

СРЕДИ СОТЕН ЭКЗОПЛАНЕТ, обнаруженных в последние годы, есть и сложенные из плотных пород тела, диаметр и масса которых не намного больше земных. В астрономические каталоги внесено уже более 30 так называемых супер-Земель, которые обращаются вокруг легких и холодных звезд, красных и оранжевых карликов. Такова, например, открытая в декабре 2009 года экзопланета GJ 1214 b, чья масса в 2,7 раза превышает земную. Пока это единственный известный спутник очень тусклого (всего 0,3% солнечной светимости) красного карлика GJ 1214, масса которого составляет лишь 16% солнечной.

Земля под красным солнцем

Текст: Алексей Левин

Попробуем смоделировать состояние поверхности и атмосферы планеты стопроцентно земного типа, которая обращается вокруг вполне стандартного красного карлика, в четыре раза уступающего Солнцу по массе и почти вдвое – по радиусу. Температура фотосферы такой звезды не превышает 3500°C, а светимость составляет 0,01 солнечной. Хотя пик ее излучения приходится

на ближнюю инфракрасную зону, вполне заметная доля излучения достанется и длинноволновой части оптического диапазона.

Для простоты допустим, что звезда обладает одной-единственной планетой X, которую попытаемся сделать максимально пригодной для возникновения жизни. Выберем орбиту, чтобы средняя температура поверхности планеты составляла, как и на Земле, 16–17°. Для этого расстояние между планетой X и звездой должно составлять 24–25 млн км, так что она будет совершать полный оборот по орбите за 47 земных суток.

СУПЕРГЕОЛОГИЯ И СУПЕРГЕОГРАФИЯ

Подобно Земле, планета X в юности была сильно нагрета. Ее поверхностные и глубинные породы, за исключением затвердевшего внутреннего ядра, пребывали в расплавленном состоянии, что и сделало возможным приливное торможение и разогрев. Когда приливное трение синхронизировало сутки планеты X с ее годом и она оказалась повернутой к звезде одним полушарием, фрикционный прогрев сошел на нет и планета наконец-то обзавелась твердой корой земного типа. Поскольку при этом остыла и ее атмосфера, состоящая из выброшенных магмой газов, часть воды сконденсировалась и образовала океаны и прочие водоемы. Для этого даже не потребовалось никакой кометно-астероидной бомбардировки, которая, как считается, внесла основной вклад в формирование земных водных запасов. Планета X, скорее всего, имеет более обширные акватории, нежели Земля, а общая площадь ее суши заметно уступает земной.

Предположим, что планета X, подобно Земле, обращается по практически круговой орбите, а ее ось, в отличие от земной, перпендикулярна орбитальной плоскости. Тогда океаны на полушарии вечной ночи постепенно промерзнут до самого дна. Дневное полушарие будет постоянно прогреваться лучами красного солнца, и вода, особенно в экваториальной зоне, будет испаряться. Несмотря на медленное вращение планеты, на поверхности будут дуть ветры типа земных пассатов, которые понесут влажный воздух от дневного полушария к ночному. На границе света и тьмы водяные пары сконденсируются и выпадут снегом и льдом. Через сотни миллионов лет планету окольцует исполинская ледяная стена многокилометровой высоты, разделяющая дневное и ночное полушария.

Этим дело не ограничится. Вода все равно будет испаряться с поверхности океанов дневного полушария, и они постепенно обмелеют и высохнут. Тем временем снежно-

СУПЕРЛУНА

Есть ли шансы, что планета X в юности обзаведется спутником по земному сценарию, то есть в результате столкновения с небесным телом примерно марсианских размеров? Это вполне возможно, только результат будет поскромнее. Ко времени соударения солнечных приливы не успели сильно замедлить осевое вращение Земли, поэтому продолжительность суток тогда не превышала нескольких часов. Из-за меньшего расстояния до своей звезды планета X сильнее снизит угловую скорость, и центробежные силы на ее поверхности окажутся много меньше земных. Поэтому она вернет себе большую часть выброшенного при ударе вещества, нежели в свое время сделала Земля. Масса спутника планеты X, скорее всего, не превысит 1% лунной массы, а его диаметр – 0,2 диаметра Луны.

