**Дальневосточный государственный университет**

**Институт международного туризма и гостеприимства**

**Факультет социально культурный сервис и туризм**

# Груша Мария Владимировна

# ТЕМА : Происхождение и развитие солнечной системы

## **РЕФЕРАТ**

# Владивосток 2001 г.

### Содержание :

# космогонические ГИПОТЕЗЫ ПРОИСХОЖДЕНИЯ

#  СОЛНЕЧНОЙ СИСТЕМЫ

1. Небулярные гипотезы 3 - 6
2. 2. Гипотезы захвата 6 – 7
3. Другие гипотезы 7 – 8

# ПРОИСХОЖДЕНИЕ СОЛНЕЧНОЙ СИСТЕМЫ

1. Происхождение колец планет-гигантов 8 – 12
2. Происхождение планет-гигантов 12 - 13
3. Происхождение Плутона и других ледяных планет 13 - 15
4. Происхождение астероидов 15 - 18
5. Происхождение спутников 18 - 23
6. Происхождение планет земной группы 23 - 31
7. Происхождение комет 31 – 33
8. Происхождение Солнца 33 – 35
9. **Современные представления о строении Солнечной системы 35 - 36**

### по

### Литература :

1. Большая советская энциклопедия. Космогония (http://www.rubrikon.ru/) [4]
2. Движение тел Солнечной системы. Учебная программа.
3. (http://virlib.eunnet.net/paint/metod\_materials/wm3/solsys.zip) [5]
4. Левин Б.С. Происхождение Земли и планет. М. 1964. [2]
5. Паршаков Евгений Афанасьевич. Происхождение и развитие Солнечной системы (http://parshakov.chat.ru/) [1]
6. Современные представления о строении Солнечной системы
7. (http://virlib.eunnet.net/win/metod\_materials/wm3/) [3]

# космогонические ГИПОТЕЗЫ

# ПРОИСХОЖДЕНИЯ

#  СОЛНЕЧНОЙ СИСТЕМЫ

**1. Небулярные гипотезы**

Все космогонические гипотезы можно разделить на несколько групп: небулярные (Канта, Лапласа и др., к ним же относится и гипотеза О. Ю. Шмидта), гипотезы захвата, выброса и др. Небулярные гипотезы, а их больше всего, можно, в свою очередь разделить на две подгруппы [1]. Согласно первой из них Солнце и все тела Солнечной системы: планеты, спутники, астероиды, кометы и метеорные тела - образовались из единого газово-пылевого, или пылевого облака. Согласно второй Солнце и его семейство имеют различное происхождение, так что Солнце образовалось из одного газово-пылевого облака (туманности, глобулы), а остальные небесные тела Солнечной системы - из другого облака, которое было захвачено каким-то, не совсем понятным, образом Солнцем на свою орбиту и разделилось каким-то, еще более непонятным образом на множество самых различных тел (планет, их спутников, астероидов, комет и метеорных тел) имеющих самые различные характеристики: массу, плотность, эксцентриситет, направление обращения по орбите и направление вращения вокруг своей оси, наклонение орбиты к плоскости экватора Солнца (или эклиптики) и наклон плоскости экватора к плоскости своей орбиты.

В связи с тем, что наш читатель более всего знаком с гипотезой О. Ю. Шмидта, мы более подробно остановимся на ней. Как утверждают небесные механики, небулярные гипотезы Канта, Лапласа и др. среди прочих имеют следующий существенный недостаток: они не объясняют, почему Солнце и планеты так неравномерно распределили между собой количество движения (момент количества движения): на долю Солнца приходится около 2% момента количества движения, а на долю планет - около 98%, хотя совокупная масса всех планет в 750 раз меньше массы Солнца.

По-видимому, желая избежать этого противоречия, Шмидт исходит в своей гипотезе из различного происхождения Солнца и планет. Но если быть последовательным до конца, то следовало бы предположить, что раздельно возникло не только Солнце от планет, но имеют раздельное происхождение и все планеты, поскольку они также имеют различный удельный момент количества движения, т. е. количество движения на единицу массы. Если удельный момент количества движения Земли принять за 1, то планеты Солнечной системы будут иметь следующие удельные моменты количества движения[2]:

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Меркурий | Венера | Земля | Марс | Юпитер | Сатурн | Уран | Нептун | Плутон |
| 0,61 | 0,85 | 1,00 | 1,23 | 2,28 | 3,08 | 4,38 | 5,48 | 6,09 |

(Левин Б.С. Происхождение Земли и планет. М. 1964, стр. 14).

Те части протопланетного газово-пылевого облака, которое когда-то якобы встретилось с Солнцем, было им захвачено на свою орбиту, эти части облака, если только последнее не вращалось (если облако вращалось, оно, по-видимому, должно было еще до встречи с Солнцем рассеяться под влиянием центробежной силы в межзвездном пространстве), должны были иметь абсолютно одинаковый удельный момент количества движения, поскольку они до захвата двигались в одном направлении и имели одинаковую скорость. И планеты тоже должны были бы иметь одинаковый удельный момент количества движения, если бы они произошли согласно гипотезе Шмидта. А они имеют его весьма и весьма различным. Почему? Каким образом Меркурий передал свой избыток количества движения Плутону, а Венера, Земля и Марс - Нептуну или Урану и т. д.? Гипотеза Шмидта на этот вопрос ответа не дает.

Неубедительно объясняется в гипотезе Шмидта и вопрос о закономерности в межпланетных расстояниях. По Шмидту, эти расстояния растут в арифметической прогрессии (почему?), но почему-то планеты земной группы имеют одну разность - 0,20, а дальние планеты - другую - 1,00. Гипотеза не объясняет, почему между Марсом и Юпитером образовалась брешь, в которой вместо пресловутой планеты Фаэтон обращается вокруг Солнца большое количество астероидов. Гипотеза не объясняет, почему Плутон так «близко» находится около Нептуна, что время от времени пересекает его орбиту.

Шмидт пытается объяснить межпланетные расстояния с помощью удельного момента количества движения планет, но ведь последний сам требует своего объяснения.

Слабым местом гипотезы Шмидта является объяснение распределения массы вещества протопланетного облака между планетами. В самом деле, наибольшая масса облака, обращающегося вокруг Солнца в форме диска (баранки), должна находиться в центре его сечения. Казалось бы, и наиболее массивная планета должна была образоваться именно в середине ряда планет, по обе стороны от нее должны образоваться менее массивные планеты.

Если поперек сечения газово-пылевого диска Шмидта провести линию, которая бы симметрично рассекала его на две равные по длине части (*рис.1а*), то половина планет с половинной суммарной массой вещества должна бы находиться по одну сторону от симметричной линии, а другая половина - по другую сторону, как показано на *рис.1б*. Но на *рис.1в* мы видим совсем другую картину. А именно так и распределена масса вещества между планетами и их орбитами.

Шмидт объясняет это тем, что дальние планеты, очевидно, пользуясь своей отдаленностью от Солнца, разбросали вещество протопленного диска в межпланетное пространство, преимущественно на периферию Солнечной системы. Если не считать Урана, который возник как раз в центре сечения диска, то по одну сторону центра (или симметричной линии) диска образовалось шесть планет с совокупной массой в 415 масс Земли, а по другую сторону - всего лишь две планеты с массой в 17 масс Земли. Трудно согласиться с тем, что Нептун расшвырял такое огромное количество вещества - около 400 масс Земли. К тому же гипотезе Шмидта противоречит тот факт, что Нептун имеет большую массу, чем Уран, а Марс имеет меньшую массу, чем Земля и Венера. По Шмидту, должно быть все наоборот.

Ни в какие рамки гипотезы Шмидта не укладывается тот факт, что третья часть спутников планет Солнечной системы имеет обратное по отношению к Солнечной системе направление обращения. Это один из крупнейших в Солнечной системе спутник Нептуна Тритон, затем спутник Сатурна Феба, четыре внешних небольших спутника Юпитера и пять спутников Урана (последние по отношению к Урану обращаются в прямом направлении).

Согласно гипотезе Шмидта, все небесные тела Солнечной системы, кроме Солнца, образовались из одного облака, которое после захвата его Солнцем, в полном соответствии с законом сохранения количества движения, обращалось вокруг него в одном направлении (прямом). Но тогда и все тела Солнечной системы, происшедшие из этого газово-пылевого облака, также должны обращаться вокруг Солнца в этом же направлении.

Представьте себе, что Вы плывете по реке вниз по течению. Подплывая к дельте реки, где русло разделяется на десяток рукавов, Вы проплываете по одному из них в море и не замечаете в этом ничего необычного. Но что бы Вы сказали, если бы кто-то взялся утверждать, что в одном (или в нескольких) из рукавов реки, в ее дельте вода течет вспять, и что по этому рукаву в море проплыть нельзя? Именно в таком положении находится гипотеза Шмидта, как и все небулярные гипотезы, утверждающая, что все небесные тела Солнечной системы, как те, которые обращаются вокруг центрального тела (Солнца или планеты) в прямом направлении, так и те, которые обращаются против «течения», т. е. в обратном направлении, произошли из одного протопланетного облака, которое и до захвата его Солнцем, и после захвата двигалось в одном (прямом) направлении. Это самым вопиющим образом противоречит закону сохранения количества движение, который в данном контексте можно назвать законом сохранения количества и направления движения.

С точки зрения закона сохранения количества движения гипотезе Шмидта, как и всем небулярным гипотезам, противоречит и тот факт, что половина планет Солнечной системы имеют большие наклоны плоскости экватора к плоскости своей орбиты, которые превышают 23° у Земли, Марса, Сатурна и Нептуна, а у Урана наклон равен 98°. Если бы планеты образовались из одного облака, они бы имели одинаковое наклонение своих орбит к плоскости экватора Солнца и не имели бы наклона плоскостей своих экваторов к общей плоскости своих орбит. Если же предположить, что эти характеристики со временем изменились, то эти изменения были бы более или менее одинаковыми, равнозначными.

**2. Гипотезы захвата**

Очевидно что небулярная гипотеза Шмидта, а равным образом и все небулярные гипотезы, имеют целый ряд неразрешимых противоречий. Желая избежать их, многие исследователи выдвигают идею индивидуального происхождения как Солнца, так и всех тел Солнечной системы. Это так называемые гипотезы захвата [4].

Согласно этим гипотезам, время от времени в пределы Солнечной системы входят небесные тела извне, т. е. из других частей Галактики, из других галактик и из межгалактического пространства. Под влиянием различных факторов: притяжения Солнцем и планетами, столкновения с другими блуждающими небесными телами или астероидами и кометами Солнечной системы, либо при прохождении через газово-пылевое облако, в котором как раз находится Солнечная система при своем обращении вокруг центра Галактики - под влиянием этих факторов инородные тела тормозятся и, погасив скорость своего движения, становятся пленниками Солнца или одной из планет Солнечной системы, перейдя с гиперболической орбиты на эллиптическую.

Однако, избежав целого ряда противоречий, свойственных небулярным гипотезам, гипотезы захвата имеют другие, специфические противоречия, не свойственные небулярным гипотезам. Прежде всего, возникает серьезное сомнение, может ли крупное небесное тело, такое, как планета, особенно планета-гигант, так сильно затормозиться, чтобы перейти с гиперболической орбиты на эллиптическую. Очевидно, ни пылевая туманность, ни притяжение Солнца или планеты не могут создать такой силы тормозящий эффект.

Остается столкновение. Но не разлетятся ли вдребезги на мелкие куски две планетозимали при своем столкновении, так сказать, лоб в лоб, центрально? Ведь под влиянием притяжения Солнца, вблизи которого должно произойти столкновение, они разовьют большие скорости, в десятки км в секунду. Можно предположить, что обе планетозимали рассыплются на осколки и частично упадут на поверхность Солнца, а частично умчатся в космическое пространство в виде большого роя метеоритов. И только, быть может, несколько осколков будут захвачены Солнцем или одной из его планет и превратятся в их спутники - астероиды.

