

ГЕОРГИЙ БУРБА, кандидат географических наук

Ледяные спутники



Возможно, примерно так выглядела Солнечная система в эпоху формирования планет из газово-пылевого протопланетного диска

ТРИ ВИДА ПЛАНЕТ

Великое планетографическое открытие — обнаружение внешнего пояса астероидов, расположенного за орбитой Нептуна, — существенно изменило представление о Солнечной системе. В масштабах нашей планеты такому событию соответствовало бы открытие неизвестного ранее материка. Возник новый взгляд на структуру планетной системы, которая до этого представлялась не вполне стройной, поскольку в ней имела «странная» планета — самая дальняя, девятая по счету от Солнца, — Плутон. Она не вписывалась в закономерное чередование восьми предыдущих планет. Четыре ближайшие к Солнцу планеты (Меркурий, Венера, Земля и Марс) относятся к так называемому земному типу — они сравнительно небольшие, но «тяжелые», сложены преимущественно из каменных пород, а у некоторых имеется даже железное ядро. Следующие четыре планеты (Юпитер, Сатурн, Уран и Нептун) называются планетами-гигантами — они очень большие, в несколько раз крупнее Земли, и «легкие», состоящие главным образом из газов. Еще дальше находится Плутон, не похожий на планеты первой и второй групп. Он существенно меньше Луны и состоит преимущественно из льда (см. «ВС», январь 2006). Отличается Плутон и характером движения: если первые восемь планет перемещаются вокруг Солнца по почти круговым орбитам, расположенным в одной плоскости, то у этой планеты орбита очень вытянутая и сильно наклонена.

Так и был бы Плутон «изгоем» Солнечной системы, если бы в последние пять лет ему не подобралась достойная компания: совершенно новый, третий, тип планетных тел — ледяные планетоиды. В результате он стал всего лишь одним из объектов внешнего пояса астероидов. Таким образом, внутренний, или главный, пояс астероидов, расположенный между Марсом и Юпитером, перестал быть уникальным образованием и у него появился «ледяной брат», так называемый пояс Койпера.

Такая структура Солнечной системы неплохо согласуется с современными представлениями о формировании планет из протопланетного облака ве-

Многовековой поиск границ Солнечной системы уже неоднократно перекраивал стройную картину мироздания, заставляя ученых предлагать все новые гипотезы относительно того, почему у Солнца так много спутников и планет. Сначала астрономы обнаружили, что помимо крупных планет в Солнечной системе есть тысячи мелких космических тел. Они образуют пояс астероидов, расположенный внутри орбиты Юпитера. Затем были открыты Плутон, Седна, Орк, Кваоар, Варуна и множество других объектов, обращающихся вокруг Солнца на расстояниях, в десятки и сотни раз больших, чем Юпитер. Так называемый пояс Койпера, в котором находятся упомянутые выше небесные тела, обнаруженный в конце XX века, разрушил сложившуюся систему взглядов, в результате ряд астрономов предложили даже лишить Плутон статуса планеты.

СОЛНЦА



BETMANN/CORBIS/RFK

Джерард Койпер (1905—1973), нидерландский и американский астроном. Открыл спутник Урана Миранду (1948), спутник Нептуна Нерейду (1949), первым измерил диаметр Плутона, обнаружил углекислый газ в атмосфере Марса, атмосферу у спутника Сатурна Титана. Составил несколько детальных атласов Луны

щества. В наиболее жаркой области близ Солнца остались тугоплавкие материалы — металлы и каменные породы, из которых образовались планеты земного типа. Газы улетучились в более прохладную, удаленную область, где и сконденсировались в планеты-гиганты. Часть газов, которые оказались на самом краю, в наиболее холодной области, превратилась в лед, сформировав множество крошечных планетоидов, поскольку вещества на окраине протопланетного облака оказалось мало. Кроме планет из этого облака образовались кометы, чьи траектории пронизывают все три области, а также спутники, обращающиеся вокруг планет, космическая пыль и мелкие камни — обломки астероидов, бороздящие безвоздушное пространство и иногда падающие на Землю в виде метеоритов.

