



## Происхождение Солнечной системы, Земли и Луны. Существующая теория и возможные гипотезы

**Попова Екатерина Витальевна** — помощник руководителя Администрации Президента Российской Федерации, председатель комитета Торгово-промышленной палаты РФ по содействию модернизации и технологическому развитию России, канд. экон. наук, академик РАЕН.

**В** Федеральном законе «О космической деятельности» сказано, что «исследования и использование космического пространства, в том числе Луны и других небесных тел, являются важнейшими приоритетами государственных интересов».

В 1960–1980-е годы в нашей стране были выполнены пионерские работы по изучению Луны, Венеры, Марса. Они позволили получить уникальные сведения о химическом строении тел Солнечной системы и внести выдающийся вклад в мировую науку и историю человеческой цивилизации.

Однако с конца 1980-х годов мы практически не вели исследования планет Солнечной системы, хотя Россия по-прежнему лидирует в области предоставления космических услуг. Так, из 32 запусков, выполненных Россией в 2008 г., 24 были сделаны в интересах зарубежных стран (для сравнения: в США в это же время из 15 запусков 14 были осуществлены в интересах национальных программ).

Как отмечает в своей книге «Замыслы и просчеты» академик Э.М. Галимов, неэффективное планирование астрофизических проектов, нерациональное распределение ресурсов, выделенных на запуск аппаратов научного назначения, привели к тому, что Россия уже почти 20 лет не осуществляет лунно-планетных миссий. Академик Э.М. Галимов полагает, что при эффективном управлении астрофизическими проектами проект «Фобос-Грунт» мог бы быть осуществлен еще в 2003 г. наряду с двумя запусками к Луне в 2005 г. Одновременно следовало перестроить астрофизические проекты типа «Спектр», предусмотрев их осуществление на ракетах-носителях среднего класса и на платформах, которые могли бы быть разработаны в ходе реализации проектов «Фобос-Грунт» и «Луна-Глоб».

Очевидно, что российское правительство должно обратить внимание на проблемы организации и финансирования фундаментальных и прикладных исследований Луны и планет Солнечной системы. Необходимо понимать, что исследования планет представляют интерес не только для углубления наших знаний о Солнечной системе. Они создают на основе данных сравнительной планетологии необходимую базу для решения проблем земной геологии. А исследования Луны имеют прямое прикладное значение.

В настоящее время автор данной статьи является руководителем Межведомственной группы при Администрации Президента Российской Федерации по инновационному законодательству и председателем Комитета ТПП РФ по модернизации и технологическому развитию. В ходе наших заседаний по космической тематике не только были высказаны предложения по экономическим и законодательным мерам развития ракетно-космического комплекса России, но и проведен ряд дискуссий чисто научного характера, касающихся фундаментальных исследований Луны и Солнечной системы.

В целях привлечения общественного интереса к фундаментальным исследованиям космоса и успешной «реанимации» российской программы лунно-планетных научных миссий хотелось бы остановиться на интересных гипотезах происхождения Солнечной системы, Земли и Луны, как официально признанных, так и довольно неожиданных.

### Происхождение Солнечной системы

Проведение научных исследований по данному направлению позволит ответить на следующие важнейшие вопросы:

1) формирование Земли и ее ранняя история в контексте образования и эволюции Солнечной системы;

2) изучение внутреннего строения планет и спутников;

3) происхождение жизни;

4) освоение Луны и Марса (в качестве источника ресурсов, космодромов для исследования дальнего космоса, планетных баз, изучение возможностей для терраформирования и др.).

Наиболее широко принятая теория образования Солнечной системы предполагает образование Солнца и планет из газопылевого облака — протосолнечной ту-

### Неэффективное планирование астрофизических проектов, нерациональное распределение ресурсов привели к тому, что Россия уже почти 20 лет не осуществляет лунно-планетных миссий.

манности. Точно неизвестно, что заставило его сжиматься, однако ясно, что сила гравитации превосходила силу давления газа. В ходе сжатия облако приобрело форму плоского диска с утолщением в центре. Фигурист вращается быстрее, прижав к себе руки, точно так же диск по мере сжатия наращивает скорость вращения.

