



## УЗНАТЬ АСТЕРОИД В ЛИЦО

Пояс астероидов по космическим меркам где-то совсем недалеко. Церера, Паллада, Веста – эти небесные тела открыты 200 лет назад и, казалось бы, должны быть хорошо изучены. Но... мы знаем, как выглядят поверхности Марса и Венеры, мы видели прекрасные фото газовых планет, а вот Цереру знали только как мутное пятнышко с фотографии телескопа Hubble.

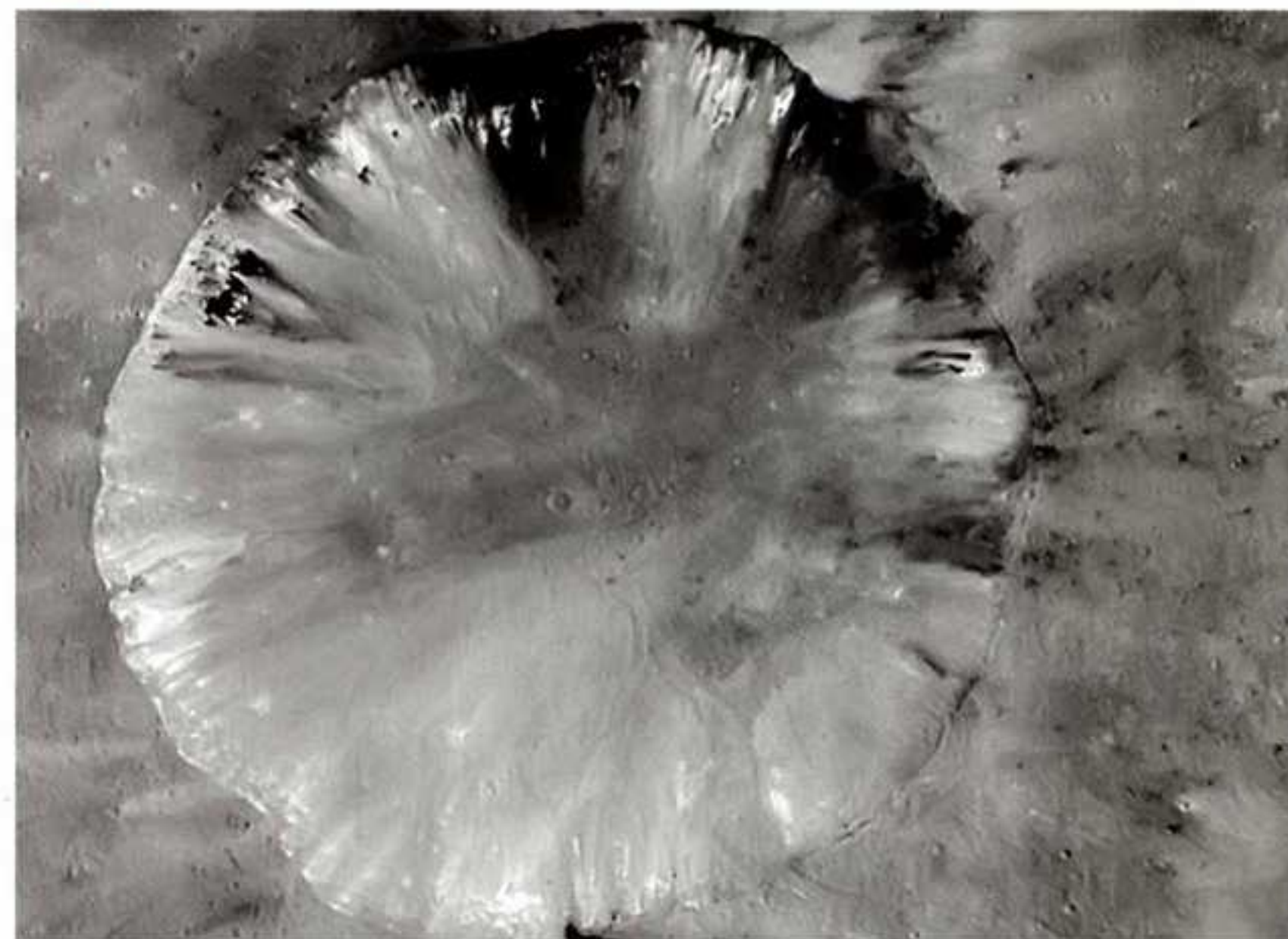
Текст: Олег Макаров

В последнее время человечество стало явно наверстывать упущенное, и интерес к исследованию «малых сих» Солнечной системы переживает бурный всплеск. Еще свежи воспоминания о не совсем удачной посадке зонда Philae на комету Чурюмова–Герасименко. Позже в этом году автоматическая межпланетная станция NASA New Horizons, наконец, покажет землянам, как выглядит разжалованный в карликовые планеты Плутон, а затем уйдет дальше, к объектам пояса Койпера. Но сейчас все внимание приковано к другому проекту NASA – к AMC Dawn («Рассвет»), которая этой весной выходит на орбиту Цереры (она теперь, как и Плутон, тоже называется карликовой планетой, хотя и по-прежнему числится в астероидах).

### «Рассвет» не наступал...

Миссия Dawn, отправленная в космос ради изучения двух очень крупных, но совершенно разнотипных астероидов – Весты и Цереры, долгое время находилась под большим вопросом. Казалось, что какая-то сила не хочет допускать человечество к тайнам малых планет. В 2003 году проект был закрыт, вновь открыт на следующий год, но с непо-

### ЛУННЫЙ МИР



Астероид Веста стал первой целью миссии Dawn. Из-за относительно малой массы это небесное тело так и не приобрело вид правильного (точнее, слегка приплюснутого) шара. Астероид имеет каменистую поверхность, испещренную кратерами (как на Луне), и воды здесь нет.