ЛЕДЯНОЙ ПОЯС

В 1930 году, когда открыли Плутон, границей Солнечной системы стали считать орбиту этой планеты, поскольку за ее пределы улетают лишь бродяги-кометы. Полагали, что Плутон несет свою пограничную службу в полном одиночестве. Так думали до 1992 года, когда за орбитой Плутона, но не слишком далеко от нее, обнаружили астероид 1992 QB1. Это событие стало началом последующих открытий. Создание новых мощных телескопов на Земле и запуск нескольких космических способствовали выявлению на окраинах Солнечной системы множества малых объектов, которые ранее не удавалось рассмотреть. «Ударной пятилеткой» стал период с 1999 по 2003 год, в течение которого было обнаружено около 800 неизвестных ранее астероидов. Стало очевидно, что у Плутона имеется огромная семья, состоящая из тысяч небольших небесных тел. Внешний пояс астероидов, находящийся за орбитой Нептуна, чаще всего называют поясом Койпера в честь американского астронома Джерарда Койпера (Gerard Peter Kuiper, 1905—1973), занимавшегося исследованием Луны и планет Солнечной системы. Однако присвоение его имени внешнему поясу астероидов выглядит весьма странно. Дело в том, что Койпер как раз считал, что все малые планеты, если таковые

когда-либо находились вблизи орбиты Плутона, должны были сместиться в очень отдаленные области, а пространство, непосредственно прилегающее к Плутону, — свободно от космических тел. Что же касается предположения о существовании за орбитой Нептуна многочисленных малых ледяных астероидов (неразличимых в телескопы того времени), то его неоднократно высказывали с 1930 по 1980 год другие астрономы — американцы Леонард и Уиппл, ирландец Эджуорт, уругваец Фернандес. Тем не менее к этому поясу астероидов каким-то образом прочно «приклеилось» имя Койпера, который отрицал саму возможность его существования. Международный астрономический союз рекомендует называть астероиды внешнего пояса просто транснептуновыми объектами, то есть расположенными за орбитой восьмой планеты — Нептуна. Такое обозначение соответствует географии Солнечной системы и никак не связано с какими-либо научными гипотезами прошлых лет.

КОЙПЕРОВСКИЕ ОБИТАТЕЛИ

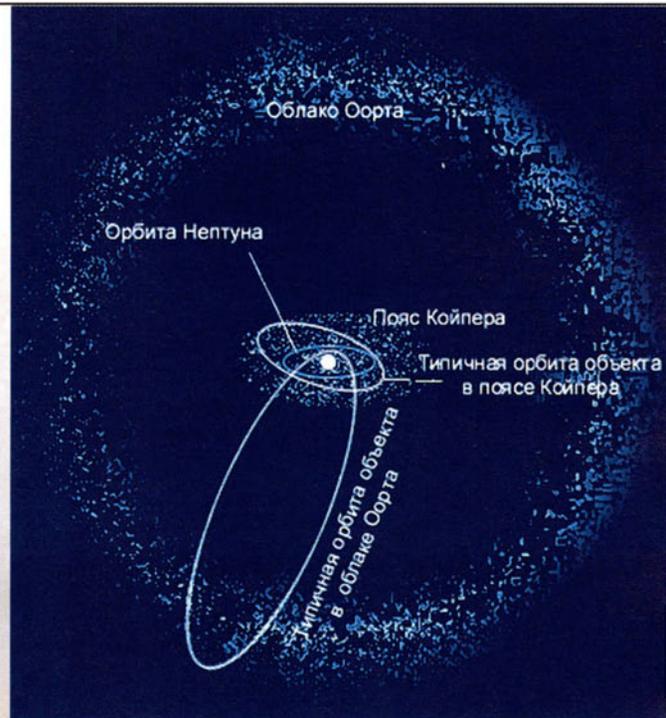
Сейчас известно около 1 000 астероидов пояса Койпера, большинство из которых имеет в поперечнике несколько сотен километров, а у десяти крупнейших диаметр превышает 1 000 км. Тем не менее общая масса этих тел невелика — если «слепить» из них один шар, то он по объему будет равен 2/3 Луны. Вокруг 14 астероидов вращаются небольшие спутники. Предполагают, что всего в поясе Койпера имеется около 500 тысяч астероидов размером более 30 км. По площади пояс Койпера в полтора раза превышает ту часть Солнечной системы, вокруг которой он расположен, то есть ограниченную орбитой Нептуна. Пока неизвестно, из чего состоят астероиды в поясе Койпера, но ясно, что в их строении главную роль должны играть льды различного вида (водный, азотный, метановый, аммиачный, метаноловый — спиртовой, углекислый — «сухой лед» и др.), поскольку температура в этой чрезвычайно удаленной от Солнца области очень низкая. В таком природном «морозильнике» могло сохраниться в неизменном виде