Центральная область становится горячее и плотнее. Считается, что в частях диска, ближайших к горячей центральной области, только скальные породы и металлы могли существовать в твердом состоянии, другие вещества испарились. Эти твердые частицы и металлы постепенно слипались, образуя планетозимали, а затем и планеты земной группы. Считается, что в более холодных внешних областях диска происходил подобный процесс, но твердые частицы, образовавшие планетозимали, состояли из большого количества различных льдов — водяного, аммиачного, метанового, а также из скальных пород. Из этого материала образовались ядра газовых планет-гигантов.

В основе понимания процесса формирования Юпитера и других планет-гигантов лежит предположение о том, что сначала образовалось твердое ледяное ядро, а затем к нему прибавилась оболочка из водорода и гелия. Твердое ледяное ядро Юпитера, которое должно быть в несколько раз больше Земли, до сих пор остается не более чем теоретическим предположением. Считается, что в остальном объеме планеты произошла дифференциация и сформировалась слоистая структура,

как и в недрах Земли, но по другим причинам. Земля родилась однородной и затем расплавилась, что и стало причиной последующей дифференциации. А у Юпитера уже было тяжелое ядро.

Такова в основных чертах общепринятая теория рождения Солнечной системы. Однако существует ряд значительных проблем, которые не могут быть решены в рамках данной теории.

Одна из таких проблем — необычное распределение момента количества движения Солнечной системы между центральным телом — Солнцем и планетами.

Момент количества движения является одной из важнейших характеристик изолированной механической системы. Именно так рассматриваются Солнце и его планеты в рамках существующей теории. Это вращение складывается из орбитального движения планет и вращения вокруг своих осей Солнца и планет. Математически «орбитальный» момент количества движения планеты относительно центра масс системы

определяется как произведение массы планеты ( $M$ ) на ее скорость ( $V$ ) и на расстояние до центра вращения, то есть Солнца ( $R$ ).

Таким образом, получается, что 98% всего момента движения Солнечной системы связано с орбитальным движением планет и только 2% с вращением Солнца.

Большая доля момента количества движения сосредоточена в орбитальном движении планет-гигантов Юпитера и Сатурна.

С точки зрения существующей теории происхождения Солнечной системы это совершенно непонятно. Очевидно, что в эпоху, когда от первоначальной, быстрой вращающейся туманности отделялось кольцо, слои туманности, из которых впоследствии сконденсировалось Солнце, имели примерно тот же момент, как и вещество отделившегося

происхождения Солнечной системы.

Объяснение «утечки» момента давал в своей теории английский астрофизик Хойл, однако его теория имеет ряд существенных противоречий, на которых мы не будем останавливаться.

Следующая гипотеза — выдающегося советского ученого и общественного деятеля О.Ю. Шмидта — пыталась обойти трудности теории Хойла. О.Ю. Шмидт полагал, что наша планетная система образовалась из вещества, захваченного из холодной газовой-пылевой туманности, через которую некогда проходило Солнце, уже тогда имевшее почти современный вид.

При этом никаких трудностей с вращательным моментом планет не возникает, так как первоначальный момент вращения об-

по мнению ученых, по трем основным причинам.

1. Прежде всего теория Джинса–Вульфсона предполагает, что образование планетных систем, подобных нашей, маловероятно. Столкновения или близкие прохождения в Галактике, по мнению оппонентов, могут проходить крайне редко.

2. Аналогично классической теории Канта–Лапласа теория Джинса–Вульфсона не может объяснить, почему подавляющая часть момента количества движения сосредоточена в орбитальном движении планет. Математические расчеты показали, что при всех случаях в рамках этой гипотезы образуются планеты с очень маленькими орбитами.

3. Расчеты ряда известных астрофизиков, в частности Лаймана, показали, что вещество струи рассеется в окружающем пространстве и конденсации не будет.

Если в первоначальном варианте гипотезы Джинса планеты образовывались из газового сгустка, выброшенного из Солнца приливными силами при близком прохождении мимо него звезды, то новейший вариант, развиваемый в последние годы Вульфсоном, предполагает, что газовая струя, из которой образовывались планеты, была выброшена из проходящего мимо Солнца космического объекта. В качестве последнего принимается уже не звезда, а протозвезда — «рыхлый» объект огромных размеров (в 10 раз превышающий радиус нынешней земной орбиты) и сравнительно небольшой массы (приблизительно 0,25% от массы Солнца). Непосредственно видно, что некоторые орбиты так же удалены от Солнца, как и орбита Юпитера, и даже более — до 30 а.е.

