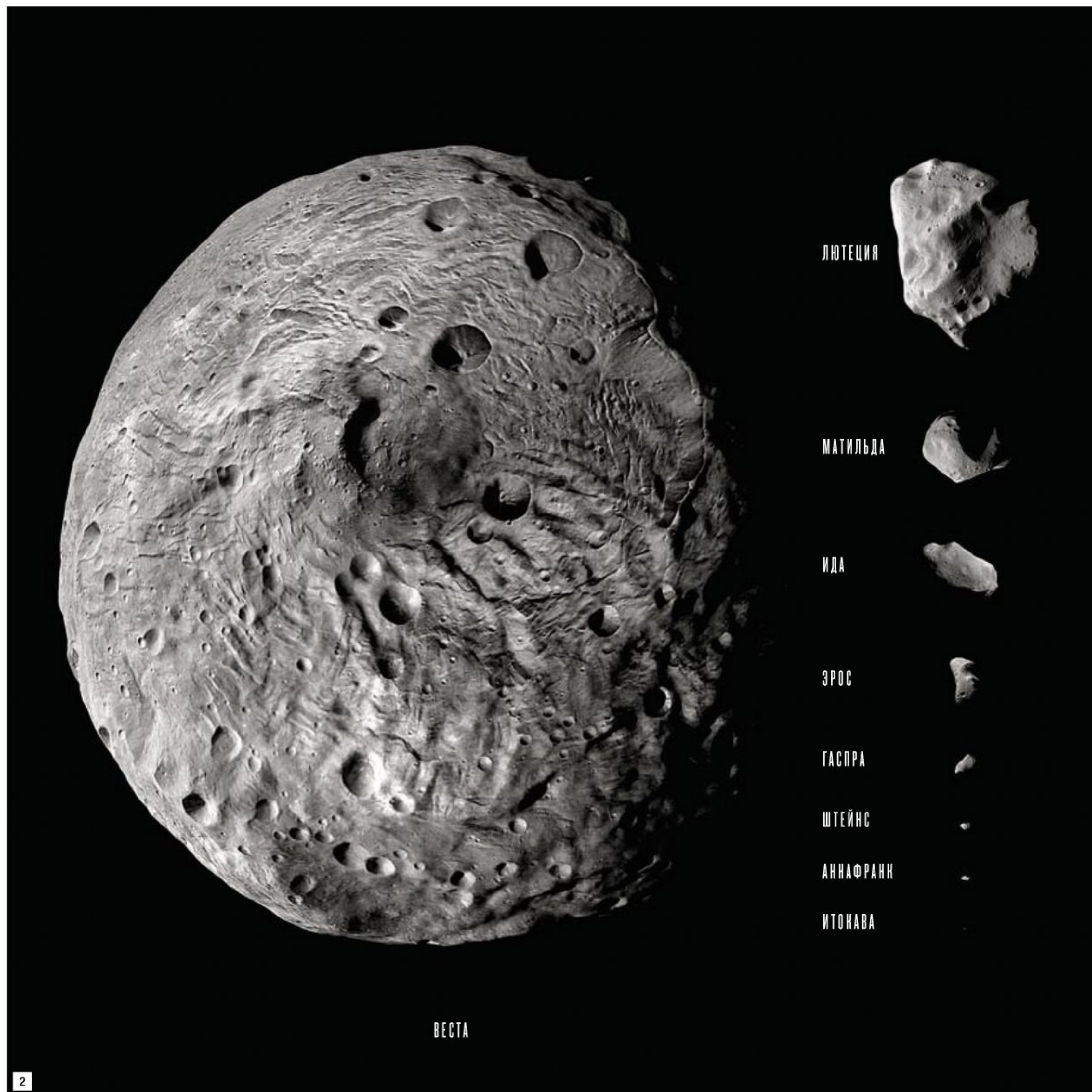


ПЛАНЕТА ВЕСТАЛОК

УЧЕНЫЕ ДАВНО ЗАНИМАЮТСЯ ИССЛЕДОВАНИЕМ АСТЕРОИДА ВЕСТА. ОДНАКО К НОВЫМ ОТКРЫТИЯМ ПРИВЕЛИ НЕ ТОЛЬКО ДАННЫЕ КОСМИЧЕСКОГО ЗОНДА, НО И НАЙДЕННЫЙ В АНТАРКТИДЕ МЕТЕОРИТ