Второе возражение, которое выдвигают оппоненты авторам гипотез захвата, относится к вероятности такого столкновения. По расчетам, выполненным многими небесными механиками, вероятность столкновения двух крупных небесных тел вблизи третьего, еще более крупного небесного тела, ничтожна мала, так что одно столкновение может произойти за сотни миллионов лет. А ведь это столкновение должно произойти очень «удачно», т. е. столкнувшиеся небесные тела должны иметь определенные массы, направления и скорости движения и столкнуться они должны в определенном месте Солнечной системы. И при этом они должны не только перейти на почти круговую орбиту, но и остаться целыми и невредимыми. А это, согласитесь сами, нелегкая задача для природы.

Кроме того, можно поставить и такой вопрос авторам гипотез захвата: а имеются ли в космическом пространстве блуждающие, «бездомные» небесные тела, да еще такие крупные, как планеты-гиганты? Если имеются, то почему они до сих нор не столкнулись с одной из многочисленных в Галактике звезд, мимо которых они двигались в течение миллиардов лет? И как возникли блуждающие планеты-гиганты в космическом пространстве? Можно предположить, что скорее всего все небесные тела мирового пространства движутся по эллиптическим орбитам вокруг того иди иного центрального тела: планеты, звезды, центра галактики и т. д. А это в огромной степени уменьшает вероятность столкновения двух крупных небесных тел вблизи третьего, еще более крупного тела.

Но допустим все же, что захват произошел. Тогда возникает ряд вопросов. Почему все захваченные планеты и большинство других небесных тел Солнечной системы обращаются вокруг Солнца в одном направлении и почти в одной плоскости? Почему они имеют почти круговые орбиты? Почему вблизи Солнца располагаются небольшие планеты земной группы, а вдали - планеты-гиганты? Почему в межпланетных расстояниях имеется определенная закономерность? Почему одни планеты вращаются вокруг своей оси в прямом направлении, а другие (Венера, Уран) - в обратном? Гипотезы захвата не дают ответа на эти вопросы, по крайней мере на все.

Что же касается захвата блуждающих планетозималей без столкновения, за счет одной лишь силы гравитационного притяжения (при помощи третьего тела), то такой захват либо невозможен, либо его вероятность ничтожна мала, настолько мала, что такой захват можно считать не закономерностью, а редчайшей случайностью. А между тем в Солнечной системе имеется большое количество крупных тел: планет, их спутников, астероидов и больших комет, что опроверга ет гипотезы захвата.

**3. Другие гипотезы**

Помимо гипотез захвата и небулярных гипотез существуют гипотезы, согласно которым планеты и другие небесные тела Солнечной системы образовались в результате выбросов или отрыва от Солнца части его вещества, то ли при вспышке (новой, сверхновой), то ли в результате быстрого вращения в прошлом Солнца вокруг своей оси.

Но небесные механики доказали, что если в каком-то месте с поверхности Солнца произойдет выброс, то выброшенное вещество либо уйдет от Солнца в межзвездное пространство по гиперболической орбите и рассеется, либо, если оно будет двигаться по эллипсу, облетит вокруг Солнца и упадет на него в том же самом месте. Образоваться же из этого сгустка газа планеты не могут. А если бы планета, хотя бы одна, вопреки расчетам небесных механиков, все же образовалась, то она, надо полагать, состояла бы из газов (водорода и гелия) которые образуют внешнюю оболочку Солнца и других звезд. А откуда же в планетах силикатная компонента - горные породы и металлы?

Кроме того, гипотезы образования планет из солнечного вещества не в состоянии объяснить, почему третья часть спутников планет Солнечной системы обращается по своим орбитам в обратном, по отношению к Солнечной системе, направлении; почему половина планет Солнечной системы имеет большие наклонения плоскостей экваторов к плоскостям своих орбит; почему орбиты планет являются почти круговыми; почему одни планеты вращаются вокруг своей оси в прямом направлении, а другие в обратном т. д.

# ПРОИСХОЖДЕНИЕ СОЛНЕЧНОЙ СИСТЕМЫ

**1. Происхождение колец планет-гигантов**

По мере увеличения массы планет и других небесных тел наступает такой период в их эволюции, когда они становятся способными удерживать в своей атмосфере не только тяжелые газы, но и легкие: водород и гелий. С точки зрения наличия и состава атмосфер у небесных тел, последние проходят в своем развитии три этапа. Малые тела Солнечной системы - ледяные планетки, кометы, астероиды, небольшие спутники и спутнички и метеорные тела - по-видимому, вообще не имеет никакой атмосферы. Или, точнее, они приобретают ее во время очередной галактической зимы, но после ее окончания постепенно теряют, поскольку сила гравитационного притяжения около их поверхности мала, и атомы и молекулы газовой атмосферы рассеиваются в межпланетное пространство.

Но масса небесных тел постепенно увеличивается за счет силикатной и ледяной компонент и наступает время, когда они приобретают возможность удерживать возле себя атмосферу, состоящую из тяжелых газов - азота, углекислого газа, кислорода и др. Но все они не способны удерживать около своей поверхности легкие газы - водород и гелий, которые являются самыми распространенными элементами во Вселенной.

Когда планеты-гиганты были меньше по размерам и массе и еще не являлись гигантами, они также не имели мощной водородно-гелиевой атмосферы. Они в то время ничем не отличались от таких небесных тел, как современные Плутон, Титан или Каллисто. Но постепенно их масса увеличивалась, и в один прекрасный момент эти некогда ледяные планеты одна за другой начали удерживать в своих атмосферах легкие газы. Их масса в то время достигала порядка 10 масс Земли. После этого они быстрыми темпами стали расти, главным образом за счет легких газов, их масса и размеры стали увеличиваться, а плотность, с учетом атмосферы - уменьшаться. Легкая атмосфера, состоящая преимущественно из водорода и гелия, достигает огромных размеров, в десятки тысяч километров.

В этой водородно-гелиевой атмосфере постоянно находятся облака, состоящие из капелек и кристалликов углекислоты, воды, метана, аммиака и т. д. Атмосфера вместе с облаками вращается одновременно с планетами вокруг их осей вращения. При этом облака достигают большой высоты: у Юпитера - 70 тыс. км., у Сатурна - 60 тыс. км., у Урана и Нептуна - около 25 тыс. км от центра планет.

Поскольку облака достигают большой высоты, а планеты-гиганты быстро вращается вокруг своих осей, облака, находящиеся в верхних слоях атмосферы планет-гигантов, имеют большую линейную скорость движения относительно центра планеты. У Сатурна верхние слои облаков обращаются вокруг его центра со скоростью около 10 км/сек., а у Юпитера - около 12 км/сек. Для сравнения укажем, что облака Земли обращаются вокруг ее оси вращения со скоростью всего около 0,5 км/сек.

Но атмосфера планет-гигантов не оканчивается там, где оканчивается облачный покров планет. Достаточно сказать, что атмосфера Земли простирается до 2 тыс. км., в то время как облака - только до 15 км. То же самое имеет место и у планет-гигантов. Можно предположить, что их верхние слои водородно-гелиевой атмосферы простираются намного выше облачного слоя, по-видимому, достигая ближайших к планетам спутничков, составляющих самое внутреннее кольцо планет-гигантов. При этом линейная скорость атомов и молекул верхних слоев атмосферы вращающейся планеты почти достигает орбитальной скорости спутничков ближайшего кольца.

Так обстоит дело в настоящее время, в условиях галактического лета. При наступлении же галактической зимы положение резко меняется. Однако, во время галактических зим все небесные тела испытывают торможение в газовой среде, при этом они начинают приближаться к центральном у телу. Спутнички планет-гигантов, составляющие их кольца, находятся ближе всего к планетам и, следовательно, имеют наибольшую орбитальную скорость. Они имеют наименьшую массу, размеры и плотность из всех спутников. Поэтому они имеют огромное относительное торможение, во много раз большее, чем другие спутники. И, вследствие этого обстоятельства, они становятся первыми жертвами наступающей галактической зимы. При погружении Солнечной системы в газово-пылевую среду туманности или плоскости Галактики спутнички колец планет-гигантов быстро тормозятся, быстро приближаются к планете, входят в ее верхние слои атмосферы (в это время зимняя атмосфера планеты, по-видимому, еще не сформировалась), еще более тормозятся и падают на ее поверхность. Впрочем, поверхности планеты они могут и не достичь, поскольку разогреются при трении в атмосфере, испарятся и присоединятся, хотя бы отчасти, к облачному слою.

Но затем во время галактической зимы увеличатся массы и размеры планеты, особенно ее атмосферы, увеличится скорость ее вращения, возрастет линейная скорость верхних слоев атмосферы. При достижении планетой и ее атмосферой достаточно большой величины и скорости вращения, верхние слои атмосферы начнут обращаться вокруг оси вращения планеты с первой космической скоростью. Но планета продолжает увеличиваться, увеличивается и скорость ее вращения, что приводит к дальнейшему увеличению линейной скорости движения верхних слоев атмосферы. В конце концов линейная скорость их возрастает настолько, что начинают образовываться газовые кольца, о чем мы уже говорили выше. Этих колец будет все больше и больше и в конце концов планеты-гиганты приобретут огромные по размерам (диаметру) газовые диски.

Но увеличение протяженности атмосферы и скорости вращения планеты приведет к тому, что облака, состоящие из капелек и кристалликов воды, углекислоты, аммиака, метана и других веществ ледяной компоненты будут подниматься от поверхности планеты все выше. При этом их линейная скорость будет расти и достигнет первой космической скорости. В результате вслед за газовой компонентой из экваториальной области планеты начнет перемещаться в газовый диск под действием центробежной силы и ледяная компонента, та ее часть, которая во взвешенном состоянии находится в виде облачного покрова в верхних слоях атмосферы, а так же некоторое количество пыли, и так будет продолжаться до конца галактической зимы.

Но вот галактическая зима окончилась, приток вещества на поверхность планеты и в ее атмосферу прекратился. Между тем перемещение атмосферного вещества из экваториальной области планеты в газовый диск продолжается. Это ведет к уменьшению протяженности атмосферы и, следовательно, линейной скорости верхних слоев атмосферы, в том числе скорости движения верхних облаков вокруг планеты. А это приводит к прекращению рассеивания облачного слоя, хотя рассеивание легких газов верхнего надоблачного слоя атмосферы продолжается еще длительное время.

В это же самое время происходит постепенное рассеивание водорода, гелия, азота, кислорода и, возможно, других газов из газового диска, что приводит к уменьшению его мощности, толщины и протяженности. Но ледяная компонента газового диска в основном сохраняется на своем месте. Она не рассеивается быстро в межпланетном пространстве, поскольку ее линейная скорость ниже параболической скорости, но и не опускается вниз, к планете, поскольку ее линейная скорость достигает первой космической скорости.

Изолировавшись от атмосферы и начав самостоятельное существование, газовый диск постепенно все более охлаждается, так что капельки жидкости при этом затвердевают. Но затвердевание вещества газового диска в мелкие кристаллики, а затем градинки, происходило и раньше, а теперь оно лишь усиливается, так что вскоре весь диск превращается из жидких капелек, твердых кристалликов и еще сохранившихся паров в миллиарды легких спутничков. Спутнички, возникшие раньше, вычерпывают жидкую часть ледяной компоненты, увеличивая свои размеры и массу. И в конце концов вещество, оторвавшееся от атмосферы и оставшееся на орбите планеты, превращается в твердые спутнички самых различных размеров: от миллиметров до десятков метров. При этом они все обращаются в плоскости экватора планеты без малейшего отклонения от нее, так что их наклонение должно быть равно нулю. Но то же самое, по-видимому, нельзя сказать об их эксцентриситете.

