



**ЦЕРЕРА** На рисунке: карликовая планета Церера, окруженная многочисленными объектами из пояса астероидов между Марсом и Юпитером.

# ЦЕРЕРА И ВЕСТА

Между орбитами Марса и Юпитера лежит кольцо из бесчисленного количества маленьких каменных мирков – астероидов. Крупнейшими из них считают карликовую планету Церера и ярчайший астероид Веста.

Церера и Веста настолько уникальны, что о них стоит поговорить подробнее. Более того, каждый из этих объектов в обозримом будущем посетит астероидный зонд НАСА Dawn. Экспедиции откроют много нового об этих скальных небесных телах, которые в сумме составляют 45 % от всей массы тел пояса астероидов.

## ЦЕРЕРА

Цереру открыли в 1801 году. Однако учитывая ее малый размер и достаточную удаленность от Земли, только в прошлом десятилетии благодаря сверхмощным телескопам удалось рассмотреть Цереру – целый мир с загадочным рельефом.

У Цереры много черт, сходных с т. н. астероидами класса С – объектами, спектры которых (см. «Глоссарий») позволяют установить, что их поверхность покрыта богатыми углеродом минералами. Считают, что эти небесные тела – своего рода

ПАСПОРТ КАРЛИКОВОЙ ПЛАНЕТЫ		ЦЕРЕРА	
СРЕДНЕЕ РАССТОЯНИЕ ОТ СОЛНЦА	414,7 млн км [23 световых минуты]	ГРАВИТАЦИЯ ПО СРАВНЕНИЮ С ЗЕМЛЕЙ	0,028 g
ДИАМЕТР ПО ЭКВАТОРУ	975 км	СПУТНИКИ	Отсутствуют
МАССА	9,44 x 10 <sup>20</sup> кг	ВРЕМЯ ОДНОГО ОБОРОТА	9 часов 4 минуты
МАССА ПО СРАВНЕНИЮ С ЗЕМЛЕЙ	0,00016 массы Земли	ПРОДОЛЖИТЕЛЬНОСТЬ ГОДА	4,599 земных лет
ПЛОЩАДЬ ПОВЕРХНОСТИ	0,0058 площади Земли	СРЕДНЯЯ ТЕМПЕРАТУРА НА ПОВЕРХНОСТИ	-106 °C
ОБЪЕМ ПО СРАВНЕНИЮ С ЗЕМЛЕЙ	0,000446 объема Земли	НАКЛОН ОСИ	3°
УСКОРЕНИЕ СВОБОДНОГО ПАДЕНИЯ НА ЭКВАТОРЕ	0,27 м/с <sup>2</sup>	СРЕДНЯЯ ОРБИТАЛЬНАЯ СКОРОСТЬ	17,8 км/с

остатки процесса сотворения Солнечной системы, т. е. сгустки первородного материала, из которого образовались планеты и который остался практически неизменным в течение 4,5 млрд лет.

Однако спектр Цереры обнаруживает и отличия. Ее кора содержит большое количество гидратированных (водосодержащих) минералов. Это дает основание считать, что часть воды, возможно, хранится в ней и сегодня в форме льда.

## НА ПОВЕРХНОСТИ

Мощные «глаза» космического телескопа «Хаббл» и других гигантских обсерваторий смогли показать нам некоторые черты рельефа поверхности Цереры, наиболее интересными из которых представляются темные пятна с ярким центром (вероятно, кратеры). Одна заметная яркая точка на поверхности – это, по-видимому, крупный участок светоотражающего льда.

Интригует тот факт, что фото, выполненные в разное время, показывают изменения светлых и темных пятен. Также имеются данные, свидетельствующие о том, что у Цереры может существовать тонкая атмосфера из водяного пара. Учитывая удаленность от Солнца, Церера оказалась на удивление теплой – температура на ее поверхности достигает временами  $-35^{\circ}\text{C}$ .