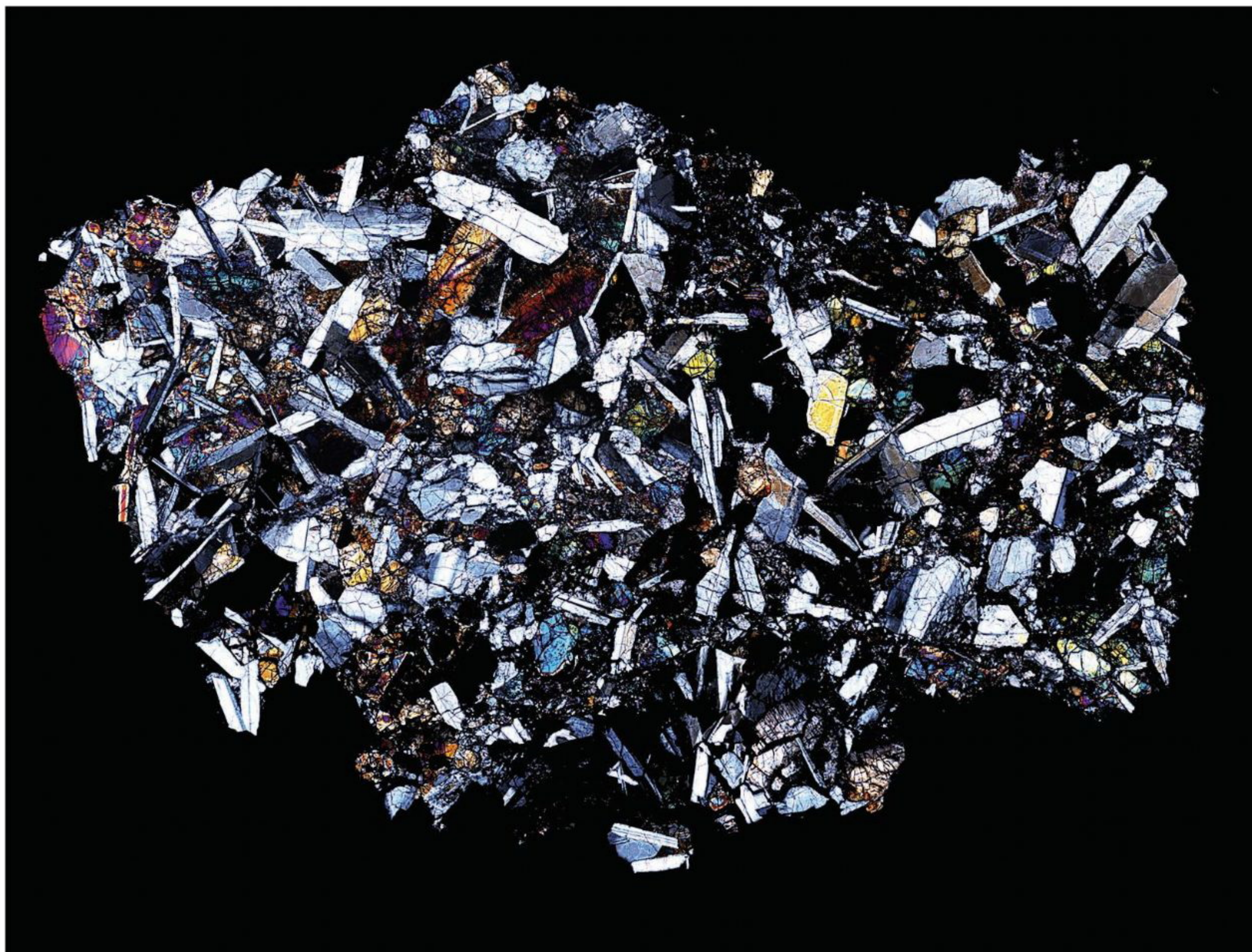
ПАВЕЛ КОТЛЯР

1 Из-за притяжения Юпитера тела Пояса астероидов распределены в пространстве неравномерно. Орбита Весты лежит внутри одной из щелей Кирквуда — участков Пояса, почти очищенных от астерои-

