

ОБЪЕКТЫ ПОЯСА КОЙПЕРА

Пространство за пределами Нептуна населяют ледяные миры, самый известный из которых – Плутон. На сегодняшний день астрономам удалось изучить лишь малую часть этих небесных объектов.

Вплоть до 1992 года пояс Койпера существовал только в теоретических выкладках, поскольку известен был лишь один объект в этой области Солнечной системы – Плутон. Он находится в т. н. классическом поясе Койпера (область, начинающаяся от орбиты Нептуна и заканчивающаяся в 48 а. е. от Солнца). У Плутона резонансная орбита, которая испытывает влияние силы тяготения Нептуна, отчего продолжительность года на первом в 1,5 раза больше, чем на последнем.

Первый обнаруженный объект пояса Койпера (ОПК) был открыт Дэвидом Джуиттом (см. «Звезды космоса») и Джейн Лу из Массачусетского технологического института. Он носит название 1992 QB1.

КЮБИВАНО

Многие транснептуновые объекты (ТНО) назывались мифическими именами. Однако объект 1992 QB1 до сих пор не получил названия, хотя в честь него некоторые астрономы называют классические объекты пояса Койпера кьюбивано (QB1 произносится как «кью-би-ван»).

ДЖЕЙН ЛУ Одна из авторов открытия первого нового объекта в поясе Койпера.



ОПК Рисунок, изображающий объекты пояса Койпера вокруг Нептуна.





ЗВЕЗДЫ КОСМОСА

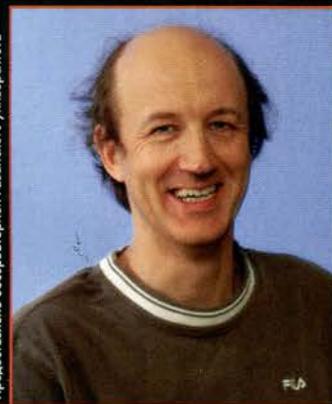
ДЭВИД ДЖУИТТ (РОД. В 1958 ГОДУ)

Окончив обучение в Лондонском университете, продолжил учебу для получения докторской степени в Калифорнийском технологическом институте, а в 1987 году перешел в знаменитый университет MIT. В том же году вместе с аспиранткой Джейн Лу занялся поиском объектов пояса Койпера. Вначале они использовали тот же подход, который позволил Клайду Томбо открыть Плутон в 1930 году – изучение фотографических пар, выполненных ночью с интервалами в несколько дней.

К счастью, внедрение цифровой фотографии и чувствительных ПЗС-датчиков значительно облегчило им задачу. Сегодня Джуйтта считают одним из самых авторитетных исследователей свойств объектов пояса Койпера и связанных с ними комет.

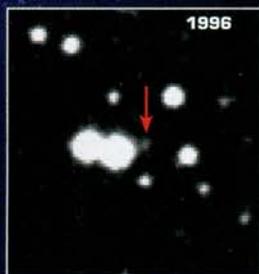
КОРОЛЬ ПОЯСА КОЙПЕРА

Вместе с Джейн Лу открыл первый ОПК в сентябре 1992 года.

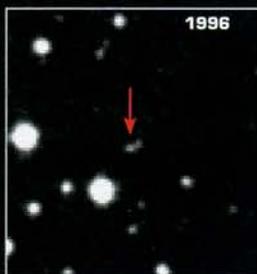


Предоставлено обсерваторией Говардского университета

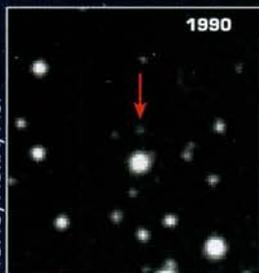
ВАРУНА Если будет доказана сферическая форма Варуны, ее отнесут к карликовым планетам.



1996



1996



1990



1955

NOAO/AURA/NSF

Большинство ОПК, обнаруженных в 1990-х годах, было примерно одного размера с первым объектом. Какое-то время казалось, что Плутон, похоже, некий уникум в своем роде – этакий гигант в поясе крошечных объектов. Подобное мнение начало меняться в 2000 году после открытия Варуны, объекта диаметром несколько сотен километров. Вскоре последовал Иксион, открытый в 2001 году, почти такого же размера.