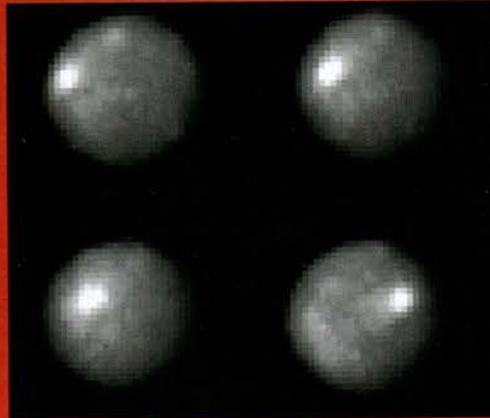


### НАШИ СВЕДЕНИЯ

## ПЛАНЕТА ИЛИ АСТЕРОИД?

После открытия Цереры астрономы приняли планету за останки предсказываемой ранее «пятой планеты». Но даже когда были открыты другие яркие астероиды, такие как Паллада, Юнона и Веста, их вначале также считали планетами. И только когда между Марсом и Юпитером обнаружилось множество небесных тел, Уильям Гершель (открыватель планеты Уран) предложил считать их объектами нового класса – астероидами, что по-гречески означает «звездopodobный».

Однако более позднее открытие Эриды, ледяного небесного тела крупнее Плутона, заставило астрономов переосмыслить определения, в результате чего появился новый класс объектов – карликовая планета. Такие объекты достаточно крупные, чтобы обрести форму сферы, но с другой стороны, слишком малы, чтобы избавиться от остальных объектов на своей орбите. Плутон, Эрида и Церера сегодня классифицируются как карликовые планеты. Не исключено, что и Веста будет переименована в карликовую планету, если астрономы решат, что только огромный кратер на ее южном полюсе мешает ей иметь собственно сферическую форму.

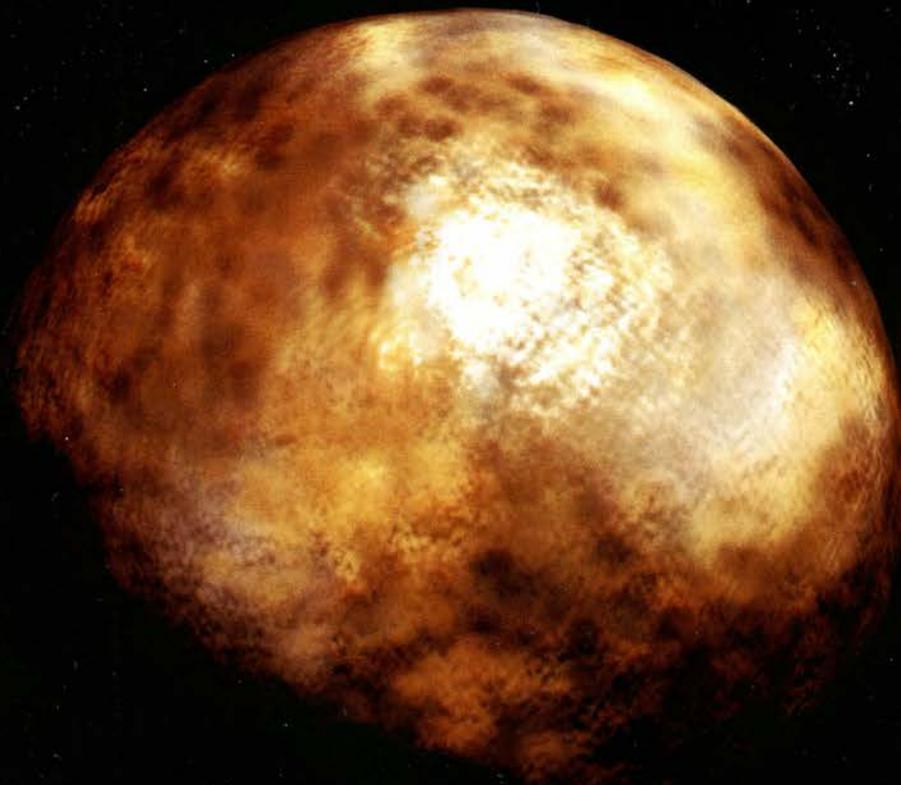


### ЦЕРЕРА ВРАЩАЕТСЯ

Снимки Цереры с «Хаббла», полученные в течение 2 часов 20 минут, показывают вращение объекта на четверть оборота.

### ДЕТАЛЬ ПОВЕРХНОСТИ

На этом рисунке показан поверхностный лед на Церере, который блестит ярким пятном в области экватора.