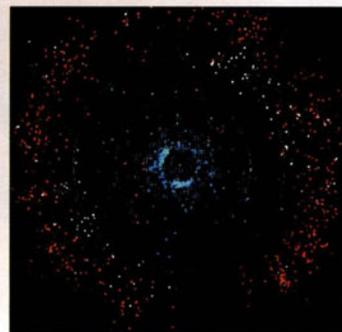
В поясе Койпера уже найдено 14 «двойных астероидов». Они напоминают уменьшенную копию «главной пары» — Плутона с его спутником Хароном. На рисунке Нептун заклоняет Солнце

то вещество, из которого в далеком прошлом формировались планеты Солнечной системы.

Более 90% новых объектов движутся по почти круговым «классическим» орбитам, расположенным на расстояниях от 30 до 50 астрономических единиц от Солнца. Многие из орбит сильно наклонены к плоскости Солнечной системы, у 20 астероидов наклон превышает 40°, а у некоторых доходит даже до 90°. Поэтому очертания пояса Койпера имеют вид толстого бублика, в пределах которого движутся тысячи небольших небесных тел. Внешняя граница пояса на расстоянии 47 а. е. от Солнца выражена очень резко, поэтому возникло предположение о наличии там довольно крупного планетного объекта, возможно, даже размером с Марс (то есть вдвое меньше Земли), чье гравитационное воздействие не позволяет астероидам «разбре-



Облако Оорта — гипотетическая область в Солнечной системе, служащая прибежищем комет с длинным периодом обращения. Расположена на расстоянии от 10 000 до 100 000 а. е.



Карта Солнечной системы. Красные — астероиды на «классических» орбитах пояса Койпера, белые — астероиды семейства Плутона. Синие окружности — орбиты Юпитера, Сатурна, Урана и Нептуна. Голубые значки — кометы

даться». Сейчас ведутся поиски этой гипотетической планеты. Однако внешняя граница пояса не служит непреодолимым барьером, и 43 астероида (4% от известного их количества) уходят за ее пределы в область практически абсолютного холода и тьмы, следуя по сильно вытянутым орбитам, простирающимся на расстояния более 100 астрономических единиц (15 млрд. км) от Солнца.

Год за годом представление о роли Плутона в Солнечной системе изменялось, и теперь его рассматривают как предводителя ледяных планет-карликов пояса Койпера. Группу из двух сотен астероидов, у которых и расположение орбит, и скорости движения практически совпадают с такими же характеристиками Плутона, даже выделили в особое семейство, названное «плутинос», то есть «плутончики».

Совокупная масса всех объектов пояса Койпера меньше, чем одной только Луны

Внешний край пояса Койпера, резко очерченный на расстоянии 47 а.е. от Солнца, вполне бы мог называться новой границей Солнечной системы. Однако некоторые из ледяных астероидов удаляются и за этот предел. Кроме того, вокруг Солнца есть магнитное поле, простирающееся примерно до 100 а. е. Эта область называется гелиосферой — сферой магнитного поля Солнца.

ПЛАНЕТА-КАРЛИК ИЛИ АСТЕРОИД-ГИГАНТ?

Начиная с 1992 года количество астероидов, обнаруженных на окраине Солнечной системы, возрастало и постепенно становилось все яснее, что Плутон — это не самостоятель-

ная планета, а лишь наиболее крупный представитель внешнего астероидного пояса. Гром грянул в 1999 году, когда было предложено присвоить Плутому порядковый номер, который имеется у каждого астероида. Нашелся и подходящий повод — количество пронумерованных объектов приближалось к десяти тысячам, поэтому Плутон хотели перевести из планет в астероиды с почетом, присвоив ему «примечательный» номер 10 000. Дискуссия разгорелась сразу же — одни астрономы были за это предложение, другие — резко против. В результате Плутон на время оставили в покое, а «почетный» номер достался очередному рядовому астероиду. Од-

КРУПНЕЙШИЕ ОБЪЕКТЫ ПОЯСА КОЙПЕРА

1000 км



Название	Диаметр, км	Наклон орбиты, °	Среднее расстояние от Солнца, а. е.*
2003 UB313	2800	70	44
Плутон	2390	40	17
2005 FY9	1600	45	29
2003 EL61	1500	45	28
Седна	1500	500	12
Орк	1400	40	20
Кваоар	1250	45	8
Харон	1205	40	73
2002 ТС302	1200	55	35
Варуна	1100	45	17

*а. е. — астрономическая единица (расстояние от Солнца до Земли ~ 150 млн. км)
Для сравнения: диаметр Луны ~ 3 500 км.