Таким образом, новейшая модификация гипотезы Джинса снимает основную трудность, с кото-

## **Возраст Солнца — около 6 млрд лет, оно функционирует в фазе наибольшей активности. Солнце будет продолжать светить с такой же эффективностью в течение более 25 млрд лет.**

кольца. Так как масса последнего была значительно меньше массы основной части туманности, полный момент количества движения у кольца должен быть много меньше, чем у «протосолнца».

В гипотезе Лапласа отсутствует какой бы то ни было механизм его передачи от «протосолнца» к кольцу. Поэтому в течение всей дальнейшей эволюции момент количества движения «протосолнца», а затем и Солнца должен быть значительно больше, чем у колец и образовавшихся из них планет. Но этот вывод находится в значительном противоречии с фактическим распределением момента в Солнечной системе.

Это первое важное возражение против существующей теории

лака может быть сколь угодно большим. Начиная с 1961 г. эту гипотезу развивал английский космогонист Литтон. Аналогичные представления содержит теория Джинса–Вульфсона. Согласно ей, исходная материя, из которой в дальнейшем образовались планеты, была выброшена из Солнца — оно к тому времени уже сформировалось и было похоже на нынешнее — при случайном прохождении около него посторонней звезды. В результате этого прохождения, фактически столкновения, из поверхностных слоев Солнца была выброшена струя газа, которая затем сконденсировалась и дала начало планетам.

Однако гипотеза Джинса–Вульфсона оказалась несостоятельной,

рой столкнулся ее первоначальный вариант, — объяснение аномально большого вращательного момента планеты. В схеме Вульфсона это достигается предположением о больших размерах сталкивающегося с Солнцем объекта и его сравнительно небольшой массе. Первоначальные орбиты сгустков были весьма эксцентричны. Так как заведомо не весь захваченный Солнцем газ смог конденсироваться в планеты, вокруг движущихся сгустков должна была образовываться некоторая газовая среда, которая тормозила бы их движение. При этом, как известно, первоначально эксцентричные орбиты будут становиться круговыми. На это требуется порядка нескольких миллионов лет. Каждый сгусток будет довольно быстро эволюционировать в протопланеты.

Вращение протопланет может быть обусловлено действием приливных сил, исходящих от Солнца. Таковы основные положения этой гипотезы. Нетрудно увидеть, что схема «аккреционной» гипотезы Шмидта–Литтлтона совпадает с блок-схемой гипотезы захвата Джинса–Вульфсона: в этих случаях «почти современное» Солнце сталкивается с более или менее «рыхлым» космическим объектом, захватывая часть его вещества.

Также эта «модернизированная» гипотеза связывает образование планет с образованием звезд. После того как звезды образуются из межзвездной газовой среды и становятся самостоятельными объектами, возможно образование планетных систем в соответствии с вышеприведенной моделью.

Однако эта теория так и не позволяет решить следующие важнейшие проблемы:

1) почему третья часть спутников планет Солнечной системы вращается по своим орбитам в обратном по отношению к Солнечной системе направлении; почему одни планеты вращаются вокруг своей оси в прямом направлении, а другие в обратном;

2) ни новая, ни стандартная модели не могут объяснить, почему большинство обнаруженных планет-гигантов гораздо ближе к своим звездам, чем Сатурн и Юпитер;

3) последние исследования говорят о том, что спутник Плутона Харон сформирован в результате гигантского удара еще одного тела почти такого же размера, как Плутон;



4) обратная орбита Тритона — спутника Нептуна — верный признак гравитационного захвата;

5) сильный наклон осей Урана и Нептуна — признак косога удара по ним тел класса нескольких земных масс. Вычисления Алана Штерна показывают: чтобы иметь высокую вероятность таких столкновений, более десятка (!) таких объектов должны были двигаться по кругу в областях Солнечной системы, занимаемых Ураном и Нептуном;

6) недавнее открытие в поясе Койпера объекта 2004 XR190, орбита которого оказалась наклонена на  $47^\circ$  к плоскости эклиптики. Что особенно важно, она близка к круговой и лежит слишком далеко (от 52 до 62 а.е.) от Солнца;

7) современное моделирование образования планет в протопланетных дисках сталкивается с серьезной проблемой: не удается добиться процесса формирования планет-гигантов — они просто падают на звезду. Когда на периферии формируются массивные объекты-гиганты, им приходится достаточно долго набирать вес путем аккреции окружающего газа. Однако как только их масса становится достаточно большой, гравитационное взаимодействие с газовым диском начинает быстро уменьшать скорость их движения.