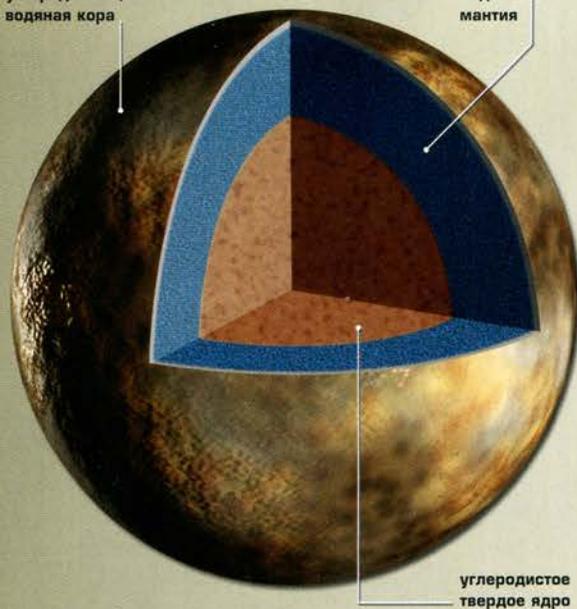




## НАШИ СВЕДЕНИЯ ВНУТРИ ЦЕРЕРЫ

углеродистая /  
водяная кора

ледяная  
мантия



углеродистое  
твердое ядро

Согласно одной из недавно сформулированных моделей эволюции Цереры, этот крупнейший астероид, вероятно, имеет внутреннюю структуру, состоящую из отдельных слоев с большими запасами замороженной воды. Если выяснится, что эта модель корректна, то внешняя кора Цереры окажется всего лишь тонким слоем пыли поверх «мантии» глубиной 100 км из водяного льда. Сама же мантия окружает твердое ядро, а на ранних этапах жизни Цереры она, вероятно, была достаточно теплой, дабы провоцировать разрывы льда на поверхности. Параллели со спутниками в более отдаленных регионах Солнечной системы наталкивают на мысль, что аммиак в комбинации со льдом может помогать поддерживать мантию в жидком состоянии. Некоторые ученые даже полагают, что под корой Цереры прячется вода.

Если эта теория окажется правильной, то меняющаяся интенсивность свечения планеты может быть вызвана процессами таяния и испарения льда. Уникальные характеристики Цереры подтверждают ее сходство с планетой, а не астероидом. Вот почему она относится, по новому утвержденному определению, к карликовым планетам (см. «Наши сведения»).

Церера, без сомнения, является крупнейшим из оставшихся планетезималей (см. «Глоссарий»). С другой стороны, она смогла сохраниться практически в нетронутом состоянии благодаря расположению на круговой орбите, изящно балансирующей на хрупкой грани между внутренними и внешними планетами.

### ВЕСТА

Второй по размеру объект в поясе астероидов – Веста – значительно отличается от Цереры. Это астероид класса V с необычной поверхностью, преимущественно покрытой базальтовыми породами, похожими на те, что извергаются из вулканов на Земле. Такие породы намного ярче, с более высоким светоотражением, чем углеродистые минералы, покрывающие Цереру. Поэтому Веста ярче не только Цереры, но и всех остальных астероидов.

Несмотря на свой диаметр (примерно 560 км), Веста не идеальной сферической

формы, при этом меньшие по размеру спутники внешних планет обладают достаточной силой гравитации, чтобы «стянуть» себя самостоятельно в форме шара. Когда «Хаббл» обратил свое внимание в сторону Весты в 1996 году, тут же обнаружилась причина, по которой Веста имеет овальную форму. Южный полюс астероида изуродован громадным ударным кратером. Он простирается на ширину 460 км, его



### ГЛОССАРИЙ

**Спектр** – радугобразная полоса различных волн света, которая формируется при отражении света от предмета и помогает установить его состав.

**Планетезималь** – небольшое небесное тело, сформировавшееся на заре возникновения Солнечной системы, послужившее одним из «кирпичиков» образования более крупных планет.

### ВЕСТА В ОБЪЕКТИВЕ

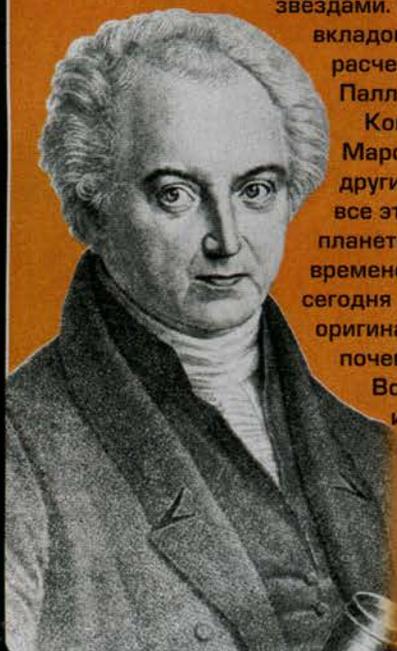
На рисунке изображена Веста с ее огромным кратером на Южном полюсе.