нятными перспективами, потом в 2006-м опять закрыт. Но в 2007 году запуск АМС все же был назначен на 20 июня. Неудивительно, что никуда в тот день ничего не полетело, а по множеству разных причин запуск не раз откладывался и состоялся лишь 26 сентября 2007 года. Но и тогда все висело на волоске. Сначала в запретную зону, куда падают отработанные ракетные ускорители, случайно зашел корабль. Корабль выгнали, но пришлось отложить запуск еще на несколько минут, чтобы избежать столкновения с МКС. Лишь за 15 минут до истечения получасового «окна», в котором был возможен запуск, ракета Delta 7925-Н унесла АМС Dawn в космическое пространство. В 2009 году станция совершила маневр в гравитационном поле Марса, а в сентябре 2011-го вышла на орбиту астероида Веста. Посвятив год Весте, которая представляет собой нечто вроде Марса или Луны в миниатюре – голая каменная поверхность, изъеденная кратерами, – аппарат ушел к Церере, которая... ну совсем другое дело!

### Гостя из прошлого

Церера не зря получила новый статус – уникальное положение в поясе астероидов действительно того заслуживало. Ее поперечник (950 км) приблизительно равен расстоянию между Москвой и Ростовом-на-Дону по прямой и почти в два раза больше, чем у второго по величине астероида – Паллады (532 км). На поверхности Цереры (3 млн км<sup>2</sup>) можно было бы разместить такую немаленькую страну, как Аргентина. И наконец, масса Цереры составляет треть от общей массы астероидов. Благодаря своему размеру, а следовательно, более сильной гравитации Церера, подобно планетам, сформировалась в почти идеальное сферическое тело, в отличие от более легких астероидов, имеющих неправильную форму. Вот как, на-

пример, напоминающий картофелину астероид Лютеция, который европейский зонд «Розетта» облетел в 2010 году.