дов гравитационным полем планеты-гиганта **2** Веста — крупнейший астероид, изученный межпланетной миссией. Ранее автоматические станции исследовали Гаспру (1991), Иду (1993), Матильду (1997), Эрос

(1998, 2000), Аннафранк (2002), Итокаву (2005) и Лютецию (2010). На Эрос была совершена посадка, а вещество с Итокавы доставлено на Землю

NASA/JPL-CALTECH/JAXA/ESA, NASA/JPL-CALTECH/UCLA/MPS/DLR/IDA



Хотя Веста едва различима на звездном небе, любой может потрогать кусочек этого астероида в минералогическом музее, где выставлены метеориты. Чаще всего это осколки трех небесных тел: Весты, Луны и Марса. Метеориты группы *HED*, по химическому строению напоминающие земные базальты, габбро и другие изверженные породы, происходят с Весты. Роджер Фу, сотрудник факультета изучения Земли, атмосферы и планет в Массачусетском технологическом институте, рассказывает: «Нам известно около тысячи метеоритов этой группы, все они имеют одинаковое соотношение изотопов кислорода, что указывает на их родство. Особенности орбиты Весты и схожесть ее спектра со спектрами метеоритов говорят о том, что родительским телом была именно она».

Фу получил для опытов один грамм метеорита *ALHA81001*. Этот небольшой камень массой 50 г был обнаружен в горах Антарктиды в 1981 году, когда счет найденным там метеоритам уже шел на тысячи. 30 лет назад никто не предполагал, что этот обломок способен рассказать о тайнах формирования Солнечной системы, а будущий автор открытия тогда еще не появился на свет.

До запуска в 1990 году космической обсерватории *Hubble* даже в лучшие наземные телескопы Веста была видна лишь как размытое пятно. Об астероиде,

Метеорит *ALHA81001*, обнаруженный в горах Алан-Хиллс, — один из десятков тысяч камней внеземного происхождения, найденных в Антарктиде

удаленном от нас на десятки миллионов километров, долгие годы в то время судили не по астрономическим наблюдениям, а по найденным на Земле метеоритам.

Необычные магнитные свойства метеорита *ALHA81001* давно привлекали внимание ученых. Помня о происхождении камня, Фу решил применить новый метод для изучения магнитного прошлого Весты. «Мы взяли именно за этот метеорит, так как он имеет мелкозернистое строение, вызванное необычно быстрым остыванием. Это дало нам отличный образец для палеомагнитного анализа», — рассказал Фу. Постепенно размагничивая минерал, Фу с коллегами оценили величину того первобытного магнитного поля, в котором он застыл, — не менее 2 микротесла. Для сравнения, на Земле индукция магнитного поля может быть в 30 раз больше.

Теперь надо было установить момент, когда сформировался вестийский минерал. Возраст породы определяли по количеству выделяемого аргона. При распаде атом радиоактивного калия-40 захватывает электрон и становится атомом аргона-40. Чем больше в образце аргона, тем он древнее. Фу установил, что камень застыл на расплавленной поверхности Весты около 3,7 миллиарда лет назад. Казалось бы, что за радость в обнаружении древнего магнитного поля на астероиде?

Его наличие впервые указало на то, что Веста, средний диаметр которой составляет всего 525 километров, по своей природе ближе к планетам, чем к астероидам. В планеты астрономы записывают небесные тела, вращающиеся вокруг звезд, и притом достаточно массивные, чтобы иметь круглую форму. Однако планеты земной группы объединяет еще одно свойство: в ходе эволюции их тяжелые элементы концентрировались в центре и образовали ядро, легкие — оставались ближе к поверхности.