Если сравнивать кольца различных планет-гигантов, они будут иметь и различия. Возможно различие их химического состава, если различен состав облаков планет-гигантов. Следует отметить, что в состав спутничков колец планет-гигантов входит не только ледяная компонента облаков, но и пыль космических осадков. Необходимо отметить так же, что после окончания галактической зимы вещество спутничков колец пополняется за счет ледяной компоненты спутников планет, которые теряют ее при разогреве под воздействием приливного трения. Если бы не происходило это пополнение спутничков колец ледяной компонентой ближних спутников и даже пылью с поверхности маленьких спутничков, то, возможно, кольца уже исчезли бы или, по крайней мере, были бы менее плотными. Возможно, у Нептуна будут обнаружены уникальные кольца, которые обращаются, быть может, вокруг Нептуна в обратную сторону, поскольку они могут образовываться Тритоном. А может быть, в обратную сторону обращаются только несколько внешних разряженных колечек, а внутренние, тоже разряженные, обращаются в прямом направлении, т. к. они могли образоваться из атмосферы. Но, поскольку Нептун вращается медленно, у него может и не быть колец с прямым обращением. Плотность колец должна быть тем больше, чем более массивной является атмосфера планеты и чем больше является ее скорость вращения. Низкая плотность колец Юпитера может быть объяснена близостью Солнца, которое способствует сухому испарению (сублимации) вещества спутничков и его диссипации в межпланетное пространство вместе с потоком диссипирующих водорода и гелия. Ведь кольца планет-гигантов, прежде всего кольца Юпитера, ближе всего расположенные к Солнцу, после окончания галактической зимы ничем не защищены от солнечных лучей, в отличие, например, от поверхности планет, которые защищены облачным экраном. Да и образоваться спутнички колец Юпитера из-за близости к Солнцу могли, по-видимому, в меньшем количестве и с меньшими размерами и массой. Кроме того, они, возможно, под влиянием солнечного излучения уменьшаются до сих пор на протяжении всего галактического лета. Низкая плотность колец Урана может быть объяснена тем, что в отличие от других планет-гигантов он переодически поворачивается к Солнцу таким образом, что его кольца обращены к Солнцу не ребром и не под небольшим углом, а всей поверхностью, так что солнечные лучи падают на кольца Урана почти перпендикулярно. В результате на единицу площади колец Урана приходится солнечной лучистой энергии несколько больше, чем у кольца Сатурна. Поэтому ледяная компонента колец Урана, как и Юпитера, подвергаясь более сильному нагреву солнечными лучами, чем у Сатурна, постепенно диссипировала посредством сублимации в межпланетное пространство. И в кольцах Урана и Юпитера почти не осталось ледяной компоненты, но сохраняется еще силикатная компонента, которая, как полагают некоторые ученые, пополняется за счет небольших спутников, например, Амальтеи у Юпитера, а так же тех спутников, которые расположены между кольцами диска.

У Сатурна, возможно, происходит пополнение диска за счет вещества спутников не только силикатной, но и ледяной компоненты: водным льдом и замерзшими углекислотой, метаном, аммиаком и т. д.

**2. Происхождение планет-гигантов**

Во-первых, все небесные тела Солнечной системы во время галактических зим увеличивают свои размеры и массу, т.е. растут. Во-вторых, небесные тела во время галактических зим приближаются к центральному телу так, что с каждой галактической зимой находятся к Солнцу все ближе, а спутники, кроме того, приближаются к своим планетам.

При этом увеличение разных небесных тел происходит неодинаковыми темпами. Быстрее всего растут планеты-гиганты и Солнце, а медленнее всего - планеты земной группы и другие силикатные тела. Приближение же небесных тел к их центральным телам происходит под воздействием, во-первых, торможения небесных тел в газово-пылевой среде диффузной материи, а, во-вторых, под воздействием увеличения силы гравитационного притяжения небесных тел к центральному телу, поскольку их массы увеличиваются, а расстояние между ними уменьшается.

Вследствие этого небесные тела, имеющие одинаковое происхождение, должны подчиняться некоторым общим для них закономерностям. Например, масса планет-гигантов должна быть тем больше, чем ближе к Солнцу они расположены, и, в общем-то, они и подчиняются этой закономерности, хотя здесь, как это бывает часто, имеется и исключение - масса Нептуна несколько больше массы Урана. Но у других планет-гигантов эта закономерность достаточно четко выражена: масса Юпитера больше массы Сатурна в 3,35 раз, а масса Сатурна больше массы Урана в 6,5 раза. Если эта закономерность верна, то за орбитой Нептуна (и Плутона) должны быть еще крупные планеты с массами в несколько масс Земли, затем в 1 массу Земли и т. д. Однако следует иметь ввиду, что увеличение масс небесных тел является далеко не односторонним, прямолинейным. Оно сопровождается в то же время и периодическими уменьшениям и масс то одних, то других небесных тел. И происходит это по разным причинам: из-за быстрого осевого вращения под влиянием центробежной силы, из-за малых масс многих небесных тел, не способных удержать атмосферу, особенно водород и гелий, из-за нагрева солнечной энергией, из-за нагрева приливным трением.

Вполне возможно, Юпитер уменьшился в массе и уменьшается и в настоящее время посредством мощного вихря в зоне большого красного пятна вследствие близости Юпитера к Солнцу и его относительно быстрого осевого вращения. Кроме того, возможно,что Тритон был раньше пятой большой планетой, но затем, приблизившись к Нептуну на опасное расстояние, он потерял почти все свое вещество при нагревании под воздействием механизма приливного трения, а затем и вовсе перешел на его орбиту.

Можно также предположить, что Плутон и Харон раньше, будучи независимыми планетами, до того как Плутон захватил Харона на свою орбиту, были большими планетами, имея по несколько масс Земли, но затем, взаимно истребляя друг друга, когда Харон догнал Плутона, они растеряли большую часть своего вещества, оставив себе лишь несколько процентов. Если это так, то раньше было семь из известных больших планет: пятой был Тритон, шестой - Плутон и седьмой - Харон.

С другой стороны, если в прошлом планеты-гиганты были дальше от Солнца и меньше в размерах и массе, то необходимо согласится и с тем, что взамен гибнущих в недрах Солнца или вблизи его планет-гигантов должны появляться все новые и новые планеты-гиганты. И эти новые планеты-гиганты не появляются в готовом виде откуда-то извне, а порождаются в Солнечной системе постоянно. Вернее, они не рождаются, а вырастают из ледяных планет, расположенных на периферии Солнечной системы, одной из которых является небольшая планета Плутон, за которой, несомненно, расположен целый ряд ледяных планет, больших, с массой, соизмеримой с массами Земли и Марса, и, затем, малых, с массой, соизмеримой с массой Плутона и его спутника Харона.

Именно от ледяных планет и происходят планеты-гиганты.

**3. Происхождение Плутона и других ледяных планет**

За зоной планет-гигантов расположена зона ледяных планет, одной из которых является планета Плутон, пока единственная из обнаруженных. Несомненно, Плутон является далеко не самой большой из семейства ледяных планет. Наиболее массивные из числа ледяных планет, по-видимому, превосходят по массе и особенно по размерам Венеру и Землю, а наименее массивные не превосходят даже Харона. При этом более массивные ледяные планеты должны быть расположены ближе к Солнцу, а наименее массивные - на периферии зоны ледяных планет.

За этой зоной ледяных планет расположена зона более мелких тел Солнечной системы - комет, которые отличаются от ледяных планет не только количественно: размерами, массой и плотностью, но и качественно. Это качественное различие планет от комет состоит в том, что кометы являются недифференцированными небесными телами, в недрах же планет происходит или начинается дифференциация глубинного вещества. Именно из зоны комет, этой самой отдаленной от Солнца зоны Солнечной системы, и происходят ледяные планеты.

Кометы, постепенно увеличиваясь в размерах и массе и так же постепенно приближаясь к Солнцу, со временем превращаются в маленькие ледяные планетки, в недрах которых возникает процесс глубинной дифференциации вещества. Но далеко не все кометы превращаются в ледяную планету, лишь ничтожно малая часть их, быть может одна из миллиона, точно так же, как далеко не все ледяные планеты становятся планетами-гигантами. Например, Плутону не суждено стать планетой-гигантом. Его масса и плотность слишком малы и, вследствие этого, он имеет чрезмерно большое относительное торможение. Поэтому Плутон, прежде чем успеть стать планетой-гигантом, слишком близко приблизится к Нептуну и может упасть на его поверхность, увеличив массу Нептуна, либо, что менее вероятно, перейдет на его орбиту, превратившись в его новый спутник. Как можно предположить, именно такая участь постигла Тритон, который раньше был планетой, а затем перешел на орбиту Нептуна. Плутон может также, что более вероятно, обогнать Нептуна, а может, и Урана.

Подобно этому, не всем кометам суждено в будущем стать ледяными планетами. Многие из них погибнут в борьбе за место под Солнцем, не успев превратиться в планету, если они слишком близко, вследствие их большого относительного торможения, подойдут к расположенной ближе к Солнцу планете или более крупной комете и либо упадут на их поверхность, увеличив их массу, либо перейдут на орбиту вокруг них, превратившись в их спутника. Впрочем, превращение кометы (или ледяной планеты) в спутник лишь на время отсрочит ее гибель, поскольку и спутники, хотя и не все, приближаются, вследствие их торможения в газовой среде, к своим планетам и также со временем падают на их поверхность.

Такая судьба ожидает большинство малых тел Солнечной системы. Немногим из них суждено стать крупными небесными телами, а планетами - единицам.

Кометы имеют большие эксцентриситеты, порядка 0,3 - 0,4 и более. Несколько меньшие эксцентриситеты, порядка 0,1 - 0,3, имеют ледяные планеты. Еще меньшие, как правило менее 0,1, эксцентриситеты имеют планеты-гиганты и планеты земной группы. Самые большие эксцентриситеты имеют, как правило, самые мелкие и одновременно самые отдаленные от Солнца кометы и именно поэтому они чаще всего гибнут, поскольку вероятность столкновения небесного тела с другими небесными телами тем выше, чем, во-первых, больше его эксцентриситет и, во-вторых, чем меньше наклонение его орбиты. Чем ближе орбита малого небесного тела расположена к плоскости солнечной системы, вблизи которой обращается большинство ее небесных тел, и чем больше места, вследствие этого, занимает тело в ее плоскости, тем меньше шансов выжить имеет оно.

То обстоятельство, что большие кометы и ледяные планеты имеют большие эксцентриситеты, накладывает отпечаток на межпланетные расстояния планет-гигантов. Ледяные планеты и большие кометы, по-видимому, не могут чрезмерно длительное время располагаться друг около друга ближе какого-то определенного расстояния между их орбитами, порядка 10 а.е., поскольку при меньшем расстоянии их орбиты будут пересекаться, как это имеет место у Плутона с Нептуном и, рано или поздно, планеты или большие кометы, обращающиеся по пересекающимся орбитам, столкнутся. Плутон, имея эксцентриситет 0,25, нe столкнулся до сих пор с Нептуном только потому, что имеет большое наклонение орбиты - около 170. Но в ближайшую галактичес кую зиму расстояние от Нептуна и наклонение орбиты Плутона уменьшится и тогда его столкновение с Нептуном вполне может произойти.

**4. Происхождение астероидов**

Астероиды, как и ледяные планеты, происходят из комет, но их происхождение из комет весьма значительно отличается от происхождения из комет ледяных планет. Если ледяные планеты происходят из комет на периферии Солнечной системы за последней планетой-гигантом Нептуном, то астероиды происходят из комет вблизи Солнца, ближе первой из планет-гигантов Юпитера.