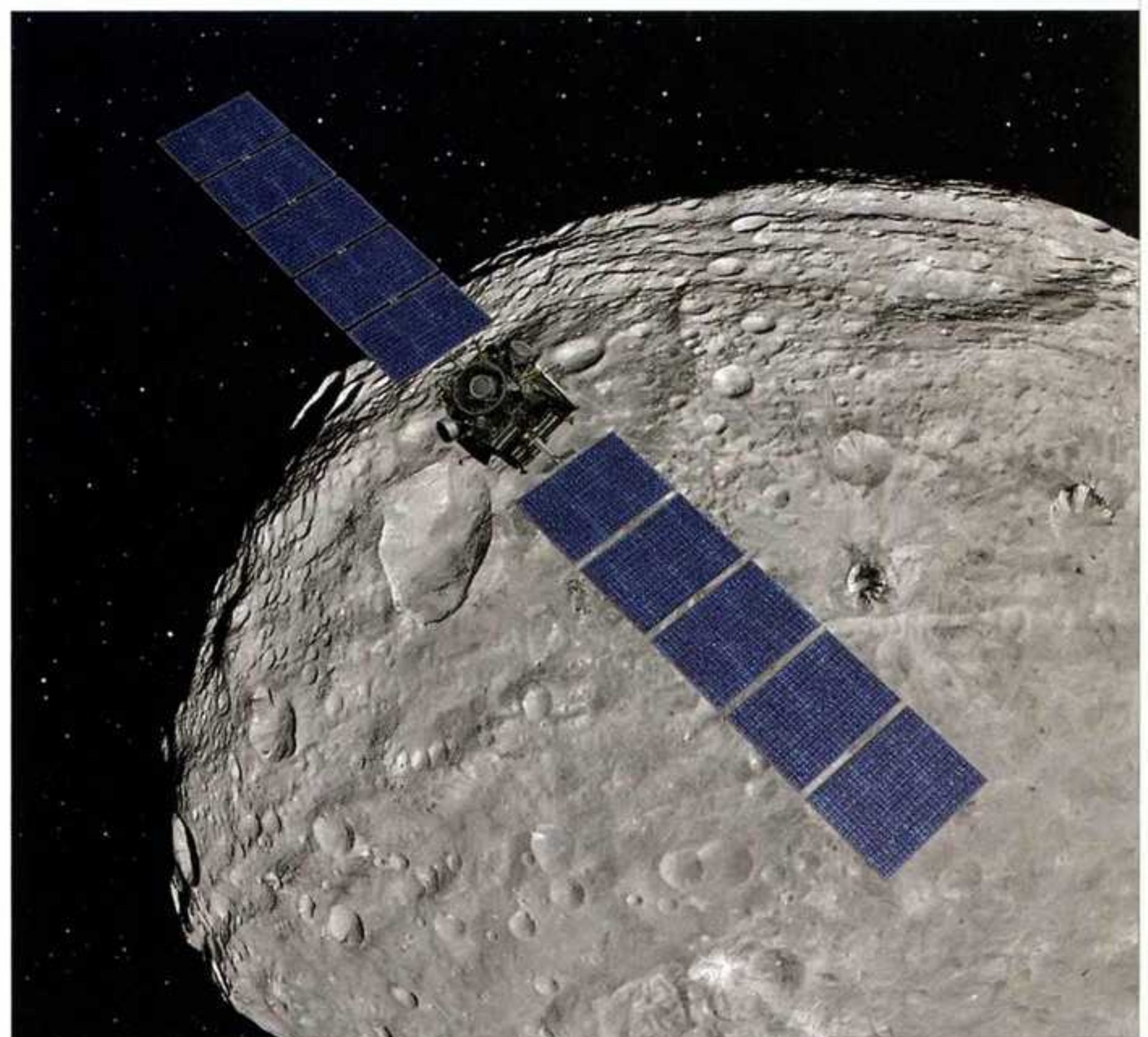
Но главное, что влечет ученых к Церере, – это желание заглянуть как можно дальше в прошлое Солнечной системы. Если с момента формирования большие планеты земного типа претерпели множество трансформаций в результате геологических процессов, то астероиды сохранились в относительно нетронутым виде. Изучив крупнейшие из них, можно составить представление о том, какую роль масса небесного тела и наличие на нем воды могли сыграть в формировании его облика. Как удалось выяснить с помощью АМС Dawn, на Весте, которая по массе в 3,5 раза уступает Церере, воды нет, хотя в большом количестве наличествуют минералы, содержащие водород. Церера, очевидно, напротив, обладает криомантией. Предполагается, что под каменной корой на Церере может находиться слой льда, причем слой, по нынешним оценкам, имеет толщину 100 км, то есть на лед может приходиться около 50% общего объема карликовой планеты. Таким образом, Веста и Церера демонстрируют два разных пути формирования небесных тел, и более глубокое понимание этих путей должно приблизить науку к ответам на ряд вопросов о формировании Земли и других теллурических планет. 27 января, когда этот номер «ПМ» уже готовился к печати, Dawn передала на Землю первое относительно качественное изображение Цереры. Это еще не детальная картинка поверхности, но уже и не мутное пятнышко, как на фото с телескопа Hubble.