Проходит всего 100 тыс. лет, и все массивные объекты проваливаются во внутренние области системы и с высокой вероятностью падают на центральную звезду. Таким образом, сегодня существование планет-гигантов в Солнечной системе остается необъясненным.

Представление о чистой и аккуратной «конденсации» протопланетного облака в строй-

ную систему с четырьмя внутренними скалистыми планетами, четырьмя планетами-гигантами подалеже от звезды и как добавки карлика Плутона заменяется картиной бурной жизни ранних планет с множеством столкновений и сильных изменений орбит.

В нижеприведенной модели возникновения Солнечной системы делается попытка разрешить упомянутые выше проблемы. Ее важными моментами являются следующие:

1) предположение, что Солнце уже было одиночной сформировавшейся звездой. Особенность в том, что Солнце представляло собой переменную звезду;

2) даны другие характеристики космического объекта, вызвавшего солнечное извержение и образование планет из солнечного вещества. Этот объект представлял собой сложную систему, состоящую из мощного гравитационного центра и ряда планет;

3) выброс солнечного вещества изначально был сформирован особым образом — с утолщением в центре, там, где гравитационное воздействие пришельца было на-

ибольшим (что объясняет появление планет-гигантов);

4) различные обратные движения тел в Солнечной системе объясняют взаимодействие солнечного вещества и планет, захваченных у пришельца;

5) в рамках данной модели возможно объяснить парадоксы, связанные с распределением момента количества движения;

6) местонахождение орбит почти всех планет и объектов пояса астероидов в одной плоскости — плоскости эклиптики — объясняется углом извержения солнечной массы. Наклон орбит Меркурия и Плутона к этой плоскости ( $7^\circ$  и  $17,1^\circ$  соответственно) объясняется внешним гравитационным воздействием пришельца.

Итак, рассмотрим возможность возникновения Солнечной системы как результата гравитационного взаимодействия некоего космического объекта (предположим, что это была странствующая планетная система с мощным гравитационным центром) с нашим Солнцем, которое в то время являлось одиночным объектом и было сформировано в результате эволюции газопылевой туманности (подходы к эволюции газопылевых туманностей будут рассмотрены отдельно).

Представляется, что именно эта модель рождения Солнечной системы позволяет решить проблемы, перечисленные выше и не решаемые в рамках существующих теорий.

Приблизительно 5 млрд лет тому назад наше Солнце представляло собой изолированное светило, собравшее вокруг себя почти все находившееся поблизости пространственное вещество — остатки недав-



них пертурбаций, сопровождавших его собственное рождение.

Сегодня Солнце обрело относительную стабильность, однако циклы появления солнечных пятен продолжительностью в 11,5 года свидетельствуют о том, что в молодости оно могло быть переменной звездой. Можно предположить, что в начальный период существования Солнца продолжающееся сжатие с последующим постепенным повышением темпе-

и оно функционирует в фазе наибольшей активности. Солнце будет продолжать светить с такой же эффективностью в течение более чем 25 млрд лет.

Наше Солнце ежегодно излучает почти 100 млрд т вещества, в то время как гигантские светила терпят его в громадных количествах в течение раннего периода своего развития — первого миллиарда лет. После достижения максимальной внутренней температуры жизнь Солнца стабили-

Возвращаясь к модели возникновения Солнечной системы, можно предположить, что по мере сближения посторонней звездно-планетной системы с Солнцем в моменты его максимального расширения в ходе солнечных пульсаций потоки газообразного материала выбрасывались в космос в виде гигантских солнечных языков. Вначале эти огненные газовые языки неизбежно падали обратно на Солнце, однако по мере приближения пришельца его гравитационная тяга стала столь велика, что эти языки газа начали в определенных местах отрываться, причем корни возвращались на Солнце, а внешние части отделялись и образовывали самостоятельные материальные тела — солнечные метеориты, которые сразу же стали обращаться вокруг Солнца по собственным эллиптическим орбитам.