Между орбитами каждых двух соседних планет-гигантов расположены пояса комет, подобных астероидному поясу, расположенному между орбитами Марса и Юпитера. При этом количество и совокупная масса второго кометного пояса, расположенного между орбитами Сатурна и Урана, возможно, превосходит количество и совокупную массу комет первого кометного пояса, расположенного между орбитами Юпитера и Сатурна, в несколько раз. Точно также третий кометный пояс, расположенный между орбитами Урана и Нептуна, возможно, превосходит в несколько раз второй кометный пояс.

Возникновение кометных поясов между орбитами планет-гигантов связано с тем, что эксцентриситеты планет все более уменьшаются в процессе их эволюции, и вследствие этого между ними возникают бреши, свободные промежутки, так, что ближняя к Солнцу из двух планет в афелии, при наибольшем удалении от Солнца, уже не достигает той точки, которой достигали ранее она и соседняя планета в перигелии, при наибольшем приближении к Солнцу.

Если кометы при их больших эксцентриситетах движутся по своим орбитам так, что они пересекаются между собой и если ледяные планеты с их меньшим эксцентриситетом движутся по орбитам так, что афелий одной ледяной планеты и перигелий другой, более отдаленной от Солнца и соседней с первой, соприкасаются или почти соприкасаются друг с другом, то планеты-гиганты с их малым эксцентриситетом обращаются вокруг Солнца таким образом, что между их орбитами возникают большие свободные промежутки. Но природа не терпит пустоты, и свободную брешь сразу же занимают тысячи комет.

Вообще, кометы размещаются в Солнечной системе везде, не только в свободных промежутках между орбитами планет-гигантов, но и недалеко от них. Но все они скоро исчезают, захватываясь планетами, в сферу действия которых они попадают. Поэтому длительное существование большинства комет вблизи орбит планет является невозможным. Рано или поздно их пути пересекутся, что закончится для комет прекращением их существования. Но в зоне планет-гигантов положение для части комет изменяется, ибо посредине между орбитами планет-гигантов с их малыми эксцентриситетами возникают бреши, в которых кометы могут находиться более продолжительное время, в течение всего галактического лета. Многие из них при этом увеличиваются, захватывая другие, более мелкие кометы и увеличивая за их счет свои размеры и массы.

Казалось бы, каждая комета, приблизившись к орбите планеты, должна либо упасть на ее поверхность, либо перейти с околосолнечной орбиты на околопланетную, либо, наконец, резко изменить свою орбиту и уйти из Солнечной системы по гиперболической орбите. Однако, на самом деле, все происходит несколько иначе. Существование астероидного пояса между орбитами Марса и Юпитера и тот факт, что мелкие астероиды в нем расположены не только дальше больших астероидов от Солнца, но и ближе, говорит о том, что мелкие тела Солнечной системы могут при благоприятных обстоятельствах обгонять более крупные небесные тела.

Конечно, не все мелкие тела могут обогнать более крупные. Многие из них будут при обгоне захвачены крупными телами, но и многие из мелких тел могут благополучно миновать эту опасную для них зону.

Из всех характеристик небесных тел некоторые являются либо более благоприятными, либо менее благоприятными для выживания небесных тел во время обгона ими крупных тел. К этим характеристикам относятся относительное торможение, эксцентриситет и наклонение орбиты небесного тела к плоскости солнечной системы.

Чем большим является относительное торможение небесного тела, тем быстрее оно приближается к Солнцу и тем быстрее пройдет через опасную зону, т.е. через орбиту планеты. При равных плотности и расстоянии от центрального тела у двух тел относительное торможение тем больше, чем меньше его масса, поэтому более мелкие тела, при прочих равных условиях, имеют больше шансов благополучно обогнать планету. Поэтому кометы могут обгонять планеты-гиганты, а ледяные планеты, по-видимому, нет. А из комет больше шансов имеют более мелкие кометы. Еще легче пройти через опасную зону метеорным телам.

Из двух одинаковых комет, имеющих разные эксцентриситеты, легче, по-видимому, пройти через орбиту планеты-гиганта или ледяной планеты той, которая имеет меньший эксцентриситет, поскольку она занимает меньше места в плоскости и объеме Солнечной системы. А из двух комет, имеющих разные наклонения орбит, легче пройти через опасную зону, при прочих равных условиях, той, которая имеет большее наклонение орбиты к плоскости орбиты обгоняемой ею планеты.

Во время обгона кометами планет происходи т отбор (можно сказать: «дарвиновский естественный отбор», распространенный на небесные тела) тех небесных тел, которые обладают большим числом благоприятных характеристик. Именно этим можно объяснить тот факт, что между орбитами планет-гигантов нет крупных тел, соизмеримых с Землей, Тритоном или Плутоном. Они, по-видимому, не могут благополучно миновать опасную зону, которую легко проходят кометы, особенно те из них, которые имеют малые размеры и массу и, следовательно, большое относительное торможение, малый эксцентриситет и большое наклонение орбиты.

Можно предположить, что из одного кометного пояса в другой может перейти примерно половина комет. Другая половина комет за это же время попадает на поверхность планеты-гиганта и ее спутников и на орбиты вокруг планеты-гиганта, становясь ее спутниками. Благополучно минуя орбиту планеты-гиганта, половина комет располагается на орбитах, расположенных равномерно между орбитами планет-гигантов. Вследствие этого, около четверти их захватывается за время галактического лета одной планетой, вблизи орбиты которой будут расположены орбиты этих комет, а другая четверть комет будет захвачена постепенно другой планетой. И только примерно половина из всех комет, благополучно перешедших через опасную зону, выживет до следующей галактической зимы, чтобы снова начать новое перемещение. Таким образом, число комет при перемещении из одного кометного пояса в другой может уменьшиться примерно в четыре раза. А это значит, что число комет в каждом более отдаленном кометном поясе может быть примерно в четыре раза больше, чем в более ближнем к Солнцу.

Каким же образом кометам удается пройти мимо планет-гигантов, минуя их мощное гравитационное притяжение? Дело в том, что планеты занимают на своей орбите ничтожно малую часть ее длины, которая исчисляется миллиардами и десятками миллиардов километров. И пока планета находится по одну сторону Солнца, кометы при пересечен ии ее орбиты могут находится от планеты по другую сторону Солнца или на большем расстоянии от нее. При этом они не могут столкнуться с ней, поскольку их периоды обращения в это время одинаковы и обращаются они в одном направлении. Когда же кометы подойдут ближе к Солнцу и их период обращения будет меньше, чем у планеты, они, безусловно, рано или поздно окажутся с планетой по одну сторону от Солнца, но в это время они уже будут находиться далеко от орбиты планеты, на безопасном от нее расстоянии, особенно те из них, которые имеют большое наклонение орбиты к плоскости орбиты этой планеты, большое относительное торможение и малый эксцентриситет.

В свете вышесказанного нетрудно понять происхождение астероидов, расположенных в астероидном поясе между орбитами Марса и Юпитера. В каждую галактическую зиму кометы из второго кометного пояса переселяю тся в первый кометный пояс, а кометы из первого пояса одновременно переселяются через орбиту Юпитера. При этом, примерно половина из них гибнет, оказываясь на поверхности Юпитера, на поверхности его спутников и на орбите Юпитера в качестве его маленьких спутников и спутничков. Возможно, и некоторые большие спутники Юпитера и других планет-гигантов также обзавелись при этом своими маленькими спутничками.

Переселившиеся кометы из первого кометного пояса располагаются более или менее равномерно на всем расстоянии от Солнца до Юпитера. Но затем, на протяжении очередного галактического лета, примерно половина из них постепенно поглощается посредством захвата Юпитером и планетами земной группы, в сфере притяжения которых они располагаются при окончании очередной галактической зимы. Другая половина комет сохраняется, расположившись в безопасной зоне между орбитами Юпитера и Марса.

Количество комет, переселившихся через орбиту Юпитера из первой кометной зоны, сокращается, таким образом, примерно в 4 раза. Но их совокупная масса при этом уменьшается еще более, поскольку кометы, поселившись в астероидном поясе, теряют под воздействие м солнечного излучения всю или почти всю ледяную компоненту, которая составляла большую часть их массы (быть может, 90-99%) и тем самым превращаются из ледяных или, вернее, снежных комет в силикатные астероиды.

**5. Происхождение спутников**

Небольшие небесные тела - кометы и астероиды быстрее приближаются к Солнцу, чем более крупные. При этом они догоняют планеты, приближаются к планетным орбитам и пересекают их, продолжая дальнейшее приближение к Солнцу.

Но не всем малым телам удается благополучно пересечь планетные орбиты. Многие из них при пересечении орбиты планеты проходят вблизи планеты, которая своим гравитационным притяжением захватывает малые тела. При этом большая часть их попадает на поверхность планеты, но некоторая часть малых тел захватывается планетой на свою орбиту в качестве спутников. В дальнейшем спутники при их торможении в газовой среде во время галактических зим приближаются к своим планетам, вокруг которых они вращаются и, в конце концов, многие из них входят в планетную атмосферу и падают на поверхность планет, увеличивая их массу и размеры. Но при своем приближении к планете спутники с различной массой перемещаются с разной скоростью, вследствие их различных относительных торможений. Мелкие спутники перемещаются быстрее. Они догоняют более крупные спутники и начинают также пересекать их орбиты. Одним из них это удается, и они оказываются впереди больших спутников, другие падают на поверхность более крупных спутников, еще более увеличивая их массу и размеры, а некоторые, возможно, переходят на орбиты вокруг больших спутников. Мелкие спутники, обогнавшие более крупный спутник, движутся дальше по направлению к своей планете. При этом они догоняют другие, средние спутники и частично захватываются ими. Все это создает большое разнообразие в распределении спутников планет по их массам, размерам, расстояниям от планет и между ними и т.д.

Однако и в спутниковой системе, как и в планетной, прослеживается определенная закономерность, хотя и менее четкая. Например, массы ближних спутников Юпитера во много раз превышают массы дальних спутников. Меньшие же массы Ио и Европы по сравнению с Ганимедом и Каллисто можно объяснить тем, что раньше массы Ио и Европы были большими, чем массы Ганимеда и Каллисто, но они потеряли вследствие разогрева их недр под воздействие приливного трения всю ледяную компоненту, их плотность при этом возросла вдвое и они стали меньше Ганимеда и Каллисто. Что же касается Амальтеи, то она либо перешла на свою современную орбиту недавно с орбиты Ио под воздействием мощного гравитационного притяжения Юпитера, к которому слишком близко подошла Ио со своим спутником, либо перешла на орбиту вокруг Юпитера с околосолнечной орбиты, или образовалась из астероидов, возникших из комет, которым удалось пройти через орбиты галилеевых спутников с периферии планетно-спутниковой системы Юпитера.

Если предположить, что и близкие спутники Урана Ариэль и Умбриэль раньше имели большие размеры и массы, чем Титания и Оберон, а затем также под действием приливного трения, которое в то же время замедлило их осевое вращение, потеряли большую часть ледяной компоненты; и если предположить, что то же самое произошло и с ближайшими спутниками Сатурна, то нарушение закономерности в убывании массы небесных тел по мере их удаления от центрального тела несколько уменьшится, хотя все же отчасти сохранится, особенно у спутников Сатурна. Если бы спутники не теряли часть своего вещества по мере приближения к планете, начиная с какого-то определен ного критического расстояния, под воздействием разогрева, который происходит вследствие приливного трения в теле спутников, вызываемого гравитационным притяжением планет и соседних спутников из-за вращения спутников, теряющих вещество или из-за их эксцентриситета, не равного нулю, или из-за близости соседнего, особенно более массивного спутника, то спутники, как правило, имели бы тем большие массы, чем они ближе находятся от своих планет, за исключением маленьких спутников, имеющих чрезмерно большое относительное торможение. Но поскольку спутники под влиянием разогрева от приливного трения теряют ледяную компоненту, то возникает совсем иная закономерность в их массах: наибольшую массу имеют спутники, расположенные примерно в средней части шеренги спутников, а массы других спутников постепенно уменьшаются по обе стороны от самого большого спутника. Ганимед, Титан и Титания - самые большие спутники с прямым обращением находятся примерно в середине своих спутниковых систем.