### Сила дуновения

Миссию Dawn нельзя рассматривать в отрыве от конструкции самой станции, так как зонд воспринимается специалистами NASA не только как инструмент исследования

### БОЛЬШОЕ ПУТЕШЕСТВИЕ НА ЭЛЕКТРОМОТОРЕ

АМС Dawn начала свою миссию в сентябре 2007 года, а завершит ее летом-осенью 2015-го. Ионный двигатель не мог обеспечить аппарату ускорение ракет на химическом топливе, но мало-помалу довез куда надо. Однако удалось значительно сэкономить на общем весе конструкции, ведь не пришлось тащить с собой в космос большие запасы горючего.





небесных тел, но и как испытательная платформа для отработки технологий межпланетных полетов. Главная силовая установка, с помощью которой Dawn путешествует по Солнечной системе, – это ионный двигатель. Ионный двигатель – частный случай электрического ракетного двигателя (ЭРД), основной принцип работы которого заключается в превращении электрической энергии в направленную кинетическую энергию частиц. В самом ЭРД нет ничего принципиально новаторского – двигатели такого типа не раз применялись на орбитальных аппаратах, причем СССР в этой сфере шел впереди США. Однако использование ЭРД для перемещений в межпланетном пространстве – тема далеко не изученная. Предыдущий опыт применения ионного двигателя был у американцев в конце 1990-х годов на аппарате Deep Space 1, который, хоть и сблизился с астероидом и кометой, был в основном испытательной платформой.

Ионный двигатель AMC Dawn построен по той же технологии NSTAR, что и силовая установка Deep Space 1. Суть его работы заключается в том, что атомы ксенона (инертный газ применяется в основном для того, чтобы избежать коррозии) бомбардируются электронами. Возникающий таким образом ионизированный газ попадает в электрическое поле и выбрасывается из сопла. За счет высокого отношения заряда к массе ионов истекающие частицы развивают огромную скорость – до 145 000 км/ч. Правда, возникающая при этом реактивная тяга смехотворна – всего 90 миллиньютонов. Это можно сравнить с давлением, которое оказывает на ладонь лежащий на ней лист писчей бумаги. Однако в безвоздушном пространстве ионный двигатель толкает станцию вперед и очень медленно ее разгоняет. Медленно, но верно. Максимальная скорость, которой достигает аппарат, составляет 38 000 км/ч. Преимущества ионного двигателя? Ничтожный расход рабочего тела. На всю миссию зонду выделено всего 425 кг ксенона. Если бы полет совершался на обычной химической силовой уста-

новке, в путь пришлось бы брать огромные запасы топлива, потребовалась бы более мощная ракета-носитель, и это была бы совсем другая, куда более затратная история. Которая, возможно, так и осталась бы в планах.

Впрочем, у ионного двигателя, работающего с электрическим полем, есть и уязвимое место. 11 сентября прошлого года в центре управления полетом узнали неприятную новость: ионный двигатель выключился. Вместе с ним вышла из строя главная антенна, через которую осуществлялась связь с Землей. Причиной было признано действие космической радиации, возможно, в результате вспышки на Солнце. Воздействовала ли радиация напрямую на работу двигателя или просто вызвала сбой в ПО, до конца непонятно, однако уже 15 сентября работу двигателя и остальной аппаратуры удалось возобновить.

### Черные крылья

Ионный двигатель – это основное, но не единственное устройство, приводящее зонд в движение. AMC располагает также маневровыми двигателями, которые помогают выйти на орбиту астероидов и менять ориентацию аппарата во время съемок поверхности. Топливом для этих двигателей служит гидразин.

Поскольку полет проходит относительно недалеко от Солнца, в качестве источника энергии для питания AMC, включая ионные двигатели, служит массив солнечных батарей. Их установленная мощность – 10 кВт. Две панели батарей могут складываться в три раза, но в расправленном виде они производят впечатление огромных крыльев с размахом более 19 м. Батареи строили голландцы, и этим участие европейцев в американском проекте не ограничилось.