ЗВЕЗДЫ КОСМОСА

ГЕНРИХ ОЛЬБЕРС (1758–1840)

Немецкий астроном Генрих Ольберс родился вблизи Бремена, большую часть жизни проработал в городе врачом, посвящая свободное время своему страстному увлечению – наблюдению за звездами. Он сделал несколько важных вкладов в астрономию: разработал метод расчета орбит комет и открыл астероиды Паллада (1802) и Веста (1807).



Когда стало понятно, что в поясе между Марсом и Юпитером существуют и другие астероиды, он предположил, что все эти тела были фрагментами крупной планеты. Эта идея не выдержала испытания временем. Ученый более известен сегодня как автор «парадокса Ольберса» – оригинальной гипотезы, обосновывающей, почему ночное небо доказывает, что Вселенная не может быть бесконечной и в то же время неизменяющейся [стационарной].

**ГЕНРИХ ОЛЬБЕРС**

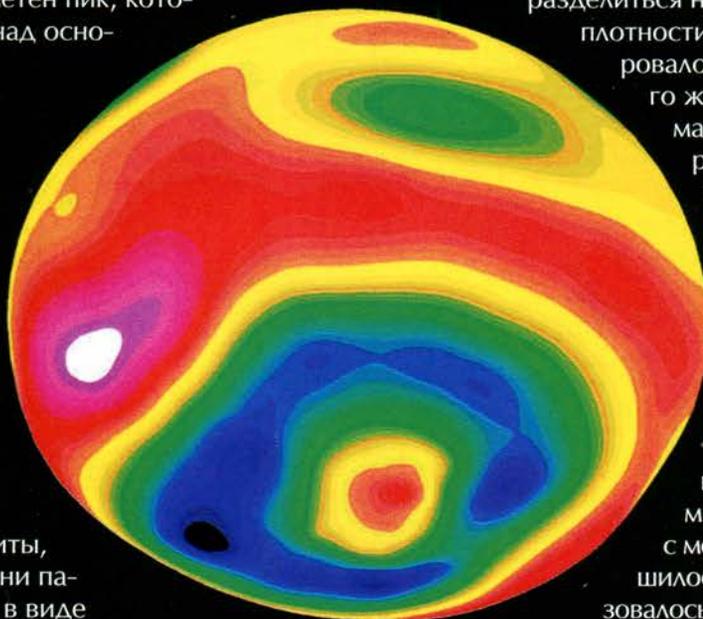
Немецкий астроном, в честь которого назван темный светоотражающий участок на Весте диаметром 200 км.

глубина 13 км. В центре заметен пик, который возвышается на 18 км над основанием кратера.

**СЕМЕЙСТВО АСТЕРОИДОВ**

После удара в космическое пространство были выброшены обломки. С тех пор они постепенно распределились вдоль орбиты Весты, сформировав семейство астероидов, которое иногда именуют «семейство Весты». Редкие столкновения также выбросили с Весты более мелкие кусочки материалов на орбиты, близкие к Земле. Изредка они падают на поверхность Земли в виде метеоритов, что позволяет изучить химический состав пород Весты.

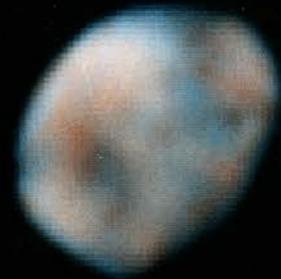
Самая необычная черта Весты – ее вулканическая поверхность в сочетании с очень плотной внутренней структурой, похожей на Марс. Это дает основание полагать, что Веста является единственным сохранившимся членом семейства сходных планетезималей, которые сфор-



**ВЫСОТА ВЕСТЫ**

На этой цветной контурной карте, составленной по данным с «Хаббла», показан ударный бассейн диаметром 285 км и «яблочко» его центрального пика.

