции.

*Масса* планеты Земля равна  $5,976 \cdot 10^{21}$  т. Шарообразная форма свидетельствует о преобладании гравитационной организации вещества в теле планеты.

*Радиус гелиоцентрической орбиты* Земли (по сути, – расстояние от солнца) в среднем равен 149,6 млн км. Есть основания полагать, что на таком расстоянии количество солнечного тепла, достигающего поверхности Земли, таково, что выносимая из недр вода имеет возможность длительное время сохраняться в жидкой фазе, формируя обширные океанические и морские бассейны. И действительно, уже на орбите Венеры, расположенной на 50 млн км ближе к Солнцу, из-за избытка солнечного тепла вода испаряется и может существовать только в атмосфере планеты. А на орбите Марса, расположенной на 70 млн км дальше от Солнца, вода из-за недостатка тепла пребывает в замерзшем состоянии под грунтом планеты.

Следующая характеристика – *вращение Земли*. Полный оборот вокруг своей оси Земля делает за 24 часа. Считается, что именно благодаря такому вращению возникают динамические условия, необходимые для образования земного магнитного поля. Без магнитного экрана, как известно, развитие современных форм жизни было бы невозможно. Суша бы представляла собой мертвые пустыни. Суточное вращение Земли обеспечивает также смену дня и ночи, периодическое нагревание и охлаждение ее поверхности. Это способствует жизнедеятельности биосферы, ускорению динамики всех процессов.

Для решения большинства астрономических задач достаточно считать Землю эллипсоидом или, точнее, сфероидом. По данным измерений, Земля – сплюснутый с полюсов шар. Экваториальный радиус равен 6 378 245 м, полярный радиус – 6 356 863 м. Разность между радиусами 21 382 м (= 21,4 км). Обычно, когда не требуется высокая точность, средний радиус Земли принимают равным 6 371 км. Экваториальные радиусы также не равны между собой, разница между ними составляет 213 м.

*Поверхность Земли*. Основные области земной поверхности – поверхность суши и водная поверхность, соответствующие континентам и океанам.

На рис. 5 поверхность Земли развернута в фигуру, называемую «континентальная звезда», на которой наглядно показано соотношение поверхности материков, составляющей 29,2 % всей поверхности Земли, и поверхности водных пространств, представляющих прерывистую гидросферу, занимающей в общей сложности 70,8 % всей поверхности Земли.

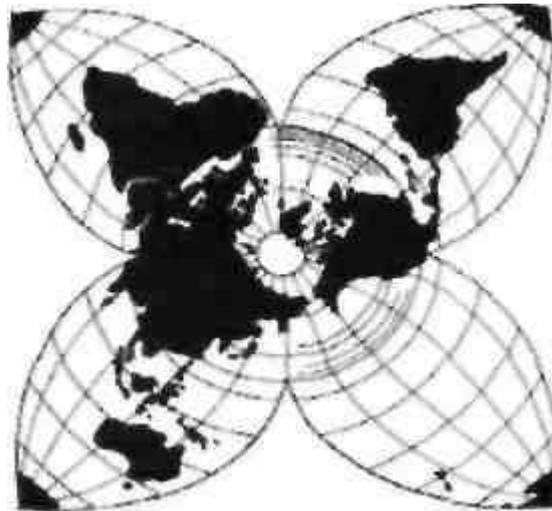
Твердая оболочка Земли характеризуется расчлененным рельефом.

Наиболее высокая точка на Земле (Эверест, или Джомолунгма) имеет высоту 8 848 м. Наибольшая глубина океана в Марианском желобе Тихого океана находится под слоем воды толщиной 11 022 м. На дно Марианской впадины в 1960 г. опускался французский ученый Ж. Пикар в батискафе «Триест».

На материках выделяются низменности, плоскогорья и горные хребты. Высота низменностей над уровнем моря не поднимается выше 200 м, плоскогорья приподнимаются до 1 км и выше. Горные хребты имеют резко пересеченный рельеф и образуют крупные пояса.

*Марс* – четвертая от Солнца планета. Марс гораздо меньше Земли.

Солнечные сутки на Марсе – 24 ч. 37 мин. Плоскость экватора планеты наклонена к плоскости ее орбиты почти так же, как и у Земли. Это определяет наличие сезонов в климате Марса.



5. Соотношение материков и гидросферы в виде «континентальной звезды» (К.А. Куликов)

У Марса есть углекислая атмосфера, но она разреженная, давление у поверхности всего  $0,003-0,010 \text{ кг/см}^2$ , поэтому нет жидкой воды – она либо испарится, либо замерзнет. На экваторе Марса максимальные дневные температуры могут достигнуть  $+ 250^\circ\text{C}$ , но в ночное время опуститься до  $- 90^\circ\text{C}$ . В атмосфере Марса, кроме белых облаков из кристалликов льда и твердой углекислоты, иногда наблюдаются желтые облака – это пылевые бури.

На поверхности Марса выделяются два типа местности – возвышенности (в южном полушарии) и равнины (в северном полушарии).