Свой вклад в научное оборудование AMC внесла Германия. Институт по исследованию Солнечной системы им. Макса Планка предоставил систему фотосъемки поверхности астероидов. Это две камеры, у каждой из

#### СОЛНЕЧНЫЕ БАТАРЕИ: СДЕЛАНО В ГОЛЛАНДИИ

Солнце – единственный источник энергии для ионного двигателя и всей прочей аппаратуры AMC. Чтобы собрать максимум солнечного излучения, потребовалось сделать огромные батареи. В разложенном состоянии их длина – 19,7 м.





которых черно-белая матрица размером 1024 x 1024 пикс. Цветная матрица тут и не нужна – ученым требуется не разноцветная картинка, а карта, отмечающая интенсивность излучения световых волн в той или иной части спектра. Для этого камеры оснащаются семью узкополосными цветными фильтрами. Каждый аппарат может снимать одним из двух объективов – с фокусными расстояниями 19 и 150 мм. Камеры способны делать снимки с выдержками от 0,001 с до 3,5 часа. А зачем AMC Dawn два одинаковых фотоаппарата? Дело том, что камера нужна как для научных нужд, так и для навигации, и, учитывая важность этого устройства, было решено прибегнуть к резервированию.

Дополнительно для изучения химического состава пород, слагающих кору Цереры, будет применяться прибор под названием GRaND. Это аббревиатура, обозначающая «детектор гамма-излучения и нейтронов». В дистанционном режиме устройство сможет обнаруживать как легкие элементы типа водорода, углерода или азота, так и элементы, обычно лежащие в основе горных пород, – алюминий, кремний, кислород, железо. Также на борту размещен спектрометр видимого и инфракрасного излучения (VIR), который на основе спектрального анализа может определить состав, свойства и температуру пород.

### Жизнь на гидразине

Первые фото Цереры Dawn стала передавать еще начиная с декабря прошлого года, хотя поначалу они были не более информативны, чем хаббловский снимок. Попутно выяснилось, что на пути к орбите фото будет меньше, чем их было при приближении к Весте. Дело в том, что для съемки аппарат надо специально позиционировать. Сделать это можно двумя способами: или запускать маневровые движки, или использовать специальные маховики, с помощью которых AMC можно раскручивать вокруг центра массы или, напротив, тормозить такое движение. Однако по пути от Весты два маховика вышли из строя, а тратить драгоценный гидразин до достижения орбиты не представляется рациональным. Ведь по сути, когда закончится топливо для маневровых двигателей, миссия Dawn будет прекращена. До этого на орбите Цереры предстоит еще много сделать.

Первая орбита, на которую выйдет аппарат, будет находиться на высоте 13 500 км. Для общего ознакомления здесь будут сделаны первые орбитальные фотосъемки и замеры, но уже через две недели Dawn приблизится к карликовой планете на расстояние 4430 км. С этой так называемой обзорной орбиты станция сделает общие фотоснимки астероида и создаст «глобальные» спектральные карты. Данная фаза продлится 22 дня, после чего Dawn опустится на высоту 1480 км. На этой орбите сделают новые снимки (в том числе 3D) и карты поверхности, только с большим разрешением. Наконец, в ноябре текущего года станция выйдет на максимально близкое расстояние к Церере – 375 км. С этой высоты аппарат проведет последнюю фазу исследований – в дело вступит детектор нейтронов и гамма-излучения. Будет также изучаться гравитационное поле астероида.

ИИМ

### МИКРОЧИП НА ПАМЯТЬ

В наши дни космические экспедиции становятся не просто научными экспериментами, но и элементом поп-культуры. В этом, возможно, заинтересованы и сами производители космических аппаратов – ведь им, как, например, создавшей AMC Dawn компании Orbiter Sciences Corporation, тоже нужен PR. Примером такой пиар-акции может быть микрочип, на котором записаны имена 360 000 любителей космоса, которые в 2005–2006 годах активно поддерживали проект, находившийся на грани закрытия. Одна копия микрочипа отправилась в космос вместе с Dawn – она закреплена над соплом ионного двигателя. Другая копия хранится в музее Лаборатории реактивного движения NASA.



БАТАРЕИ СЛОЖЕНЫ, ЗОНД ГОТОВ К СТАРТУ