**ВЕСТА** Фото широкоугольной планетарной камеры-2 «Хаббла», 2007 год.



мировались в раннем периоде истории Солнечной системы.

Такие «пламенеющие» астероиды образовались в регионах первородной солнечной туманности, богатой радиоактивными веществами. Тепло от этих элементов заставило Весту и ее «сестричек» полностью расплавиться всего через пару миллиардов лет после их образования.

**РАСПЛАВЛЕННЫЕ ЯДРА**

Расплавление позволило внутренней структуре «вестоподобных» астероидов разделиться на отдельные слои различной плотности, в результате чего сформировалось ядро из расплавленного железа и никеля под кипящей мантией из оливина. По мере остывания астероидов их слои коры начали твердеть, и мантия под ними также стала остывать. Однако в мантии и сегодня сохраняется достаточное количество тепла, которое может спровоцировать вулканическую активность.

На протяжении всей истории Солнечной системы большинство астероидов с металлическим ядром разрушилось. В результате этого образовалось бесчисленное количество более мелких астероидов и метеоритов, сохранивших в своем составе характерные элементы «своих родителей». И только Веста осталась почти первозданной, поскольку ей единственной удалось избежать судьбы целиком разрушенных небесных тел.

**АНОНС:** КЛАССИФИКАЦИЯ АСТЕРОИДОВ И БРАЗОВАНИЕ ПОЯСА АСТЕРОИДОВ.

# DAWN

Задача миссии Dawn – совершить путешествие во времени к истокам Солнечной системы, чтобы раскрыть тайну формирования планет.



## СТАТИСТИКА МИССИИ

**ЗАПУСК:** 27.09.2007

**ГЛАВНЫЕ ДОСТИЖЕНИЯ:** Первый космический аппарат, который облетает сразу два небесных тела; первый аппарат, который выйдет на орбиту Весты и Цереры.

**МАССА:** 1250 кг

## ЗАЖИГАНИЕ

Главный двигатель и девять ускорителей разжигаются, готовясь запустить ракету «Дельта», которая несет на себе аппарат Dawn. Мыс Канаверал, 27 сентября 2007 года.

Запущенная 27 сентября 2007 года автоматическая межпланетная станция Dawn направляется к двум очень разным телам – Церере и Весте. Оба расположены в поясе астероидов – крупном участке космоса между орбитами Марса и Юпитера. Оба тела появились в очень раннем периоде возникновения нашей Солнечной системы, поэтому они хранят следы событий и процессов, происходивших с момента образования скальных планет – около 4,5 млрд лет назад.

Веста, по-видимому, – безводное дифференцированное тело (см. 10-й номер, стр. 22–23) с различным рельефом поверхности, от базальтовой лавы до глубоких кратеров на Южном полюсе.

Веста напоминает по физическим характеристикам внутренние планеты, а Церера – это аналог ледяных спутников внешних планет.

## ГРАВИТАЦИЯ В ПОМОЩЬ

Миссия НАСА Dawn – первый пример, когда космический аппарат должен выйти на



## ТЕХНОЛОГИИ

### ИОННЫЙ ДВИГАТЕЛЬ

Стандартный космический аппарат сжигает около 300 кг топлива примерно за 20 минут, чтобы развить скорость около 1000 м/с. А вот ионный двигатель аппарата Dawn достигает максимальной скорости 10 м/с, сжигая 0,25 кг ксенона (его топливо) в день. Скорость в 1000 м/с хоть и недостижима в этом случае, потребовала бы всего 25 кг топлива. Конечно, чтобы преодолеть дистанцию, на которую стандартная станция потратила бы 20 минут, у Dawn уйдет 100 дней. С другой стороны, общая экономия с точки зрения технологий, размера и объема ракетного топлива выходит очень существенной.