В ранней истории Марса (около 4 млрд лет назад), вероятно, был период, когда атмосфера была более плотной, шли дожди, текли реки, которые впадали в озера и моря. Не исключено, что в этот период на Марсе была примитивная жизнь. А поскольку падение на Землю метеоритов – это почти установленный факт, не исключено, что когда-то эти метеориты занесли на Землю марсианские микроорганизмы. Может быть Сванте Аррениус был прав, говоря о том, что жизнь на Землю была занесена извне. Эта гипотеза была предложена шведским ученым физиком С. Аррениусом в конце XIX в. и известна под названием «гипотеза панспермии». Она предусматривала занос спор микроорганизмов, рассеянных по всей Вселенной, на Землю, где они дали начало разнообразному органическому миру. В настоящее время никаких бактерий или вирусов в космосе до сих пор не обнаружено, но органические химические соединения найдены в метеоритах, и особенно в веществе кометы Галлея.

Недра планеты Марс к настоящему времени сильно остыли, а запасы воды в виде льда сосредоточены под прочной литосферой.

Три планеты-гиганта нами не рассматриваются.

Таким образом, общей чертой планет земной группы является их относительно высокая плотность ( $3,34-5,52 \text{ г/см}^3$ ). Это указывает на то, что они сложены преимущественно твердым каменным материалом.

Содержание газов, образующих атмосферы планет, очень мало, или его совсем нет, как у Меркурия и Луны. Там же совсем нет воды. На Венере в малых количествах вода присутствует в виде пара в атмосфере, а на Марсе вода находится в замороженном состоянии. На Земле вода может находиться в жидком, парообразном и твердом состояниях.

*Малые тела – астероиды и кометы* – это малоизмененные представители того вещества, из которых образовались планеты. Некоторые астероиды и кометы пересекают орбиту Земли, например, группы Аполлон сталкиваются с ней. Из геологической летописи мы знаем, что такие столкновения опасны для биосферы Земли.

*Астероиды* – это сравнительно небольшие твердые тела. Они, так же как и планеты, вращаются вокруг Солнца между орбитами Марса и Юпитера, образуя пояс астероидов. Астероиды – это источник падающих на Землю метеоритов – «парящих в воздухе». Ежегодно на Землю падает до 10 000 т космического вещества, но главным образом пыль. Частицы пыли нагреваются до температуры более 10 000°C, либо сгорают, либо достигают Земли. Их в Антарктиде найдено в настоящее время около 20 000 штук. По химическому составу метеориты близки к ультраосновным и основным магматическим горным породам. Они свидетельствуют о том, что Луна, Марс, сложены из того же вещества, что и Земля. В научных журналах есть данные, что в метеоритах обнаружены микроорганизмы (грибы, цианобактерии и т.д.).

*Кометы* приходят с периферии Солнечной системы в ее внутреннюю часть. Здесь у них образуются светящая «кома» и «хвост». Мы их видим невооруженным глазом. «Кома» – это облако газа и пыли, а ядро «комы» размером от 1 до 20 км в поперечнике состоит из смеси льда и пыли. Кометы движутся вокруг Солнца по сильно вытянутым орбитам с периодом вращения около 200 лет.

У Земли есть естественный единственный спутник – *Луна*. Она по одной из гипотез образовалась из обломков, которые постепенно притянулись друг к другу. Луна движется вокруг Земли на среднем удалении 384 000 км, но непрерывно на 2–4 см в год удаляется от Земли. Луна повернута к Земле всегда одной стороной. Период ее вращения вокруг Земли равен периоду ее вращения вокруг своей оси и составляет 29,5 земных суток. Наш спутник светится, потому что отражает солнечный свет. На протяжении месяца для нас освещены разные части видимой стороны Луны, в зависимости от ее места на орбите. В новолуние Солнце освещает видимую нам сторону Луны, поэтому вместо нее на фоне звезд просто черное пятно. В полнолуние на небе ровный яркий круг. В остальные фазы лунный диск неполный. Между новолунием и полнолунием Луна на небе как будто растет и называется «молодой».

А между полнолунием и новолунием она «убывает» и «старее».

Иногда Луна, Земля и Солнце выстраиваются по одной прямой и возникают затмения. Когда Луна проходит в земной тени, наступает лунное затмение. Лунный диск медно-оранжевый – на него падает часть солнечного света, отфильтрованного нашей атмосферой. Перед тем как Луна полностью закроет Солнце, его свет создает эффект кольца с бриллиантом. Край раскаленного шара сияет драгоценным камнем, а солнечная корона сияет вокруг темного лунного диска – Солнечное затмение.

Атмосферы и магнитного поля у Луны нет. Лунное притяжение в 6 раз слабее земного. Небо на Луне всегда черное. На экваторе температура поверхности в полдень достигает +150°C, а ночью опускается до – 150°C. На Луне есть два типа местности – материка (83 %) и лунные «моря» (17 %). Материки выглядят как светлые, т.к. сложены светлыми породами – полевыми шпатами. Лунные «моря» – это темные базальтовые равнины, образующие понижения среди материков. В лунных породах оказалось всего 10 % железа, тогда как Земля состоит на 30 % из него (ее ядро целиком железное).

Слабая метеоритная бомбардировка поверхности Луны привела к формированию лунного грунта – *реголита* – мощностью всего несколько метров. Летавший на Луну американский космонавт – геолог Г. Шмидт метко выразился, что слабая переработанность поверхности Луны за последние 3–4 млрд. лет делает ее «запыленным окном в изучении происхождения и эволюции Земли». Вопрос о происхождении Луны остается открытым. Пока известно только одно: Земля и ее спутник имеют один и тот же возраст.