Можно предположить, что Гиперион потерял огромную часть своей массы под влиянием приливного трения, вызываемого Титаном, которому и досталась ледяная компонента Гипериона. Возможно, раньше Гиперион имел размеры, вдвое большие размеров Япета, а Титан был значительно меньше. В будущем Гиперион подойдет еще ближе к Титану и может перейти на его орбиту, как это случилось с Тритоном. Как и Тритон, Гиперион должен иметь избыточную плотность, поскольку он потерял значитель ную часть своей ледяной компоненты. Тритон же не только потерял почти все свое вещество, но и перешел на орбиту Нептуна, Гипорион тоже потерял много своего вещества, но еще не успел войти в сферу действия Титана. Он находится на предшествующей, в сравнении с Тритоном, фазе своего развития.

Большую массу Тефии в сравнении с массой Дионы можно, по-видимому, объяснить тем, что она образовалась из двух крупных тел, как и Нептун и Титан, с той лишь разницей, что Нептун и Титан, хотя и захватили большую часть вещества Тритона и Гипериона, но еще не успели прекратить их самостоятельное существование, что им предстоит осуществить в будущем. А Тефия захватила соседний с ним большой спутник полностью, они опередили в своей эволюции Нептуна и Тритона на одну фазу, а Титана с Гиперионом на две фазы. Возможно также, что Диона потеряла аномально много своего вещества.

Если бы все спутники освободить от ледяной компоненты или, наоборот, вернуть им всю утерянную ими ледяную компоненту, то самые большие спутники оказались бы ближе к планетам, а меньшие - дальше от своих планет. У Юпитера самым большим спутником стала бы Ио, а у Урана - Ариэль.

Расположение некоторых меньших по размеру и массе спутников ближе к планетам более крупных спутников можно объяснить и их более поздним происхождением при переходе с околосолнечных орбит на околопланетные орбиты. Тот факт, например, что Миранда имеет большее наклонение орбиты к плоскости экватора Урана, чем другие, более крупные спутники, как будто бы подтверждает это. Ведь возраст планеты или спутника тем меньше, чем больше наклонение его орбиты к плоскости экватора центрального тела. Можно поэтому предположить, что Миранда на орбиту Урана перешла с околосолнечной орбиты позднее других спутников.

Если это так, то отсюда следует, что спутники, перешедшие на околопланетные орбиты, могут осуществлять этот переход и таким образом, что оказываются при этом на периферии планетно-спутниковой системы, и таким образом, что могут оказаться впереди других, в том числе более крупных спутников, и таким образом, что оказываются вблизи планеты.

Небесные тела при переходе с околосолнечной орбиты на околопланетную, по-видимому, должны изменять направление своего обращения с прямого на обратное. Если такое изменение направления обращения является обязательным условием перехода с околосолнечной орбиты на околопланетные, то все спутники, недавно перешедшие на орбиты планет, должны иметь обратное направление обращения. К ним относятся Тритон, Феба и четыре маленьких спутника Юпитера. Если это изменение направления обращения является правилом, то многие из небольших спутников на периферии планетно-спутниковых систем, которые будут обнаружены в будущем, должны иметь либо обратное направление обращения, либо большое наклонение орбиты.

Тритон, с его обратным направлением обращения, вынуждает нас сделать вывод, что перейти с орбиты вокруг Солнца на орбиту вокруг планеты могут и самые маленькие тела Солнечной системы, и более крупные - метеорные тела и кометы, астероиды и небольшие планеты. Переход большого небесного тела с гиперболической орбиты на эллиптическую, по-видимому, невозможен, поскольку оно приобретает при приближении к другому, гораздо более массивному телу, большую скорость, погасить которую торможением в диффузной среде оно не может. Переход же большого небесного тела с орбиты Солнца на орбиту планеты при стечении благоприятных обстоятельств, в частности, в плотной газово-пылевой среде, по-видимому, возможен. Это вовсе не значит, что спутники перешли с околосолнечных орбит на орбиты вокруг планет с такой массой и размерами, которые они имеют в настоящее время. Они, скорее всего, перешли на околопланетные орбиты гораздо меньшими по размерам и массе, а потом уже увеличились во время галактических зим как за счет диффузной материи, так и за счет выпадения на их поверхность других, более мелких спутников и комет.

Если переход относительно крупных тел с околосолнечной орбиты на орбиту вокруг планеты возможен, то это значит, что некоторые крупные спутники, как и Тритон, могли произойти именно таким способом, в том числе и Луна, которая, возможно, ранее обращалась вокруг Солнца по орбите, расположенной между орбитами Земли и Марса. Относительное торможение Луны было в несколько раз больше относительного торможения Земли, вследствие чего Луна, подобно Церере, образовавшаяся, возможно, ранее в районе астероидного пояса, слишком близко подошла к Земле и перешла на ее орбиту. При этом Луна, по-видимому, изменила свое направление обращения на обратное, но затем постепенно, на протяжении многих галактических зим, ее орбита развернулась. Предположим, что Луна ранее была самостоятельной планетой, расположенной вблизи Земли и имела орбитальную скорость 29 км/с, т. е. на 1 км меньше Земли, которая имеет скорость 30 км/с. Спутник Луна имеет орбитальную скорость 31 км/с относительно Солнца, когда направление ее движения относительно Земли совпадает с направлением ее движения относительно Солнца, и 29 км/с относительно Солнца, когда ее движение относительно Земли является противоположным направлению движения Луны относительно Солнца.

Если бы планета Луна при сближении с Землей, то ли по причине большого относительного торможения Луны, то ли по причине большого относительного ускорения Земли, а скорее всего по причине и того и другого вместе, прошла вблизи зоны действия Земли (с внешней стороны), когда Земля обгоняла ее, Луна уменьшала бы свою скорость под воздействием притяжения (возмущения) Земли до тех пор, пока они не оказались бы на одной линии с Солнцем (в нижнем соединении). Затем, когда Земля обгоняла бы Луну, последняя бы стала увеличивать под влиянием притяжения Земли свою скорость до ее прежнего значения. При торможении Луна приближалась бы к Солнцу, а при ускорении - удалялась бы на прежнее место.

При очередном обгоне Землей Луна могла бы войти в сферу действия Земли, уменьшив скорость, скажем, до 28 км/с и перейти на околоземную орбиту, снова увеличив скорость с 28 до 29 км/с, поскольку именно такая скорость нужна спутнику Луне с обратным обращением вокруг Земли. К тому же, Луна в это время испытывает торможение в газово-пылевой среде, что способствует ее переходу на орбиту Земли.

Не так давно на страницах научной печати дискутировался вопрос о том, не являлся ли в прошлом Меркурий спутником Венеры, перейдя затем под влиянием мощного гравитационного притяжения Солнца на орбиту вокруг него. Если Меркурий действительно был раньше спутником Венеры, то еще раньше он должен был перейти на орбиту Венеры с орбиты вокруг Солнца, расположенной между орбитами Венеры и Земли. Имея большее относительное торможение, чем Венера, Меркурий мог подойти близко к ней и перейти на ее орбиту, изменив при этом прямое направление обращения за обратное, Меркурий мог не только остановить медленное и прямое осевое вращение Венеры под воздействием приливного трения, но и заставить ее медленно вращаться в обратном направлен ии. Тем самым автоматически Меркурий изменил направление своего обращения относительно Венеры на прямое, а Венера приблизилась к Солнцу. В результате захвата Солнцем Меркурий возвратился на околосолнечную орбиту, оказавшись впереди Венеры. Однако, здесь возникает ряд вопросов, которые нуждаются в своем разрешении. Вопрос первый: почему Меркурий сумел заставит ь Венеру вращаться в обратную сторону, а Харон не сумел вынудить вращаться в обратную сторону Плутон? Ведь соотношение их масс примерно одинаковы - 15:1. На этот вопрос еще как-то можно ответить, например, предположив, что у Венеры был еще один большой спутник, как Луна, который, приблизившись под влиянием приливног о трения (как сейчас приближаются к своим планетам Фобос и Тритон) к поверхности Венеры, рухнул на нее и, передав Венере свой момент количества движения, заставил ее вращаться в обратную сторону, поскольку этот гипотетический спутник обращался вокруг Венеры в обратную сторону.

Но возникает второй, более серьезный вопрос: если Меркурий был спутником Венеры, он должен был не удаляться от Венеры, как Луна от Земли, а приближаться к ней, поскольку, во-первых, Венера вращается медленно и ее период вращения был бы меньше периода обращения Меркурия, во-вторых, Венера вращается в обратную сторону. Впрочем, и здесь можно найти ответ, например, предположив, что второй спутник, упав на поверхность Венеры, заставил ее быстро вращаться в обратную сторону, так что период вращения Венеры стал меньше периода обращения Меркурия, который вследствие этого стал быстрее удаляться от нее и, выйдя за пределы сферы действия Венеры, перешел на околосолнечную орбиту.

Однако, доказательств этого нет, и с таким же успехом можно утверждать, что Меркурий не был спутником Венеры. Его большое относительное ускорение объясняет, почему, несмотря на его большое относительное торможение, он до сих пор не вошел в атмосферу Солнца и не исчез в его недрах. Во время галактических зим, по крайней мере, суровых, когда Солнечная система пересекает рукава Галактики, Меркурий приближается к Солнцу, а во время галактического лета он снова удаляется от него на свое место.

**6. Происхождение планет земной группы**

Если планеты-гиганты происходят из ледяных планет, расположенных за ними дальше от Солнца, и если ледяные планеты происходят из больших комет, расположенных еще дальше от Солнца, то, очевидно, что планеты земной группы должны происходить из тех небесных тел Солнечной системы, которые расположены по соседству с ними, но несколько дальше от Солнца. Не трудно видеть, что к кандидатам в родительские тела планет земной группы могут быть отнесены три группы небесных тел Солнечной системы: во-первых, планеты-гиганты, вернее, их силикатные ядра; во-вторых, большие спутники планет-гигантов, такие, как Ио, Европа, Ганимед и Каллисто; и, в-третьих, большие астероиды, такие, как Церера, Паллада, Веста, Гигея и др.

Если Юпитер в настоящее время теряет свое атмосферное вещество в районе мощного вихря (большого красного пятна), то можно предположить, что весь водород, затем гелий, а затем и другие газообразные вещества в конце концов покинут Юпитер и он, уменьшив свою массу во много раз, превратится в пятую планету земной группы. После этого он приблизится ближе к Солнцу, поскольку его относительное торможение резко, раз в 15-20, возрастет, скорость его вращения уменьшится как за счет солнечного торможения, так и за счет рассеивания в межпланетное пространство вещества, и он будет иметь не только такую же массу, как планеты земной группы, но и такой же, примерно, период вращения, как у Земли и Марса. После этого Юпитер снова приобретет атмосферу, сначала такую, как и у Марса, а затем, по мере приближения к Солнцу и разогрева, как у Земли, затем - у Венеры.

То же самое позднее произойдет с Сатурном, который в далеком будущем превратится в шестую планету земной группы, а затем - с Ураном и Нептуном, которые превратятся в седьмую и восьмую силикатные планеты.