### **Столкновения гигантов Вселенной редки, однако гравитационно-приливные взрывы меньших тел — довольно обычное явление.**

ратуры приводило к мощным катаклизмам на его поверхности. Цикл этих гигантских вспучиваний мог быть очень кратковременным и сопровождаться изменением яркости. Это переменное состояние (периодические пульсации) делало наше Солнце высокочувствительным к определенным внешним воздействиям.

Именно в таком состоянии мощных пульсаций пребывало наше Солнце, когда к нему приблизилась массивная солнечно-планетная система. Вслед за этим поверхность Солнца стала извергать настоящие потоки вещества. Сила этого процесса продолжала нарастать вплоть до ближайшего сближения, когда был достигнут пик солнечного извержения и изверглось максимальное количество солнечного вещества — предшественника Солнечной системы.

Необходимо отметить, что наше Солнце уже давно достигло относительного равновесия между циклами расширения и сжатия — теми возмущениями, которые приводят к гигантским пульсациям многих молодых звезд. В настоящее время возраст Солнца составляет около 6 млрд лет

и оно функционирует в фазе наибольшей активности. Солнце будет продолжать светить с такой же эффективностью в течение более чем 25 млрд лет.

Именно в такой критический период более крупные солнца подвержены конвульсивным пульсациям. Стабильность Солнца целиком зависит от поддержания гравитационно-теплого баланса — колоссального давления, уравновешиваемого огромной температурой. Упругий внутренний газ в недрах Солнца служит опорой для верхних слоев разнообразного вещества, а когда гравитация и теплота находятся в состоянии равновесия, вес наружного вещества в точности соответствует температурному давлению внутренних газов и газов из низлежащих горизонтов.

Во многих молодых звездах продолжающееся гравитационное уплотнение приводит к постоянному росту внутренних температур, а по мере увеличения степени внутреннего нагрева рентгеновское давление сверхгазовых ветров в недрах Солнца становится столь высоким, что в связи с центробежным движением Солнце начинает выбрасывать свои верхние слои в пространство, восстанавливая таким образом баланс между гравитацией и степенью нагрева.

По мере приближения пришельца извержения солнечного вещества увеличивались в разы; из Солнца извлекалось все больше и больше вещества, которое превращалось в самостоятельные тела, вращающиеся в окружающем пространстве. Эта ситуация развивалась на протяжении примерно 500 тыс. лет, пока посторонняя система не подошла к Солнцу на минимальное расстояние, после чего Солнце во время одного из своих периодических внутренних катаклизмов претерпело частичный разрыв: с его противоположных сторон были одновременно извергнуты огромные объемы вещества. Со стороны, обращенной к звездному пришельцу, был извлечен обширный столб солнечных газов, несколько заостренный с обоих концов, с характерным вздутием в центре, который полностью освободился от прямого гравитационного контроля Солнца.

Впоследствии этот огромный столб солнечных газов, отделившийся таким образом от Солнца, превратился в планеты Солнечной системы. В результате при-

ливной реакции на извержение этого гигантского предшественника Солнечной системы с противоположной стороны Солнца произошел выброс газа, который со временем конденсировался в метеориты и космическую пыль Солнечной системы, хотя огромная часть этого вещества впоследствии была повторно захвачена притяжением Солнца после исчезновения посторонней системы в глубинах пространства.

Хотя пришельцу удалось извлечь материал, ставший планетами Солнечной системы, равно как и колоссальный объем вещества, превратившегося в обращающиеся вокруг Солнца метеориты и астероиды, он не смог удержать какой-либо части солнечного вещества. Надвигавшаяся система не приблизилась на такое расстояние, при котором она могла бы действительно изъять часть солнечной субстанции, однако ее сближение оказалось достаточным, чтобы извлечь в разделявшее ее и Солнце пространство весь материал сегодняшней Солнечной системы.