Варуну доказательно считают еще одним кюбивано с почти круговой орбитой, лежащим на расстоянии примерно 43 а. е. от Солнца. Однако орбита Иксиона сходна с орбитой Плутона и варьирует от 30 до 49 а. е. Такие малые миры часто называют плутино.



НАШИ СВЕДЕНИЯ

СВЕДЕНИЯ ПО ОПК

Название	Перигелий, а. е.	Афелий, а. е.	Орбитальный период, годы	Период вращения, ч	Спутники, шт.
1992 QB1	40,0	46,6	289,2	Неизвестно	0
Варуна	40,0	45,3	283,2	3,17	0
Иксион	30,1	49,3	250,0	Неизвестно	0
Орк	30,5	48,3	247,5	13,19	1
Кварвар	41,9	45,3	289,0	Неизвестно	1
2003 EL61	35,2	51,5	285,4	3,92	2
Макемаке	38,5	53,1	309,9	Неизвестно	0
Плутон	29,7	49,3	248,1	153	5

ГЛОССАРИЙ

Альbedo – термин, применяемый для определения способности планеты или другого небесного объекта отражать солнечный свет.

Толины – органические вещества, которые считаются химическими предшественниками жизни. Сложные органические молекулы образуются в результате воздействия ультрафиолетового света на более простые органические молекулы.

Колебания в яркости Варуны дают основания предполагать, что она вращается на высокой скорости, совершая виток вокруг своей оси всего за 3,17 часа. А вот период вращения Иксиона, возможно, длится несколько дней.

СОСТАВ

Как и многие ТНО, Варуна и Иксион красного цвета, однако яркость их поверхности сильно различается. Первая чрезвычайно темная и отражает всего четыре процента света, падающего на нее, а второй отражает 15 % света.

Спектроскопический анализ света от Иксиона помог обнаружить некоторые материалы на его поверхности. К их числу относят углерод и сложные толины (см. «Глоссарий»), которые, вероятно, образовались в результате запущенных солнечной радиацией реакций между углеродными органическими молекулами.

Квавар, открытый в 2002 году, самый маленький из ныне известных объектов пояса Койпера, сфотографирован космическим телескопом «Хаббл» в виде диска. Полученное в результате пиксельное изображение помогло сделать примерную оценку диаметра объекта на уровне 1260 км. Квавар тоже кьюбивано с почти круговой

КВАВАР Рисунок кьюбивано, открытого в 2002 году, на котором недавно были обнаружены следы воды.



орбитой, наклоненной под углом 8° относительно эклиптики.

Независимые измерения его размера позволили астрономам рассчитать его коэффициент отражения, или альбедо (см. «Глоссарий»), который показал, что поверхность Квавара отражает примерно 9 % от всего света, падающего на нее.

В 2004 году на поверхности тела обнаружили водяной лед, а вслед за этим – признаки метанового и этанового льдов.

КАРЛИКОВЫЕ ПЛАНЕТЫ

Крупнейшие объекты в поясе Койпера велики настолько, что их собственная сила тяготения позволила им стянуться в сферическую форму, а потому их стали считать карликовыми планетами, как Плутон и Эрида (этот объект из рассеянного диска крупнее Плутона – см. 45-й выпуск). Однако трудности, связанные с измерением и определением формы таких маленьких и далеких объектов, не исключают того, что где-то существуют и другие тела, которым можно присвоить этот статус. А пока они ждут подтверждающих изображений от новых телескопов, которые позволят их классифицировать.

Открытый в 2005 году объект Макемаке – вторая карликовая планета в пределах классического пояса Койпера.