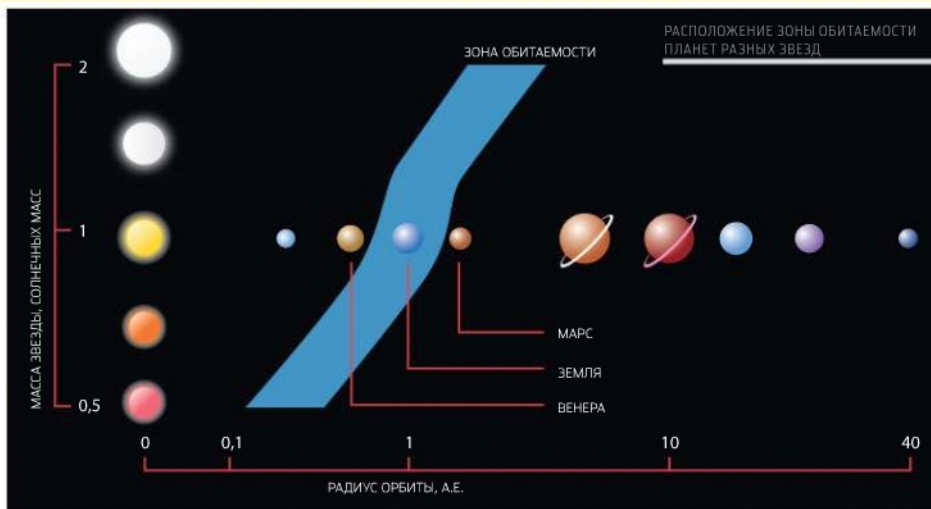
ледяной вал на границе между полушариями делается еще толще, выше и, соответственно, массивней. Не исключено, что в конце концов он своей тяжестью настолько продавит кору планеты, что та постепенно растрескается и освободит путь потокам магмы. Часть ледяного щита растает и стечет водой в дневное полушарие, однако вскоре испарится, теперь уже окончательно. Поверхность планеты X навсегда стабилизируется в виде двух полушарий – каменного и ледяного.

НЕМНОГО ЭКСЦЕНТРИСИТЕТА

Может ли на смоделированной нами планете возникнуть жизнь? В описанном виде – нет. А вот если планета X будет обращаться вокруг своего светила по эллипсу, между полушариями возникнет промежуточная зона. Поскольку эту зону будут периодически освещать солнечные лучи, вода там будет и замерзать, и таять, подпитывая водоемы на дневной стороне. Вблизи этой зоны, скорее всего, сохранятся моря и океаны умеренных размеров, и не исключено, что в них сможет возникнуть жизнь. А поскольку космос куда больше населен красными карликами, нежели звездами солнечного типа, закон больших чисел вполне это позволяет.

ИИМ

МИРАДИКАТУЛИНИ



ЗОНА ОБИТАЕМОСТИ

Для того чтобы на планете могла зародиться жизнь, необходима жидкая вода – растворитель для органических соединений, которые являются основой углеродной жизни земного типа. Если планета будет расположена слишком далеко от звезды, вода замерзнет, если слишком близко – испарится, поэтому вокруг любой звезды существует “зона обитаемости” с подходящим температурным диапазоном. Расположение ее границ зависит от параметров звезды. Однако попадание планеты в этот диапазон не означает автоматически наличия жизни или даже просто подходящих условий, отражая лишь более высокую вероятность этого. Многие ученые отмечают также, что жизнь теоретически возможна и вне зоны обитаемости – например, на спутниках газовых гигантов (типа Европы или Ио).