Небольшие планеты — пять внутренних (Меркурий, Венера, Земля, Марс и планета, в настоящее время превратившаяся в пояс астероидов) и три внешние (Уран, Нептун и Плутон, хотя их могло быть и больше, до пяти, учитывая недавнее открытие так называемых трансплутоновых планет) — сформировались из остывающих и твердеющих ядер менее массивных, суженных концов гигантского гравитационного вздутия, которое посторонняя система могла извлечь из Солнца, в то время как Сатурн и Юпитер были образованы из более массивных и выпуклых центральных частей. Мощная гравитационная тяга Юпитера и Сатурна быстро захватила большую часть материала, отобранного у посторонней системы, о чем свидетельствует обратное движение некоторых из их спутников.

Юпитер и Сатурн, образованные из самого центра колоссального столба перегретых солнечных газов, содержали столько раскаленного солнечного вещества, что светили ярким светом и излучали огромное количество тепла. Фактически в течение короткого времени после формирования в качестве отдельных пространственных тел они представляли собой вторичные солнца.

Попробуйте представить себе эту потрясающую картину в ночном небе юной Земли несколько миллиардов лет тому назад. В то время активного планетообразования осуществить это наблюдение с земной поверхности было бы проблематично, однако, ока-

## Можно сделать важное предположение, что формирование солнца предшествует появлению планетных систем.

завшись на земной орбите, можно было увидеть в небе вместо одного знакомого Солнца два новых — древние Юпитер и Сатурн.

Эти две крупнейшие планеты Солнечной системы остаются в значительной мере газообразными и до сих пор не остыли до состояния полной конденсации или отвердевания.

Ядра остальных планет, образовавшихся в результате конденсации газа, вскоре достигли стадии отвердевания и начали притягивать к себе все большие количества метеоритного вещества, обращающегося в близлежащем пространстве. Таким образом, планеты Солнечной системы имеют двойственное происхождение: ядра конденсированного газа впоследствии увеличились за счет захвата огромного количества метеоритов. Собственно говоря, метеоритный захват продолжается, хотя и в значительной меньшей степени.

Планеты не обращаются вокруг Солнца в экваториальной плоскости своего солнечного источ-

ника, что произошло бы в том случае, если бы они были выброшены вследствие вращения Солнца. Скорее они движутся в плоскости истечения солнечной массы, вызванного сближением посторонней звездно-планетной системы и происшедшего под значительным углом к солнечному экватору.

Эта плоскость истечения солнечной массы называется сейчас плоскостью эклиптики.

В отличие от пришельца, которому не удалось захватить какой-либо доли солнечной массы, Солнце присоединило к своей изменяющейся планетной семье некоторую часть циркулирующего пространственного материала

странствующей системы. Из-за сильного гравитационного поля пришельца орбиты подчиненных ему планет находились на значительном расстоянии от его центрального солнца.

Вскоре после истечения исходной массы Солнечной системы, когда пришелец еще находился вблизи Солнца, несколько планет этой системы прошли на таком близком расстоянии от массивного предшественника Солнечной системы, что его гравитационная тяга, усиленная гравитацией Солнца, оказалась достаточной для преодоления гравитационного действия пришельца и захвата нескольких планет этого небесного странника.

Весь материал Солнечной системы, отделившийся некогда от Солнца, изначально обращался по орбитам в одном и том же направлении, и, если бы не вторжение этих посторонних космических тел, он по-прежнему сохранял бы исходное направление орбитального вращения. В действительности воздействие подчиненных при-

шельцу планет привнесло в формирующуюся систему новые, внешние направляющие силы, что стало причиной обратного движения. Обратное движение в любой астрономической системе всегда инородно и неизменно является результатом воздействия внешних тел. Такое воздействие может не приводить к обратному движению, однако обратное движение возможно только в такой системе, массы которой имеют различное происхождение.

Предположительно «посторонними» небесными телами, не возникшими из солнечного вещества, могут быть некоторые из спутников Юпитера и Сатурна. Как похожа Европа, спутник Юпитера, на заледеневшего пришельца, укрывшего толстым слоем льда свои океаны в результате отрыва от материнской планетной системы и застывшего нарастающей ледяшкой около нового хозяина, не способного вернуть ему тепло утраченного солнца!