Действительно, астрономы давно подозревали, что тяжелейшие тела Пояса астероидов, Церера и Веста, на заре формирования Солнечной системы упустили шанс стать полноценными планетами и, набрав достаточной массы, навсегда остались ледяными глыбами. И если в 2006 году Международный астрономический союз отнес довольно заурядную с точки зрения состава, но круглую Цереру к карликовым планетам, то Весте с ее более богатым «внутренним миром» в этом помешали маленькие размеры да форма картошки. Химический анализ метеоритов группы *HED* давно указывал на то, что сразу после рождения на Весте началось разделение ее внутренней структуры: железо-никелевого ядра и каменной мантии. Фу впервые доказал, что в юные годы на астероиде вовсю работало магнитное динамо — процесс, присущий лишь планетам земной группы. На Земле благодаря радиоактивному распаду тяжелых элементов ядро разогревается так, что в нем есть жидкая область. Вращение планеты вокруг своей оси вызывает постоянные течения токопроводящих расплавов, отчего и возникает магнитное поле, защищающее все живое от жестких космических лучей.

Выходит, в недрах Весты, образовавшейся 4,5 миллиарда лет назад, когда-то тоже существовала радиоактивная печка. Однако, по расчетам, к моменту формирования вещества метеорита она должна была угаснуть. Внутреннее динамо намагнитило кору астероида в первые 100 миллионов лет, оставив этот отпечаток до наших дней. «Отныне Веста стала наименьшим из известных объектов, способных генерировать магнитное динамо. Можно предположить, что в ранней Солнечной системе это происходило на многих астероидах», — считает соавтор исследования Бенджамин Вейсс.

Геологи впервые обнаружили то, что астрономам *NASA* не удалось открыть в «золотой год» изучения Весты — с июля 2011-го по сентябрь 2012-го, пока на ее орбите работал космический аппарат *Dawn* («Рассвет»). Снизившись до высоты 200 километров

ХРОНОЛОГИЯ

Как исследовали астероид Веста

1807

Немецкий астроном Генрих Ольберс открыл неизвестный астероид и предоставил великому математику Карлу Гауссу право назвать его. Гаусс выбрал имя Веста в честь римской богини дома и очага.



1966

Веста стала первым астероидом, массу которого удалось измерить. Это стало возможно, когда отследили отклонения астероида Арета, каждые 18 лет сближающегося с Вестой.

1981

В Антарктиде найден метеорит *ALHA81001*. Астроном Людмила Журавлева в Крымской обсерватории открыла астероид, образованный после удара космического тела о Весту, и назвала его именем Юрия Никулина.



1996

Телескоп *Hubble* сфотографировал Весту с орбиты Земли.

2007

Стартовала миссия *Dawn*, целью которой стало исследование Весты и Цереры.

2011

Июль Космический зонд приблизился к Весте и начал подробную съемку астероида.