Плутон, возможно, следовало бы считать просто большим астероидом

нако в 2005 году обсуждение статуса Плутона вспыхнуло с новой силой. Масла в огонь добавило открытие группой Майкла Брауна на Паломарской обсерватории в США очередного астероида в поясе Койпера. Этот объект, которому дали обозначение 2003 UB313, оказался не рядовым, а довольно крупным. Сейчас считается наиболее вероятным, что новый объект имеет поперечник в 2 800 км, тогда как Плутон — 2 390 км. Однако данные по новому астероиду еще предстоит уточнить более надежными способами. Например, дожидаться, когда он пройдет на фоне далекой звезды и заслонит ее свет. По времени между исчезновением и появлением звезды можно будет узнать диаметр астероида весьма точно. Правда, такие астрономические события случаются редко, и остается лишь ждать подходящего момента.

Первооткрыватели заявили, что если новый астероид превышает по размеру планету Плутон, то его тоже следует считать планетой. В то же время они сказали, что если бы Плутон был открыт не в 1930 году, а

сейчас, то вопрос о его классификации даже бы и не возник — его, безусловно, причислили бы к астероидам. Однако история есть история, и принадлежность Плутона к планетам стала уже не столько астрономическим, сколько общекультурным явлением, поэтому вопрос о переводе Плутона в астероиды встречает достаточно сильное сопротивление.

Новому крупному объекту надо было дать собственное имя, и вот тут-то у первооткрывателей возникло серьезное затруднение. Если это планета, то по правилам Международного астрономического союза (МАС) и в соответствии с традицией она должна получить имя божества из классической греко-римской мифологии, а если это астероид, то его следует назвать именем мифологического персонажа, связанного с подземным миром, управляемым Плутоном. Правда, группа Брауна нашла остроумный выход из этой ситуации, предложив назвать новый «астероид-гигант» Персефой — именем жены Плутона в греческой мифологии. Такое название соответствует всем

правилам. Но тут возникло препятствие чисто бюрократического характера: планетами заведует одна рабочая группа МАС, а астероидами — другая. Спор достиг такого накала, что был образован особый комитет из 19 астрономов разных стран, призванных решить вопрос о том, считать ли объект 2003 UB313 планетой.

Участники этого комитета уже несколько месяцев никак не могут прийти к единому мнению. В конце концов, отчаявшийся председатель, британский астроном Иван Уильямс (между прочим, утверждающий, что его имя — типично валлийское, характерное для уроженца Уэльса), нашел простой выход из тупиковой ситуации, заявив, что если согласованный вывод получить в ближайшее время не удастся, то он пойдет не научным путем, а проведет самое обычное голосование, и вопрос будет решен простым большинством голосов.

САМЫЙ ДАЛЕКИЙ ПЛАНЕТОИД

Новое представление о принадлежности Плутона не столько к планетам, сколько к астероидам еще не успело устояться, но уже нашло много приверженцев. Кажется, что найдена гармония в расположении планет, которой не мешает присутствие «лишней» девятой планеты. Однако открытия новых планетоидов продолжались и 15 марта 2004 года привели к очередному нарушению гармоничности среди планет. В этот день группа американских астрономов, возглавляемая Майклом Брауном, объявила, что при наблюдениях на высокогорной Паломарской обсерватории (Калифорния) в ноябре 2003 года ими был открыт самый дальний объект Солнечной системы. Он оказался расположенным в 90 раз дальше от Солнца, чем Земля, и в 3 раза дальше, чем «самая далекая» планета Плутон. И такое гигантское удаление оказалось лишь наиболее близкой к Солнцу частью его орбиты. Диаметр этого астероида поменьше, чем у Плутона, — около 1 500 км. Он получил название Седна по имени морской русалки, жительницы холодных и темных пучин северных морей в мифах эскимосов (инуитов). Такой персонаж выбран не случайно —



ведь этот планетоид «ныряет» в самую темную и холодную область Солнечной системы, удаляясь от Солнца в 928 раз дальше, чем Земля, и в 19 раз — чем Плутон. Так далеко не уходит ни один из известных астероидов. Седна сразу же заняла место «планеты-изгоя», ранее принадлежавшее Плутому. Ее сильно вытянутая орбита снова нарушила устоявшиеся представления о Солнечной системе.