Вслед за рождением Солнечной системы последовал период постепенного ослабления солнечных извержений. На протяжении 500 тыс. лет активность Солнца снижалась и объемы выбрасываемого в пространство вещества постепенно уменьшались. Однако в эту эпоху неустойчивых орбит — в периоды максимального сближения с Солнцем окружающих тел — солнечному родителю удалось вернуть себе значительную часть метеоритного материала.

Планеты, находившиеся ближе других к Солнцу, первыми замедлили свое вращение под действием приливного трения. Кроме того, такие гравитационные влияния помогают стабилизации планетарных орбит, одновременно оказывая тормозящее

действие на скорость осевого вращения планеты и заставляя ее вращаться все медленнее до тех пор, пока она не перестает вращаться вокруг своей оси; в результате одно полушарие планеты оказывается постоянно обращенным к Солнцу или более крупному телу, что видно на примере Меркурия, а также Луны, всегда обращенной к Земле одной своей стороной.

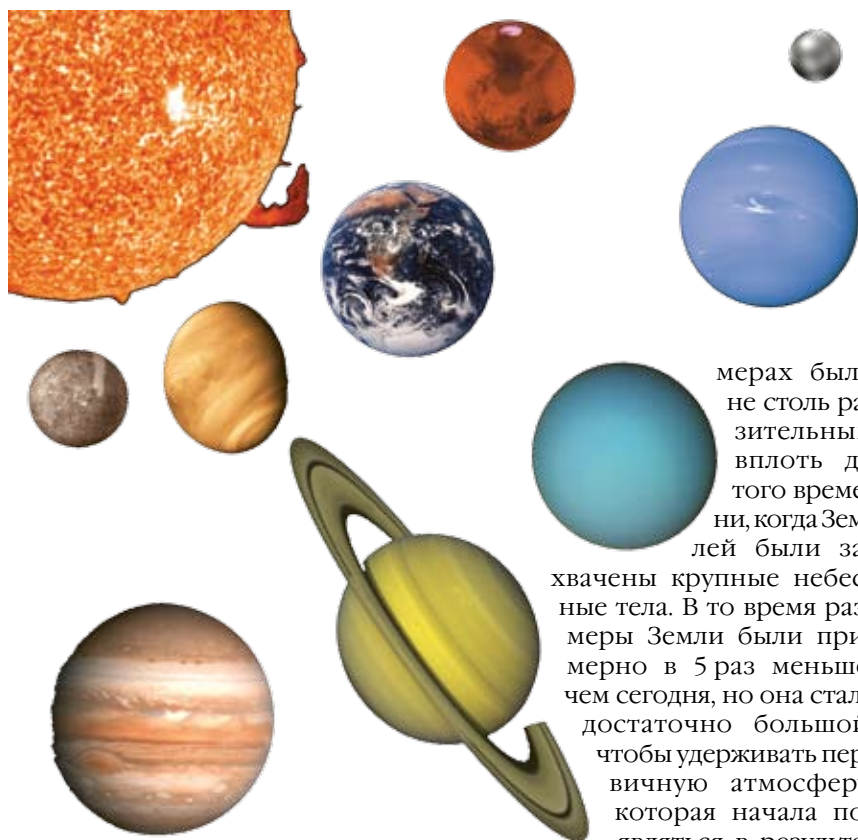
Когда приливное трение Луны и Земли уравнивается, Земля всегда будет обращена одной стороной к Луне, а день станет таким же, как месяц, продолжительностью примерно в сорок семь дней. После достижения такой устойчивости орбит приливное трение начнет оказывать противоположное действие, не отдаляя более Луну от Земли, а постепенно притягивая спутник к планете. В отдаленном будущем, когда Луна приблизится к Земле на расстояние около 18 тыс. км, гравитационное действие Земли приведет к распаду Луны. Вызванный приливно-гравитационным действием взрыв раздробит ее на небольшие осколки, которые соберутся вокруг Земли в виде колец, похожих на кольца Сатурна, или же будут постепенно притянуты к Земле как метеориты.