Так произойдет, если планеты земной группы действительно произошли из планет-гигантов. Чтобы доказать это, необходимо определить размеры и массы силикатных ядер планет-гигантов, особенно у Юпитера, которые должны быть в этом случае соизмеримы с размерами и массами планет земной группы. Некоторые ученые считают, что диаметр силикатного ядра Юпитера равен примерно 8-9 тыс. км. Если это подтвердится, то будет одним из аргументов в пользу гипотезы происхождения планет земной группы из планет-гигантов. Но это еще не полное доказательство. Необходимо доказать, что Юпитер действительно теряет вещество из атмосферы, уменьшаясь в массе, причем, очевидно, все быстрее и быстрее. Или, что Юпитер уменьшался раньше, или, что Юпитер будет уменьшаться в будущем, по мере приближения к Солнцу и разогреву и, одновременно, по мере увеличения его скорости вращения.

Возникает вопрос: что произойдет с галилеевыми спутниками Юпитера, если в далеком будущем Юпитер уменьшится до размеров и массы планет земной группы? Очевидно, спутники при этом будут удаляться от Юпитера и, в конце концов, выйдут из зоны его притяжения и перейдут на околосолнечные орбиты. Не такова ли судьба «греков» и «троянцев»? Почему у Юпитера, в отличие от Сатурна, большие спутники расположены близко от него? Может быть, у него были и дальние большие спутники, но они при уменьшении массы Юпитера в прошлом покинули его и перешли на околосолнечные орбиты? А галилеевы спутники не успели сойти с орбит вокруг Юпитера потому, что началась очередная суровая галактическая зима, т.е. Солнечная система вошла в один из галактиче ских рукавов, и галилеевы спутники снова приблизились к Юпитеру под воздействием торможения в диффузной материи рукава.

Если это так, то можно предположить, что и крупные астероиды в прошлом также были спутниками Юпитера. Затем, при уменьшением массы Юпитера, они перешли на околосолнечные орбиты, а позднее приблизились к Солнцу при торможении в газо-пылевой среде. Можно предположить, что и Луна имеет аналогичное происхождение, с той лишь разницей, что Луна в далеком прошлом была спутником не Юпитера, а планеты-гиганта Марса. При уменьшении массы Марса Луна сошла с его орбиты на околосолнечную орбиту а позднее догнала Землю и перешла на ее орбиту.

Если это так, то и планеты-гиганты (в прошлом) Земля и Венера также должны были бы, очевидно, иметь большие спутники. Где же они? Не трудно догадаться, что большим спутником планеты-гиганта Венеры мог быть Меркурий, который, сойдя с ее орбиты по причине уменьшения ее массы (а не под воздействием приливного вздутия), превратился в самостоятельную планету, как и позднее Луна, но который, в отличие от Луны, до сих пор является самостоят ельной планетой. Любопытно, что соотношение масс Марс - Луна, равное 9:1, близко к соотношению масс Венера - Меркурий, которое в настоящее время равно 15:1, а в прошлом, когда Меркурий был массивнее, по-видимому, равнялось 12:1 или даже 10:1. Такое же, примерно, соотношение имеют Плутон с Хароном.

Можно предположить, что и планета-гигант Земля имела большой спутник и их массы соотносились таким же образом. А это значит, что бывший спутник Земли имел массу, промежуточную между массами Меркурия и Марса. И этот спутник, сойдя с околоземной орбиты, когда Земля, теряя вещество, превращалась из планеты-гиганта в планету земной группы, превратился в самостоятельную планету, затем перешел на орбиту Венеры, приблизившись к ней, а еще позднее приблизился к ее поверхности и рухнул на нее, заставив Венеру вращаться в обратную сторону.

Такой можно представить картину происхождения планет земной группы, имея в виду, что она является упрощенной. Ведь планеты земной группы продолжали увеличиваться и после их образования из планет-гигантов. Значит, они во время их происхождения были несколько меньше. Последней из планет земной группы образовался Марс. Его размеры, возможно, являются ближе к размерам новорожденных планет земной группы - Венеры, Земли. Но тогда и спутники планет-гигантов были меньше при рождении последних планет земной группы. Меркурий, будучи спутником планеты-гиганта Венеры, был величиной с Луну, Ио или Европу, а увеличился он уже позднее, вместе с увеличением Венеры и Земли, главным образом, за счет астероидов. То же самое относится и к спутнику планеты-гиганта Земли. Он был величиной с Луну, Европу или Ио, а затем уже увеличился.

Если это так, то и современное силикатное ядро Юпитера находится в таком же соотношении со своими спутниками, т.е. раз в 10 массивнее их и равно примерно массе Марса. Ядро же Сатурна в 3-4 раза меньше и соизмеримо с массой Меркурия, а ядра Урана и Нептуна соизмеримы с массой Луны. В будущем же они будут все более увеличиваться.

Можно представить себе и другие варианты происхождения планет земной группы. Например, что не только Венера, Земля и Марс, но и Меркурий произошел из планеты-гиганта. Или, что не только Меркурий и Луна произошли из бывших спутников планет-гигантов, но и Марс имеет такое же происхождение. Но в этом случае придется признать и Луну и Марс бывшими спутниками Юпитера.

Если окажется, что силикатное ядро Юпитера является не таким, как Марс, а огромным, в 15-20 масс Земли, и если окажется, что Юпитер не теряет свое атмосферное вещество и не сможет его потерять в будущем, даже если приблизится на расстояние Марса, то можно выдвинуть еще одно предположение о происхождении планет земной группы, а именно, что планеты земной группы произошли не из силикатных ядер планет-гигантов и не из их больших спутников, а из крупных астероидов. Предположим, что это именно так, и рассмотрим эту гипотезу.

Если бы кометы первого кометного пояса, переселившись за орбиту Юпитера, не теряли ледяную компоненту и не превращались в астероиды, которые образуют единственный в Солнечной системе астероидный пояс, то они, образовав еще один, самый ближний к Солнцу кометный пояс, во время очередных галактических зим продолжали бы приближаться к Солнцу и одна за другой исчезали бы в его недрах, увеличивая его массу. Но то обстоятельство, что кометы под воздействием солнечного излучения теряют ледяную компоненту и превращаются в астероиды, имеет далеко идущие последствия.

Дело в том, что плотность астероидов намного больше плотности комет, что приводит к тому, что относительное торможение астероидов при их образовании из комет и укрупнении резко, в несколько раз уменьшается, несмотря на то, что при этом уменьшается, по-видимому, их средняя масса. А малое относительное торможение астероидов, в сравнении с кометами приводит к тому, что они приближаются к Солнцу в несколько раз медленнее, чем кометы. Если кометы за какое-то определенное время перемещаются из одного кометного пояса в другой на расстояние 5-10 а.е., то астероиды за это же время перемещаются всего лишь, быть может, на 1 - 1,5 а.е. При этом происходит их все большее укрупнение.

Более крупные кометы, хотя быть может и не все, отбираются посредством захвата планетами, орбиты которых они пересекают. Астероиды также захватываются планетами земной группы при пересечении их орбит, увеличивая массы планет, но скорость приближения астероидов к Солнцу, сравнительно со скоростью приближения планет земной группы, незначительна. Эта разница не идет ни в какое сравнение с разницей в скорости приближения к Солнцу планет-гигантов и комет. Ведь кометы быстрее приближаются к Солнцу, чем астероиды, а планеты-гиганты, наоборот, приближаются к Солнцу в 20 раз медленнее, чем планеты земной группы. Поэтому астероиды, в отличие от комет, успевают увеличиваться за счет других, более мелких астероидов, за счет комет, метеорных тел и пыли до относительно больших размеров, иногда до размеров небольшой планеты.

И в настоящее время в астероидном поясе происходит укрупнение астероидов в результате их столкновения друг с другом, хотя в это же время происходит и их дробление. Следствием укрупнения явилось возникновение особо крупных астероидов: Цереры, Паллады, Весты и др. При наступлении очередной галактической зимы этот процесс усилится и будет продолжен после ее окончания. В результате значительная часть астероидов из астероидного пояса присоединится к наибольшему из астероидов, по-видимому, Церере, и в зоне планет земной группы возникнет пятая планета земного типа с массой и величиной от Луны до Марса.

Планеты же земной группы во время следующей суровой галактической зимы несколько приблизятся к Солнцу, освобождая место новой планете, которая переместится ближе к орбите Марса. Марс приблизится к Земле ввиду его большего относительного торможения и расстояние между ними сократится. А Меркурий может настолько близко подойти к поверхности Солнца, что исчезнет в его недрах. И тогда между Солнцем и Юпитером снова будет четыре планеты земной группы, но первой планетой из них будет не Меркурий, а Венера, а последней не Марс, а Церера.

Кометы, переселяющиеся во время галактических зим из первого кометного пояса через орбиту Юпитера, располагаются на всем расстоянии от Солнца до Юпитера, в том числе около планет земной группы и между ними. Но промежутки между планетами земной группы небольшие и за время галактического лета все кометы, разместившиеся там и превратившиеся в небольшие астероиды, становятся добычей планет под действием силы их гравитационного притяжения, увеличивая массу. Некоторые из них могут перейти на орбиты планет и существовать некоторое время в виде спутников (Фобос, Деймос).

При возникновении планет земной группы в районе астероидного пояса, постоянно питаемого во время галактических зим кометами из первого кометного пояса, их относительное торможение будет уменьшаться, поскольку при увеличении массы, при прочих равных условиях, относительное торможение уменьшается. Например, если все четыре планеты земной группы разместить на одной орбите, то относительное торможение Земли и Венеры будет в 2-2,5 раза меньше относительного торможения Меркурия и Марса. Но масса самых маленьких планет, типа Луны и Меркурия, во много раз больше самых больших астероидов, поэтому их относительное торможение во много раз меньше. А следствием этого является то, что астероиды во время галактических зим догоняют планеты и часть их обрушивается на поверхность планет, оставляя на ней мелкие и большие кратеры, которыми покрыты все планеты и их спутники.

Массы планет земной группы, как и других небесных тел, с каждой галактической зимой будут все более увеличиваться. Но темпы их роста будут сильно отличаться. Быстрее всего будут расти те планеты, которые расположены ближе к астероидному поясу, а медленнее всего те, которые расположены ближе к Солнцу. Быстрее всего, следовательно, увеличиваются астероиды, в том числе Церера, и планета Марс, а медленнее всего - Меркурий и Венера. Вследствие этого, Марс может в будущем приблизиться по размерам и массе к Венере и Земле, а Церера, возможно, догонит Луну, затем Меркурий, а затем и современный Марс. Ведь при увеличении расстояния между Марсом и Юпитером, по мере приближения Марса и других планет земной группы к Солнцу, ширина астероидного пояса будет все более увеличиваться. Одновременно увеличатся количество и размеры астероидов. Сначала укрупнение астероидов будет происходить медленнее, затем процесс укрупнения ускорится, а при достижении самыми крупными астероидами и всем астероидным кольцом какой-то определенной, критической величины, возможно, примет бурный характер и все или большая часть астероидов, находящихся вблизи крупнейшего астероида, сольются в единую силикатную планету с массой и размерами от Луны до Меркурия или даже Марса.

Происхождение современных планет земной группы можно представить следующим образом. Первой из существующих планет земной группы в районе астероидного пояса, около 4 а.е. или несколько дальше, произошла Венера, имевшая при возникновении размеры и массу Меркурия или Марса. Впрочем, сначала она имела массу и размеры Луны, а еще раньше была величиной с Цереру и т. д. С каждой галактической зимой масса и размеры Венеры быстро возрастали, хотя они росли и во время галактического лета за счет столкновения и присоединения к себе астероидов.