Размер объекта составляет примерно три четверти от параметров Плутона и, что довольно удивительно для крупней-



ВАЖНЫЕ ОТКРЫТИЯ

ИЗМЕРЕНИЕ РАЗМЕРОВ ОПК

Измерение размеров ОПК, находящихся на расстоянии в несколько миллиардов километров, – задача практически невыполнимая, однако эта информация чрезвычайно необходима для изучения их свойств. Например, видимая яркость далекого мира – это показатель как его размера, так и количества солнечного

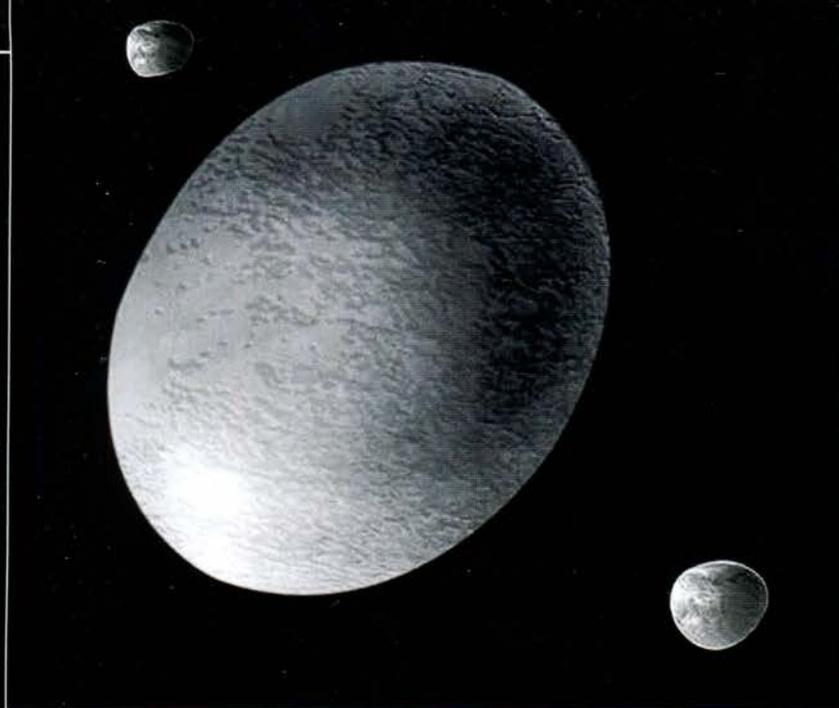
света, отражаемого от него до Земли, а без измерения диаметра практически невозможно рассчитать альбедо объекта.

Мощность и точность телескопа «Хаббл» помогли получить изображения нескольких новых ОПК, например Квавара, но чаще всего астрономы используют кратчайший путь, предполагающий измерение яркости объекта в инфракрасном излучении.

Отслеживая определенные длины волн, в которых солнечный свет не отражается, можно получить измерения, основываясь лишь на размере и температуре поверхности. Вычислив температуру ОПК на основе его удаленности от Солнца, ученые могут рассчитать и его габариты.

КВАВАР Наложение 16 изображений, полученных космическим телескопом «Хаббл».





ших ОПК, видимо, не имеет спутников (см. «Наши сведения»). Макемаке открыт Майклом Брауном и его командой из Калифорнийского технологического института. Орбита продолжительностью в 310 лет пронесит Макемаке на расстоянии от 38,5 до 53,1 а. е. от Солнца, однако период его вращения пока установить невозможно, поскольку объект не демонстрирует явных колебаний в яркости. Измерения объекта в инфракрасном излучении (см. «Важные открытия») позволили астрономам определить его альбедо на уровне 80 %. Это говорит о том, что поверхность тела покрыта отражающим льдом. Исследования спектров Макемаке показывают: большая часть его льда может представлять собой замороженный метан.

МАКЕМАКЕ На рисунке: ОПК, являющийся третьей по размеру из известных карликовых планет в Солнечной системе после Эриды и Плутона.

ХАУМЕА На рисунке: открытая в декабре 2004 года карликовая планета Хаумеа с двумя спутниками.

Ряд других ОПК, в конце концов, также могут получить статус карликовой планеты. Недавно (в 2008 году) перекалфицирована в карликовую планету Хаумеа. До этого объект называли ОПК 2003 EL61 (правда, ему дали прозвище «Санта», поскольку открыт он был после Рождества).

НЕОБЫЧНЫЙ ИНТЕРЬЕР

Хаумеа – быстро вращающийся объект, который совершает виток вокруг своей оси всего за 3,9 часа. Предположительно, его масса была достаточна для того, чтобы тело смогло стать сферическим по форме, однако такое быстрое вращение привело к образованию огромного выпячивания на экваторе примерно в 2000 км.