Если космические тела имеют схожий размер и плотность, они могут столкнуться. Когда же такие тела обладают примерно одинаковой плотностью и сравнительно неодинаковыми размерами и если меньшее из них продолжает сближаться с большим, происходит распад меньшего тела, когда радиус орбиты меньшего тела становится меньше двух с половиной радиусов большего. Столкновения гигантов Вселенной редки, однако гравитационно-приливные взрывы меньших тел — довольно обычное явление.

Падающие звезды устремляются на Землю целым роем, ибо представляют собой обломки крупных космических тел, разрушенных под действием приливной гравитации своих еще более крупных соседей. Кольца Сатурна являются обломками разрушенного спутника. Ио — ближайший спутник Юпитера в настоящее время находится угрожающе близко от критической зоны приливного распада и в течение нескольких миллионов лет либо упадет на планету, либо подвергнется разрушению под действием приливной гравитации. Пятая планета Солнечной системы в далеком прошлом обращалась по нерегулярной орбите, периодически все больше сближаясь с Юпитером, пока не вошла в критическую зону гравитационно-приливного распада, после чего претерпела фрагментацию и превратилась в нынешнее скопление астероидов.







Четыре миллиарда лет тому назад сформировались системы Юпитера и Сатурна — в общих чертах такими, какими они являются сегодня, за исключением их спутников, которые продолжали увеличиваться в размерах на протяжении нескольких миллиардов лет. Фактически все планеты и спутники Солнечной системы продолжают увеличиваться в размерах вследствие непрекращающегося захвата метеоритов.

Три с половиной миллиарда лет тому назад хорошо сформировались уплотнившиеся ядра остальных десяти планет; в неизменном состоянии были и ядра большинства лун, хотя некоторые из меньших спутников позднее объединились с более крупными. Эта эпоха может быть названа эрой образования планет.

Два миллиарда лет тому назад Земля стала обгонять в росте Луну.

Планета всегда была больше своего спутника, но отличие в раз-

мерах было не столь разительным вплоть до того времени, когда Земли были захвачены крупные небесные тела. В то время размеры Земли были примерно в 5 раз меньше, чем сегодня, но она стала достаточно большой, чтобы удерживать первичную атмосферу, которая начала появляться в результате внутреннего стихийного протитворства раскаленного ядра и остывающей коры.

К этому периоду относится начало явно выраженной вулканической деятельности. Высокая внутренняя температура продолжала повышаться за счет все более глубокого проникновения радиоактивных или тяжелых элементов, привнесенных из пространства метеоритами.

Полтора миллиарда лет тому назад Земля набрала две трети своей нынешней массы, в то время как масса Луны приближалась к современной величине. Быстрый рост Земли по сравнению с Луной позволил постепенно отобрать у Луны ту небольшую атмосферу, которой когда-то обладал спутник.

В заключение необходимо отметить: не следует думать, что все планетные системы могли возникнуть подобным образом. Именно упомянутая специфи-

ка Солнечной системы, включая особенности расположения планет-гигантов, заставляет задуматься о данной модели.

Скорее всего, возможны другие варианты возникновения планетных систем, например такой: на определенных стадиях своего развития и в случае значительного увеличения скорости вращения огромные солнца начинают выбрасывать большое количество вещества, которое впоследствии может уплотняться, в результате чего образуются небольшие миры, продолжающие обращаться вокруг материнского Солнца.

Важным моментом является эволюция самого солнца. Можно сделать важное предположение, что формирование солнца предшествует появлению планетных систем. В последние годы физики активно обсуждают возможные модели формирования Солнечной системы в комплексе звездообразования. Солнечная система могла образоваться и в большем, и в меньшем по размерам и разнообразию звездного окружения комплексе звездообразования. Недавно международный коллектив из шести исследователей, исходя из изотопных данных, доказал, что спустя миллион лет после начала формирования Солнечной системы была еще одна вспышка сверхновой, впрыснувшей короткоживущий  $^{60}\text{Fe}$  (Bizzarre et al., 2007). По их мнению, это существенное доказательство в пользу идеи об образовании Солнечной системы в плотной звездной ассоциации с присутствием массивных звезд.

Развитие подобных гипотез необходимо осуществлять с использованием новейшего компьютерного моделирования, пропагандировать роль астрофизики, астрономии в целях расширения мировоззрения современного человека.

□

ПЭС 10240/15.11.2010