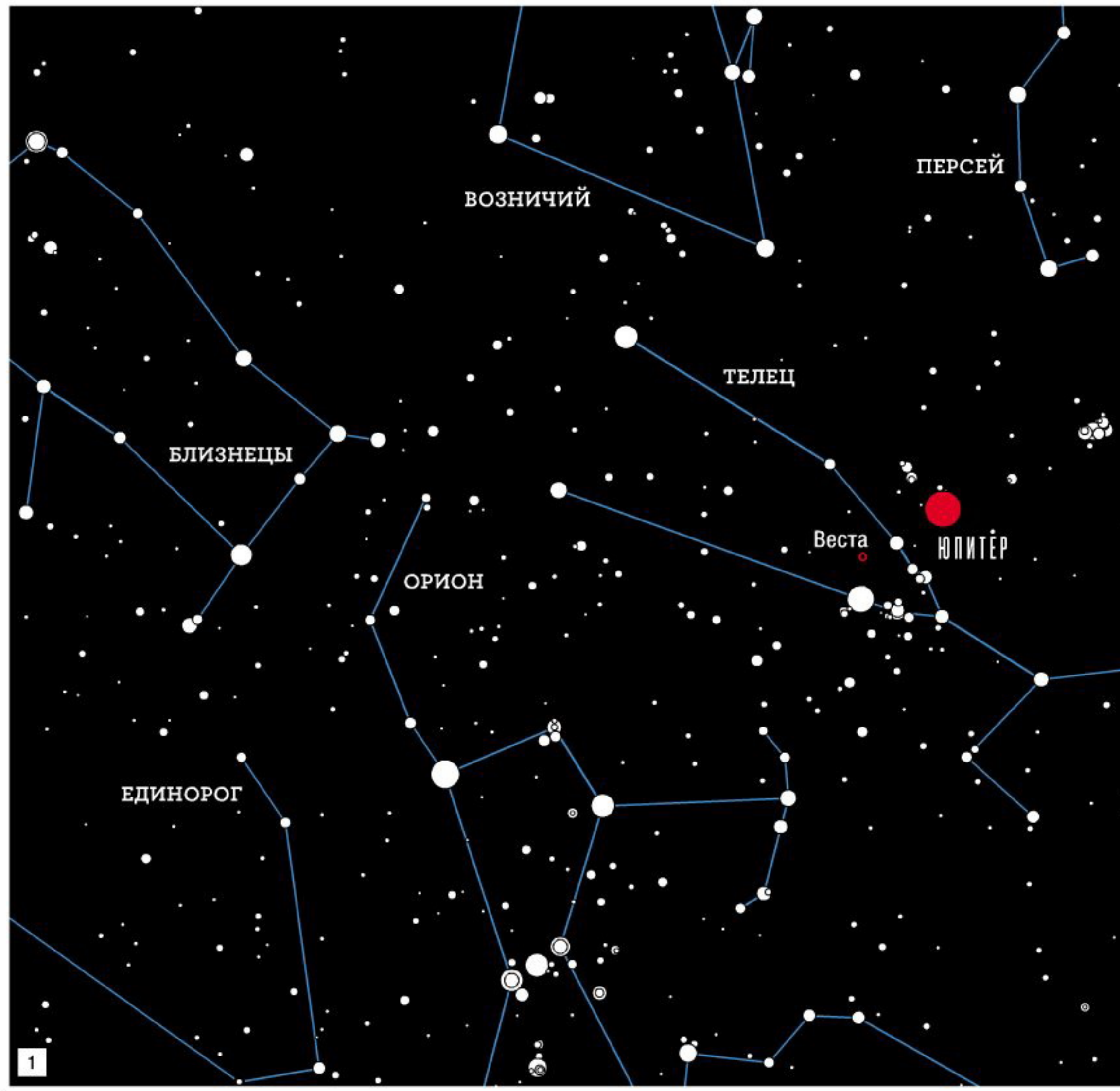
2012

Роджер Фу открыл древнее динамо Весты.

Сентябрь Аппарат *Dawn* покинул окрестности Весты и направился к Церере.

ЗВЕЗДНОЕ НЕБО

Положение астероида Веста 15 января 2013 года



над астероидом, рукотворный посланец Земли исправно открывал новые стороны этого холодного неприветливого мира. Прежде ученые довольствовались изображениями, на которых были видны лишь крупные детали.

Сделанные аппаратом *Dawn* снимки поражают необычайным разнообразием геологических структур на поверхности Весты. Чего стоит один только «снеговик» в северном полушарии, где выстроились в ряд сразу три крупных кратера! Большинство кратеров, найденных на астероиде, договорились называть именами весталок — целомудренных жриц богини Весты, почитаемых в Древнем Риме. Крупнейший кратер «снеговика» (диаметром 58 км) получил название Марция, средний (50 км) — Кальпурния и меньший (22 км) — Минуция.