Состав поверхности планеты Хаумеа крайне необычен: на 70 % она состоит из водяного льда. Возможно, это указывает нам на бурное прошлое (см. «Наши сведения») этого, по-видимому, самого странного объекта в поясе Койпера.

В СЛЕДУЮЩЕМ ВЫПУСКЕ: ЧТО ЛЕЖИТ ЗА ПОЯСОМ КОЙПЕРА? ОТПРАВЛЯЙТЕСЬ С НАМИ В ПУТЕШЕСТВИЕ НА КРАЙ СОЛНЕЧНОЙ СИСТЕМЫ



НАШИ СВЕДЕНИЯ

СЕМЕЙСТВА В ПОЯСЕ КОЙПЕРА

Анализируя спектры и орбиты различных объектов пояса Койпера, ученые предполагают, что некоторые из них, как и астероиды, образуют отчетливые семейства, получившиеся в результате распада более крупного тела. Самые убедительные доказательства связывают семейство малых ОПК со странным, быстро вращающимся, объектом в этом поясе – Хаумеа. Как и родительский объект, члены семейства содержат достаточно много водяного льда.

По одной из теорий, быстрое вращение и происхождение «детей» Хаумеа объясняются столкновением с другим объектом, наподобие того, что некогда переформировало Меркурий. В результате этого была вырвана большая часть первоначальной мантии Хаумеа, из которой образовались спутники и связанные с ней семейства объектов, и осталось каменное ядро, покрытое тонким слоем льда. Наличие кристаллического водяного льда, теряющего свою структуру, становясь аморфным на протяжении миллионов лет, дает основание предполагать, что такое столкновение могло произойти в относительно недавнем прошлом.

СТОЛКНОВЕНИЕ ОПК Так художник представляет себе гигантский удар, который похож на тот, что, по одной из теорий, сформировал семейство спутников Хаумеа.



МИГРИРУЮЩИЕ ПЛАНЕТЫ

До недавних пор большинство астрономов сходилось на том, что орбиты планет являются фиксированными и не меняются с первых дней рождения Солнечной системы. Однако новые открытия показывают намного более сложную реальность.

Мысль о миграции планет на первый взгляд кажется абсурдной, ведь каждая из них движется по орбите, которая поддерживает идеальный баланс между внутренним притяжением от гравитации Солнца и естественной тенденцией планеты вылететь в космос по прямой линии.

ПРОИСХОЖДЕНИЕ ОБЛАКА ООРТА

Совсем недавно астрономы предложили новую модель движения планет. Загвоздка была в одном вопросе, который долго мучил астрономов, – облако Оорта, этот венец из триллионов комет, окружающий Солнечную систему, словно шумная ледяная кольцевая дорога.

Единственное объяснение данного феномена – это то, что кометы в облаке Оорта образовались намного ближе к Солнцу. В 39-м выпуске мы рассказывали, что в молодой Солнечной системе за пределами пояса астероидов доминировали замороженные льды. Но газовые планеты-гиганты вскоре выросли настолько, что их гравитация позволила «расчистить» кометы, которые возникли вокруг них. Именно эти малые тела, отлетевшие к внешнему краю Солнечной системы, образовали облако Оорта.

СМЕЩЕНИЕ К СОЛНЦУ

Однако каждое гравитационное воздействие, отбрасывающее крошечную планету к краю Солнечной системы,

крадет энергию у ответственной за это планеты-гиганта, что всякий раз заставляет планету незначительно приблизиться к Солнцу.

В системе, в которой доминирует одна тяжелая планета, этот процесс продолжался

Предоставлено SwRI

ГЛОССАРИЙ

Горячие юпитеры – экзопланеты (инозвездные планеты) с массой, равной или превышающей массу Юпитера, но лежащие на орбитах намного ближе к родительской звезде.

ГОРЯЧИЙ ЮПИТЕР

Иллюстрация экзопланеты размером с Юпитер, которая проходит мимо своей родительской планеты.