Когда Венера находилась от Солнца на расстоянии около 3 а. е., в астероидном поясе возникла новая планета, которая имела хотя и относительно большую массу, но гораздо меньшую, чем уже увеличившаяся к этому времени Венера. Это был Меркурий. Его относительное торможение было больше, чем у Венеры и он постепенно приближался к ней. В конце концов он приблизился к Венере настолько близко, что был захвачен ею на свою орбиту. При этом Меркурий изменил направление своего обращения с прямого на обратное и, обращаясь вокруг Венеры в обратном направлении, как сегодня Тритон, тормозил ее осевое вращение. В результате этого Венера не только перестала обращаться в прямом направлении, во и стала медленно вращаться под влиянием мощного приливного трения, вызываемого обратным движением Меркурия, в обратную сторону. Меркурий не мог, если бы он был единственным спутником Венеры, одновременно заставить Венеру вращаться в обратную сторону и удаляться от нее. Поэтому необходимо предположить и здесь, что до Меркурия образовалась еще хотя бы одна небольшая планета, которая, как и Меркурий, была затем захвачена Венерой, приблизилась к ее поверхности и обрушилась на нее, заставив тем самым Венеру вращаться в обратную сторону. Меркурий же, будучи спутником Венеры, после этого стал удаляться от Венеры, поскольку его период обращения стал больше периода вращения Венеры, а направление обращения Меркурия совпадало с направлением вращения Венеры (по часовой стрелке). Венера при этом тормозилась и ее период вращения все увеличивался, достигнув к настоящему времени 243 суток.

Возможно, после Меркурия и раньше его таким же образом возникли еще несколько небольших планет с массой и размерами от Луны до Меркурия, но все они, приблизившись к Венере, были захвачены ею, в отличие от Меркурия, на свою поверхность, увеличив ее массу в несколько раз. Кроме них Венера захватила огромное количество мелких и крупных астероидов. И эти планеты и астероиды вынудили Венеру вращаться в обратную сторону.

После Меркурия и других небольших планет, присоединившихся к Венере, еще из одного, возможно, большого астероидного кольца, возникла Земля с массой, равной массе Меркурия или Марса. Земля, имеющая меньшую массу, чем Венера с Меркурием на ее орбите, стала постепенно к ней приближаться, но вслед за Землей возникали другие, более мелкие планеты с массой Луны, меньшей, чем Луна и большей, до величины массы Меркурия. Все они, одна за другой, а также большое количество астероидов, догоняя Землю, захватывались ею и, падая на поверхность, увеличивали ее массу (но здесь возникает вопрос: почему они не вынудили Землю вращаться в обратную сторону?).

При каждом таком падении на Землю небольших планет или крупных астероидов, а возможно, и больших спутников, на ней происходили огромные изменения. Происходили мощные землетрясения, начинались вулканические извержения, лопалась на плиты литосфера, возникали горы, резко изменилась поверхность планеты, а также ее биосфера.

Одна из этих планет была захвачена Землей на ее орбиту и стала ее спутником. Сначала Луна обращалась вокруг Земли, по-видимому, в обратном направлении, но затем постепенно ее орбита развернулась. Луна также тормозила и тормозит в настоящее время вращение Земли вызываемым ею приливным трением в литосфере, гидросфере и атмосфере Земли, но гораздо слабее, чем Меркурий вращение Венеры, поскольку масса Луны меньше массы Земли в 81 раз, а масса Меркурия меньше массы Венеры только в 15 раз. Возможно, помимо Луны Земля имела в прошлом и другие спутники, но они со временем приблизились к Земле и упали на ее поверхность. Возможно, и у Венеры тоже были другие спутники.

Вслед за Венерой, Меркурием, Землей, Луной и другими небольшими планетами, оказавшимися позднее на поверхности Венеры и Земли, а возможно и Меркурия, еще из одного большого астероидного кольца образовался Марс, который имел меньшую чем Земля массу, а в прошлом имел еще меньшую, чем сейчас. Имея большее, чем Земля, относительное торможение, он постепенно приближается к ней и в будущем либо догонит ее и рухнет на ее поверхность и объединиться с ней в единую, еще более крупную планету, которая будет вращаться в обратную сторону, либо увеличится за счет других, более мелких планет и астероидов, до таких размеров, что его относительное торможение сравняется с относительным торможением Земли или даже будет меньшим, как это произошло у Земли. Относительное торможение Земли сначала было больше, чем у Венеры, и она догоняла ее. Затем их относительные торможения сравнялись и расстояние между ними какое-то время не изменялось. Позднее, в связи с более быстрым ростом Земли, ее относительное торможение еще более уменьшилось и она стала отставать от Венеры.

После возникновения Марса, возможно, возникло еще несколько небольших, как Луна планеток, но все они оказались на поверхности Марса. И в последнюю очередь возникло то астероидное кольцо, которое существует и в настоящее время, из которого в «недалеком» будущем произойдет еще одна планета земной группы с массой Луны или Меркурия (в настоящее время масса крупнейшего астероида - Цереры меньше массы Луны примерно в 50 раз). В это же время, или раньше, Меркурий, удалившись от Венеры, перешел на орбиту Солнца под воздействием его мощного гравитационного притяжения. Так возник иначе труднообъяснимый значительный эксцентриситет его орбиты - 0,206.

Вышеприведенная схема происхождения планет земной группы неплохо объясняет их эксцентриситеты. Поскольку Венера возникла из рассматриваемых планет первой, то ее эксцентриситет уменьшился более всего - до 0,0068 в настоящее время. Земля является более молодой планетой и ее эксцентриситет несколько больший - 0,0167. Еще более молодой планетой является Марс, возникший после Венеры и Земли, и поэтому его эксцентриситет еще больший - 0,0934. Меркурий же, как планета, возник позднее всех, перейдя на орбиту вокруг Солнца с орбиты вокруг Венеры, и поэтому имеет самый большой эксцентриситет - 0,206.

Не противоречит эта схема и другим характеристикам планет. Венера и Земля, возникшие раньше Марса, имеют в 8-9 раз большую массу, чем Марс. А Меркурий и Луна имеет наименьшую массу, хотя произошли раньше Марса, потому, что Меркурий в прошлом, а Луна и сейчас являлись спутниками планет и им мало доставалось космических осадков из числа твердых небесных тел: астероидов и метеоритов. Земля несколько превосходит Венеру по массе, что можно объяснить, во-первых, тем, что Земля сформировалась, возможно, из более крупного астероидного кольца, чем Венера, а во-вторых тем, что Земля после своего возникновения больше захватывала астероидов и небольших планет, чем Венера, расположенная за Землей, как за щитом. Меркурий и Венера имеют меньшие наклоны плоскостей их экваторов к плоскости своих орбит: Меркурий - около 10, Венера - 20, Земля - 230,26` и Марс - 240,48`. Не противоречит эта схема, по-видимому, и наклонениям орбит планет земной группы к плоскости экватора Солнца. Но эта схема совершенно не может объяснить, почему Венера вращается в обратном направлении, а Земля в прямом. Кроме того, темпы роста масс планет земной группы являются, по-видимому, чрезмерно высокими в сравнении с планетами-гигантами. Более предпочтительнее, как представляется автору, является гипотеза происхождения Венеры, Земли и, возможно, Марса из силикатных ядер планет-гигантов, а Меркурия, Луны и, возможно, крупных астероидов из спутников планет-гигантов.

Если планеты земной группы действительно произошли из силикатных ядер планет-гигантов, то можно предположить, что они, будучи ядрами, имели большую плотность, чем в настоящее время, причиной чего было чудовищное сжатие их гигантскими атмосферами. При потере же ими атмосфер происходило разуплотнение ядер и их расширение и увеличение. Если расширение происходило достаточно медленно, то еще до полного разуплотнения ядер могла образоваться в наружной части ядер твердая литосфера, которая при последующем разуплотнении и расширении силикатных ядер, а затем - силикатных планет, могла лопнуть на части - литосферные плиты. Так могли произойти материки и океаны, причем последние затем увеличились при увеличении планет за счет космических осадков.

При рассмотрении происхождения спутников видно, что самые крупные спутники планет, кроме Тритона, закономерно располагаются в середине их рядов. То же самое наблюдается у планет: самая крупная планета Юпитер также расположена посредине планет. И объяснить это явление можно тем же: ближние планеты теряли большую часть своего вещества, как и спутники, и становились во много раз меньше, тем более что они теряли не только, в отличие от спутников, ледяную, но и газовую компоненту: водород и гелий.

Но если рассмотреть только планеты земной группы, то и тут обнаружится та же самая закономерность: самая большая планета (Земля) также расположена в середине ряда планет земной группы, а не находится в начале его, около Солнца, где, как кажется, она должна бы находиться. Если исходить из того, что все планеты земной группы образовались из астероидов, или если Венера и Земля образовались из силикатных ядер планет-гигантов и затем увеличились за счет астероидов, а Меркурий, Луна и Марс из спутников (последние - из спутников Юпитера), то объяснение является довольно простым и было приведено выше.

Трудность возникает, если предположить, что и Марс произошел из силикатного ядра планеты-гиганта. Это можно объяснить, по-видимому, тем, что планеты земной группы увеличиваются быстрее, чем силикатные ядра планет-гигантов, поскольку плотность газово-пылевой материи во время галактических зим тем больше, чем ближе к Солнцу приближается она. Поэтому массы Венеры и Земли намного больше, чем масса Марса, который недавно (по космическим масштабам) стал планетой земной группы и приблизился к Солнцу на близкое расстояние. Рост же планет земной группы за счет астероидов тем быстрее, чем они дальше расположены от Солнца. Поэтому масса Земли больше массы Венеры. В будущем и более молодой Марс будет расти быстрее, чем Земля и Венера и догонит их, а затем и обгонит по массе и размерам. Кроме того, увеличится со временем и вся Солнечная система и когда, например, Юпитер потеряет всю свою газовую и ледяную компоненту и превратится в пятую планету земной группы, он будет иметь несколько большую массу, чем имел Марс при его рождении из планеты-гиганта. А Сатурн, когда он станет шестой планетой земной группы, будет иметь в момент рождения еще несколько большую массу, чем новорожденный Юпитер, что может также, хотя бы отчасти, объяснить большую массу Земли по сравнению с Венерой.

1. **Происхождение комет**

Таким образом, планеты земной группы происходят из планет-гигантов, или их спутников, или астероидов, а планеты-гиганты - из ледяных планет. Ледяные планеты и астероиды, а также небольшие спутники планет происходят из комет. Кометы, следовательно, являются начальным этапом развития всех небесных тел. Как же происходят они?

Можно предположить, что существует два способа происхождения комет Солнечной системы. Мелкие кометы происходят преимущественно в Солнечной системе, главным образом на ее периферии, где количество комет, по-видимому, исчисляется многими миллиардами и триллионами. Кометы, обращающиеся вокруг Солнца в различных направлениях с различными наклонениями орбит и эксцентриситетами, сталкиваются зачастую между собой и раздробляются на более мелкие части. Этот процесс разукрупнения небесных тел является, конечно, второстепенным наряду с основным процессом укрупнения небесных тел, но он играет большую роль в эволюции небесных тел. В результате раздробления комет возникает множество более мелких образований - кометок и метеорных тел, которые затем, постепенно увеличиваясь за счет вычерпывания диффузной материи, растут и превращаются в новые кометы. Таким образом, кометы обеспечивают себе смену, новое поколение.

Но помимо мелких и небольших комет на периферии Солнечной системы, как можно предположить, существуют и большие кометы, из которых позднее, возможно, происходит часть ледяных планет. Эти кометы могут иметь и иное происхождение. Они могут переходить на орбиты вокруг Солнца во время галактических зим, вследствие торможения в газово-пылевой среде, с орбит вокруг центра Галактики.

Галактику можно представить себе гигантской звездно-планетной системой, в которой наряду со звездами вокруг ее центра обращается огромное количество других, наименее крупных тел. При этом в Галактике, как и в любой другой звездно-планетной системе, в том числе Солнечной, имеет место закономерность, в соответствии с которой небесных тел тем больше, чем меньше их масса и размеры.