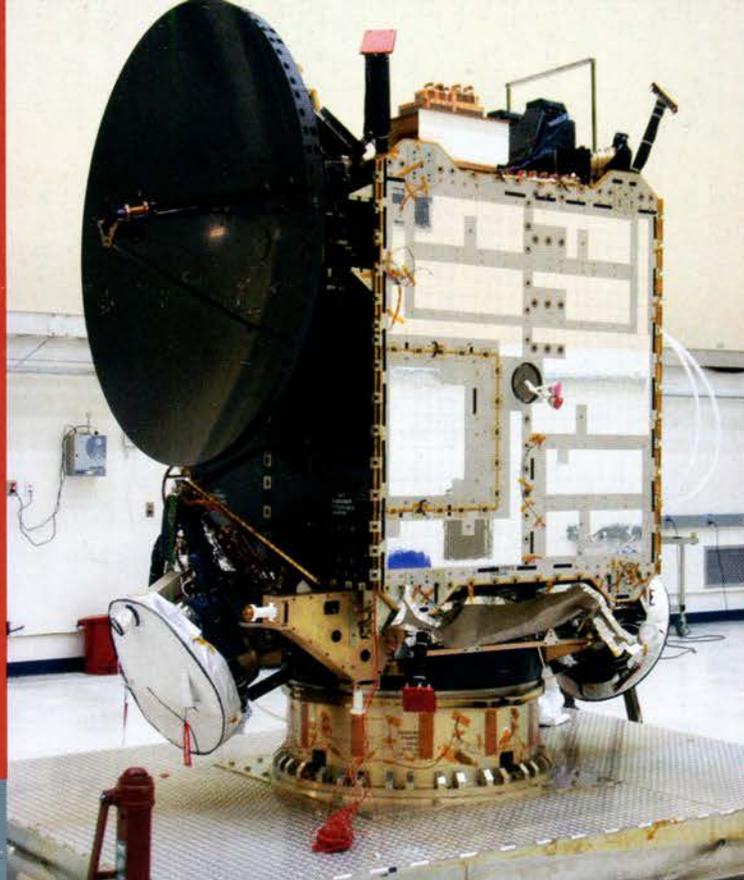
**ИОННЫЙ ДВИГАТЕЛЬ**  
Ядро двигателя Dawn.

**ИССЛЕДОВАТЕЛЬ**

На рисунке показана станция Dawn между Вестой (слева) и Церерой (справа) на фоне туманности Кокон.

**СБОРКА**

Космическая станция в чистой комнате в Космическом центре им. Кеннеди во Флориде.



## « DAWN ОТПРАВИТСЯ В ПУТЕШЕСТВИЕ ВО ВРЕМЕНИ, ПОГРУЗИВШИСЬ В ГЛУБИНУ ПОЯСА АСТЕРОИДОВ».

Кристофер Расселл, Калифорнийский университет, Лос-Анджелес

На станции установлено научное оборудование, состоящее из двух камер и спектрометра видимого и инфракрасного диапазонов для обнаружения поверхностных материалов. На борту также функционирует детектор нейтронов и гамма-квантов для изучения элементов, из которых состоят внешние части астероидов. Кроме того, станция снабжена прибором для измерения гравитационных полей.

Стремясь разработать эффективную и рациональную по продолжительности экспедиционную программу, в НАСА приняли решение использовать на станции Dawn ионный двигатель вместо традиционной химической топливной системы. Но он обеспечивает лишь малую часть тяги стандартного космического аппарата, поэтому такой станции придется намного дольше добираться до пункта назначения.

**НАШИ СВЕДЕНИЯ****МИКРОЧИП DAWN**

Как часть просветительской программы на борту Dawn установлен микрочип с именами более 360 000 любителей космоса. Планетарное сообщество разработало веб-сайт, на который в сотрудничестве с НАСА приглашали всех энтузиастов, пожелавших запечатлеть свои имена. В результате на микрочип нанесли имена всех желающих, научной команды этой экспедиции и фамилии солдат, увековеченных на Мемориале ветеранов Вьетнама в Вашингтоне. Чип размером с монету вмонтирован поверх передних двигателей космической станции.

орбиту, а не просто пролететь мимо отдельных объектов.

Пройдя Марс, в гравитационном поле которого в феврале 2009 года станция совершила маневр с набором скорости, она продолжила вращение и в августе 2011 года приблизилась к Весте.

Станция вышла на орбиту спутника Весты и через год исследовательской работы в августе 2012 года вышла по спирали из гравитационного поля Весты в направлении Цереры. По плану прибытие на Цереру ожидается в феврале 2015 года, после чего станция должна будет выйти на ее орбиту.

**ГЛОССАРИЙ**

**Гравитационный маневр** – использование энергии гравитационного поля для изменения скорости движения или конфигурации орбиты космического корабля.

**ЦЕРЕРА**

На рисунке изображена станция Dawn во время ее ожидаемого полета над карликовой планетой Церерой.