КАК ЭТО РАБОТАЕТ

«ПОРТЯЩИЕСЯ» ОРБИТЫ

Представьте себе одну планету-гиганта, которая вращается сквозь облако комет в нескольких сотнях миллионов километров от своей звезды. В результате каждой встречи с кометой планета теряет немного своего импульса (количества движения), передаваемого комете, из-за чего ее выбрасывает в сторону

облака Оорта. Постепенно планеты по спирали двигаются в сторону своего солнца, продолжая «портиться» после встреч с астероидами. Фаза горячего юпитера (см. «Глоссарий») заканчивается или столкновением со звездой, или стабилизацией орбиты благодаря плотному газу вокруг звезды.



1 ОБРАЗОВАНИЕ

Газовая планета-гигант образуется примерно на расстоянии 5 а. е. от звезды.

2 ВСТРЕЧИ

Близкие встречи отбрасывают кометы во внешнем направлении и истощают показатели импульса планеты.



бы до тех пор, пока она не сместилась бы максимально близко к своей звезде, а возможно, и столкнулась бы с ней (см. «Как это работает»). Этим может объясняться число горячих планет-гигантов, вращающихся вблизи родительской планеты, обнаруженных вокруг других солнц.

Но в Солнечной системе ситуация намного сложнее. Во-первых, соперничают друг с другом четыре планеты-гиганта, и все они сохранили некое расстояние от Солнца. В 2005 году команда ученых под руководством Гарольда Левисона (см. «Звезды космоса») произвела точное моделирование процесса миграции планет в пределах нашей Солнечной системы и обнаружила нечто неожиданное.

ВЛИЯНИЕ И ПРИВЛЕЧЕНИЕ

Сами газовые гиганты, похоже, образовались чуть больше пары миллионов лет назад вблизи той области, где сегодня вращается Юпитер. Прокладывая себе путь через скопление мелких ледяных объектов, они влияли друг на друга своим взаимным гравитационным притяжением. В конечном итоге такое разбрасывание заставило Юпитер чуть-чуть сдвинуться внутрь, а остальные планеты начали по спирали двигаться во внешнем направлении с гораздо большей скоростью.

Примерно через 700 млн лет Сатурн достиг резонансного расстояния, на котором он вращается по своей орбите

со скоростью, равной половине скорости Юпитера, усиливая тем самым гравитационный эффект на Уран и Нептун. На недолгое время внешние ледяные гиганты были отброшены на хаотичные, быстро меняющиеся орбиты, намного более эллиптические по форме, чем сегодня.

Именно в этот турбулентный период жизни Солнечной системы, который закончился, когда внешняя спираль Сатурна провела его мимо резонансной дистанции, образовался рассеянный диск (см. 40-й выпуск, «Путеводитель по Солнечной системе»), а Уран наклонился относительно эклиптики (см. 31-й выпуск, «Путеводитель по Солнечной системе»).

МОЛОДОЙ ГИГАНТ

Моделирование газового гиганта в звездной системе



ЗВЕЗДЫ КОСМОСА

ГАРОЛЬД ЛЕВИСОН (РОД. В 1959 ГОДУ)



Планетолог Гарольд Левисон родился и вырос в штате Пенсильвания. Там он получил степень по физике. После работы в НАСА и Военно-морской обсерватории

работал в научно-исследовательском институте штата Колорадо.

Специализируясь по планетарной динамике, он был соавтором

компьютерной программы, которая позволила создавать одни из самых подробных на сегодня имитационных моделей молодой Солнечной системы. Был убежденным сторонником лишения Плутона его статуса планеты в ходе жарких дебатов, которые развернулись после открытия Эриды (см. 45-й выпуск, «Космическая наука»).

ДИНАМИЧНЫЙ УЧЕНЫЙ Гарольд Левисон наиболее известен своими работами в области планетарной динамики и эволюции молодой Солнечной системы.



планета движется по спирали внутрь

3 СПИРАЛЬНЫЙ СДВИГ Газовый гигант смещается по спирали внутрь.



газ испаряется из горячего юпитера

4 ГОРЯЧИЙ ЮПИТЕР И после этого планета превращается в горячий юпитер.



планета разрушается в атмосфере звезды

5 СТОЛКНОВЕНИЕ Планета сталкивается со звездой.



плотный газ вблизи звезды

6 АЛЬТЕРНАТИВА Как вариант, движение внутрь по спирали замедляется плотным газом вблизи звезды.