Один оборот вокруг Солнца она совершает за чудовищный срок — 10 500 лет! Этот планетоид уже не причисляют к поясу Койпера, поскольку даже при наибольшем сближении Седна находится в 1,5 раза дальше от Солнца, чем внешняя граница этого пояса. Астероид стал своего рода «Плутоном XXI века» — объектом, роль которого непонятна. Он постоянно находится в полной темноте, и Солнце с его поверхности выглядит небольшой звездочкой. На нем царит вечный холод. При этом планетоид оказался окрашенным в довольно интенсивный красный цвет и уступает по «красноте» лишь Марсу. Неясно, одинока ли Седна или же на столь большом удалении есть и другие планетоиды — ведь возможности телескопов позволяют обнаружить объект с похожей орбитой только в течение

1% времени его оборота вокруг Солнца, когда он находится на наиболее близком участке своей траектории. Для Седны такой период длится около 100 лет, а затем она уходит в далекую область более чем на 10 000 лет, а там объект ее величины в современные телескопы разглядеть невозможно.

КОМЕТНЫЙ ЗАПОВЕДНИК

Влияние Солнца распространяется очень широко, до тех расстояний, где прекращается его гравитационное воздействие и начинается влияние других звезд и всей массы нашей Галактики. Достоверных сведений о том, насколько это далеко, пока нет, хотя гости из этих просторов время от времени посещают окрестности Солнца. Гости — долгопериодические кометы, движущиеся по сильно вытянутым орбитам. Каждая из таких комет подходит к Солнцу один раз в несколько сотен или даже тысяч лет. Например, самая яркая в XX веке комета Хейла — Боппа, которую хорошо было видно весь 1997 год, следующий раз пролетит возле Солнца лишь через 4 000 лет. Куда же на столь долгое время скрываются эти кометы, оставаясь тем не менее «привязанными» к

Солнцу? Первым на этот вопрос попытался ответить в 1932 году эстонский астроном Эрнст Эпик, который предположил, что Солнце окружено сферическим облаком комет, расположенным очень далеко за пределами планетной системы. В 1950 году голландский астроном Ян Оорт, проанализировав расположение орбит долгопериодических комет, вычислил, что расстояние до такой «кометной сферы» должно быть 50—100 тыс. а. е. (то есть в тысячи раз больше, чем от Солнца до пояса Койпера). Разглядеть крошечные ледяные ядра комет на таком расстоянии, конечно, нельзя. Поэтому гипотеза Эпика и Оорта пока не подтверждена экспериментально, но более 700 долгопериодических комет, которые наблюдались за последние века, свидетельствуют в ее пользу. Астрономы именуют эту гипотетическую сферу комет облаком Оорта, хотя изредка ее называют и более справедливо: облаком Эпика — Оорта. Предполагается, что в этом «облаке» находится несколько миллионов ядер комет, большинство из которых никогда не покидало пределов этой, как сейчас представляется, самой далекой, окраины Солнечной системы. ●

Один из двух космических «Путешественников» Voyager-1, запущенный с Земли в 1977 году, за 28 лет полета удалился от Солнца на 97 а. е. (14,5 млрд. км) и является сегодня самым удаленным искусственным объектом. Voyager-1 преодолел границу гелиосферы, то есть области, где солнечный ветер встречается с межзвездной средой, в 2005 году. Теперь путь аппарата, летящего со скоростью 17 км/с, лежит в зону ударной волны. Voyager-1 будет работоспособен вплоть до 2020 года. Однако весьма вероятно, что сведения с Voyager-1 перестанут поступать на Землю уже в конце 2006 года. Дело в том, что в NASA намечено сокращение на 30% бюджета в части исследований Земли и Солнечной системы