Эта закономерность подтверждается двумя фактами. Во-первых, в Солнечной системе силикатных и ледяных планет и крупных спутников больше, чем планет-гигантов, а астероидов и комет больше, чем планет и больших спутников. Во-вторых, средних по массе звезд, таких как Солнце, в галактиках гораздо больше, чем звезд более крупных, с массой 5-10 масс Солнца. Еще меньше гигантских звезд с массами в несколько десятков солнечных масс. Карликовых звезд, наоборот, много. И чем меньше звезды по массе и размерам, тем их больше.

Отсюда можно сделать вывод, что в Галактике, наряду со звездами, которые мы видим, имеется огромное количество менее крупных и мелких тел: карликовых инфракрасных звезд и планет-гигантов, ледяных планет и комет. При этом инфракрасных карликов больше, чем всех светящихся видимых звезд. Планет-гигантов больше, чем всех светящихся и инфракрасных звезд, вместе взятых. Еще больше ледяных планет, но больше всего комет и метеорных тел.

Одни из этих комет обращаются по орбитам вокруг звезд и планет в различных звездно-планетных системах. Но огромное большинство комет, как и планет Галактики, обращаются по самостоятельным орбитам вокруг ее центра.

Попадая в условия галактических зим в газово-пылевую среду, кометы быстрее других небесных тел начинают приближаться к центру Галактики. Они догоняют более крупные тела, пересекают их орбиты и оставляют их позади, продолжая свое приближение к центру Галактики. Но не всем кометам удается этот обгон. Многие из них проходят слишком близко от крупных тел - звезд и планет при их обгоне и попадают на их поверхность, увеличивая их массу. Но некоторые кометы при этом могут перейти на орбиту крупного тела, которое они обгоняют точно так, как некоторые небесные тела Солнечной системы, приближаясь к Солнцу, переходя с околосолнечной орбиты на орбиту вокруг той или иной планеты и превращаясь в их спутники.

Кометы также могут переходить с орбит вокруг центра Галактики на орбиты вокруг Солнца и других звезд. Именно таким способом, возможно, происходит часть комет, особенно крупных, а может быть, и некоторые планеты Солнечной системы.

Поскольку небесные тела Галактики обращаются вокруг ее центра в той ее части, где находится Солнечная система, с одинаковой угловой скоростью, это приводит к тому, что при переходе комет с орбит вокруг центра Галактики на орбиты вокруг Солнца они могут изменять направление своего обращения, а могут и не изменять, в отличие от небесных тел Солнечной системы, которые, по-видимому, обязательно должны изменить направление своего обращения при переходе с околосолнечных орбит на околопланетные. По-видимому, изменять направление своего обращения должна примерно половина комет, переходящих с окологалактических орбит на околосолнечные. При этом кометы должны, по-видимому, иметь самые различные наклонения орбит к плоскости эклиптики. Этим можно объяснить большое разнообразие комет по их наклонениям и эксцентриситетам.

Можно предположить, что те небесные тела Солнечной системы, которые обращаются или обращались в прошлом вокруг Солнца в обратном направлении, перешли в Солнечную систему с около галактических орбит. Помимо множества комет, к этим телам относится и Уран.

Кометы имеют двоякое происхождение. Одни, более мелкие и с прямым направлением обращения вокруг Солнца происходят преимущественно в Солнечной системе из самых мелких тел, образующихся при дроблении комет во время их столкновений. Другие, более массивные и с обратным направлением обращения вокруг Солнца, возможно, происходят частично посредством их перехода в Солнечную систему из Галактики, с галактических орбит, расположенных вблизи орбиты Солнца. Орбиты комет с обратным направлением обращения затем постепенно разворачиваются, их наклонения все уменьшаются. И ледяные планеты, которые происходят из крупных комет по мере их роста, в большинстве своем имеют уже прямое направление обращения. И только обратное направление вращения некоторых из них говорит о том, что раньше эти тела обращались вокруг Солнца в обратном направлении.

**8. Происхождение Солнца**

По всей вероятности Солнце возникло из инфракрасного карлика, который, в свою очередь, возник из планеты-гиганта. Планета-гигант еще раньше произошла из ледяной планеты, а та - из кометы. Эта комета произошла на периферии Галактики одним из тех двух способов, которыми происходят кометы на периферии Солнечной системы. Либо комета, из которой через много миллиардов лет произошло Солнце, образовалась при дроблении более крупных комет или ледяных планет при их столкновении, либо эта комета перешла в Галактику из межгалактического пространства.

Как известно, все видимые галактики движутся. При этом они обращаются вокруг центра скопления галактик. Многие скопления галактик при этом могут составлять свое семейство, свою звездно-планетную систему, еще более огромную, чем отдельные галактики и их скопления.

Между галактиками, обращающимися вокруг общего центра масс, существует огромное количество других небесных тел, хотя их, по-видимому, и меньше, чем в галактиках. Эти небесные тела - звезды, планеты и кометы обращаются, как и галактики, вокруг их общего центра масс по самостоятельным орбитам. Когда они при своем обращении вокруг общего центра погружаются в газово-пылевую среду, они начинают приближаться по спирали, вследствие их торможения в диффузной среде, к центру масс, вокруг которого они обращаются. Но скорость их приближения при этом различна. Больше всех она у более мелких тел, меньше - у крупных. Быстрее всех перемещаются при этом кометы. Вследствие этого кометы догоняют галактики и отдельные самостоятельные звездно-планетные системы. Догоняя их, они либо обгоняют их, либо захватываются ими. При захвате кометы и другие небесные тела межгалактического пространства либо попадают на поверхность крупных небесных тел: звезд и планет, либо переходят на орбиты - вокруг центра галактик или отдельных звездно-планетных систем, становясь их спутниками.

Таким образом, на периферию Галактики периодически переходит из межгалактического пространства огромное количество малых небесных тел, особенно комет, которые восполняют потери небесных тел Галактики при захвате одними, более крупными телами других, более мелких тел. Поэтому, несмотря на то, что все звезды постепенно приближаются к центру и плоскости Галактики, где вследствие этого их концентрация выше, чем на периферии, несмотря на это на периферии Галактики имеется огромное количество звезд и более мелких небесных тел.

Из одного из таких небесных тел, пришедших в Галактику из межгалактического пространства, могло произойти и наше Солнце. При этом Солнце во время перехода из межгалактического пространства не обязательно могло быть кометой. Небесное тело, из которого позднее произошло Солнце, могло быть при его переходе в Галактику из межгалактического пространства и кометой, и планетой, и даже инфракрасным карликом.

Однако, учитывая массу Солнца и его расстояние от центра Галактики и ее края, можно предположить, что Солнце превратилось из кометы в планету на периферии Галактики, а не в межгалактическом пространстве. Потом, в процессе ее увеличения, комета превращалась в ледяную планету, планету-гигант и т.д.

Понятно, что столкновение между небесными телами Галактики должны происходить довольно часто, особенно в периоды галактических и метагалактических зим. А при этих столкновениях происходит и укрупнение, и раздробление небесных тел. Мелкие осколки более крупных небесных тел дают начало новым небесным телам, в том числе самым малым: мелким кометкам и метеоритам, из которых затем происходят новые крупные кометы. Эти кометы, увеличиваясь, превращаются в ледяные планеты, затем в планеты-гиганты. Последние, все более увеличиваясь, превращаются в инфракрасные карлики, которые, в свою очередь, превращаются в светящиеся звезды, одной из которых и является наше Солнце.

### ****9. Современные представления о строении Солнечной системы****

Все объекты Солнечной системы можно разделить на четыре группы: Солнце, большие планеты, спутники планет и малые тела[3]. Солнце — динамический центр системы. Его гравитационное влияние является доминирующим в Солнечной системе за исключением малых областей в окрестности других объектов.

Большие планеты — визитная карточка Солнечной системы. Пять ближайших к Земле больших планет были известны с ранней истории человечества. Это — Меркурий, Венера, Марс, Юпитер и Сатурн. История открытия трех других больших планет показывает как менялось отношение астрономов к вопросу о размерах и населении Солнечной системы.

Открытие Урана явилось сюрпризом. Весной 1781 г. Вильям Гершель на своем 7-футовом (2.1 м) телескопе проводил наблюдения по программе определения параллаксов звезд. 13 марта 1781 г. он сделал запись об обнаружении туманной звезды или кометы. Спор о природе открытого объекта продолжался до 1787 г., когда Гершель открыл два спутника Урана: Оберон и Титанию.

Открытие Нептуна стало триумфом теории тяготения Ньютона. Анализируя неравенства в движении Урана, Бессель в Кенигсберге в 1840 г., Адамс в Кембридже в 1841 г. и Леверье во Франции в 1845 г. независимо друг от друга рассчитали орбиту планеты, ответственной за эти возмущения. 23 сентября 1846 г. Галле и д’Аррест из Берлинской обсерватории по эфемеридам Леверье открыли Нептун.

Открытие Плутона можно назвать запрограммированным. В 1896 г. Персиваль Ловелл обнаружил остаточные невязки в движении Урана после учета возмущений от Нептуна и высказал гипотезу, что эти возмущения производятся неизвестной занептунной планетой. В середине 90-х годов XIX века в Аризоне Ловелл построил обсерваторию, которая стала центром поиска новой планеты. В течение почти 30 лет было проведено несколько компаний по поиску Плутона. Но безрезультатно. В 1916 г. умер Ловелл. В 1929 г. Клод Томбо на 13-дюймовом (0.33 м) рефракторе начал новую атаку на Плутон. Открытие пришло 18 февраля 1930 г., когда Томбо сравнивал фотопластинки, полученные 23 и 29 января 1930 г. Директор Ловелловской обсерватории сообщил об открытии 13 марта 1930 г. в 149-ю годовщину открытия Урана Гершелем и 75-ю годовщину со дня рождения Персиваля Ловелла. За время поиска Плутона было проведено сравнение около 90 млн. изображений звезд в течение 7000 часов на блинк-компараторе.

Существуют ли большие планеты за орбитой Плутона? Анализ траекторий движения тел Солнечной системы и космических аппаратов Пионер–10, Пионер–11, Вояджер–1, Воджер–2 позволяют утверждать, что объектов, сравнимых с Плутоном, и более крупных во внешней области Солнечной системы не существует.

Не до конца решен вопрос о происхождении двойных планет Земля–Луна и Плутон–Харон.

Малые тела Солнечной системы — пробный камень и золотая жила небесной механики, кладезь новых открытий. Самые известные малые тела — кометы. Упоминания о кометах можно найти в легендах и летописях практически всех народов Земли. По динамическим признакам кометы разделяются на долгопериодические и короткопериодические.

Долгопериодические кометы движутся по орбитам, большие полуоси которых достигают десятков тысяч астрономических единиц, а периоды обращения — десятков миллионов лет. Орбиты сильно вытянуты, их эксцентриситеты близки к единице. Ориентация орбит и их наклоны к плоскости эклиптики распределены случайным образом. В настоящее время имеются сведения более, чем о 700 таких комет.

Короткопериодические кометы имеют периоды менее 200 лет, умеренные эксцентриситеты, для большинства из них наклон орбит к плоскости эклиптики не превышает 35 . Короткопериодические кометы делятся на семейства по признаку планеты-гиганта, определяющей динамику кометы. В настоящее время известно около 180 короткопериодических комет. Большинство из них принадлежит семейству Юпитера.

Самая многочисленная популяцию малых тел Солнечной системы — астероиды. Первый астероид — Церера — был открыт в первый день XIX века сицилийским астрономом Пиацци. Хотя открытие и носило случайный характер, оно послужило толчком к разработке Гауссом классического метода определения орбит по трем наблюдениям и метода наименьших квадратов, благодаря которым удалось вычислить орбиту и переоткрыть Цереру спустя почти год после первых наблюдений. В настоящее время известно несколько десятков тысяч астероидов. И это число стремительно растет.

Популяция астероидов неоднородна. Большинство астероидов движутся по орбитам близким к круговым в поясе астероидов между орбитами Марса и Юпитера.