Некоторые особенности рельефа Весты были известны еще до отправки миссии *Dawn*. Астрономы знали о наличии близ южного полюса громадного кратера диаметром едва ли не с сам астероид (505 км). Команда миссии назвала его Рея-ильвией в честь весталки Реи Сильвии, матери Рема и Ромула, основателей Рима. Горка в центре кратера возвышается на 23 километра над самой нижней точкой поверхности, а высота края — 31 километр. Это один из крупнейших ударных кратеров в Солнечной системе. Образовался он относительно недавно, всего миллиард лет назад. Видимо, этот катаклизм был самым разрушительным в истории

1 Иногда Веста может быть видна невооруженным глазом, но в январе 2013 года, когда она будет находиться в созвездии Тельца, ее блеск не превысит 7-й величины, так что для наблюдения этого тела нужен хотя бы бинокль

2 Кратеры вестянского «снеговика» названы именами трех жриц. Согласно римским анналам только одна из них, Кальпурния Претекстата, не осквернила огонь Весты, то есть не вступила в связь с мужчиной. Минуция была осуждена за прелюбодеяние по доносу своего раба и закопана заживо в 337 году до н. э. Спустя 224 года тем же способом казнили Марцию за связь с аристократом

3 Качество снимков, сделанных аппаратом *Dawn*, позволило хорошо рассмотреть все геологические образования на поверхности астероида

Весты: в результате удара около 1% материала астероида было выброшено в космическое пространство. Полагают, что этот выброс породил астероиды семейства Весты и упавшие на Землю метеориты.

Самое удивительное в облике астероида — загадочные морщины, заметные при определенном угле освещения все в том же кратере Реясильвия. Это концентрические структуры глубиной в несколько километров и диаметром в сотни километров. Есть гипотеза, что это результат столкновения с другим астероидом, а кто-то видит в них следы внутренних процессов на Весте. Немало копий сломано и в попытках объяснить происхождение странных борозд, вытянувшихся вдоль экватора на сотни километров. Одна из них, борозда Дивалии, превосходит по размерам Большой каньон в Колорадо. Она растянулась на 465 километров, став одним из самых длинных разломов в Солнечной системе. Анализ последних данных привел ученых к тому, что эти борозды — провалы в коре, образовавшиеся при падении другого астероида на южный полюс Весты. По словам Дебры Бучковски из университета Джона Хопкинса, борозды — не просто трещины, встречающиеся на мелких астероидах, а так называемые грабены — провалы, образующиеся в зонах растяжения коры. Такие структуры известны на Земле, например котловина озера Байкал. Бучковски считает, что наличие грабенов на Весте лучше всего доказывает наличие дифференцированных внутренних слоев с разной плотностью, по-разному реагирующих на сжатие от удара. Толщину коры ученые пока определить не берутся, а вот радиус железного ядра лежит в пределах 107–113 километров.

Руководитель миссии Кристофер Расселл рассказывает: «Самым важным в результатах миссии *Dawn* стало подтверждение того, что Веста — родина метеоритов из группы *HED*. Это означает, что наше понимание Солнечной системы, основанное на анализе метеоритов, верно. Однако Веста преподнесла нам и ряд сюрпризов. Во-первых, мы узнали, что поверхность ее состоит из светлых и темных пятен. Темный материал — это углеродсодержащие породы, попавшие на нее из глубин Пояса астероидов. Светлый — первозданный материал, сохранившийся с ранних дней существования Весты. Вторая неожиданность — не имеющие валов ямы, похожие на марсианские. Мы считаем, что это связано с существованием летучих веществ, испарение которых в прошлом привело к провалам на поверхности».

Осталась ли Веста намагниченной и сегодня — вопрос спорный. Ответ могли бы дать прямые измерения с зонда. «Вряд ли динамо на Весте еще работает, однако камни на поверхности могут иметь остаточную намагниченность. Я собирал магнетометр для миссии *Dawn*, но в *NASA* мне велели его убрать с зонда», — сетует Расселл.

Однако косвенное подтверждение намагниченности Весты все-таки существует. На это указывает ее необычная для астероидов яркость, на которую давно обратили внимание астрономы. «У Весты поверхность белая как сахар, и в этом ее уникальность», — поясняет российский астроном Тимур Крячко. Ученые знают, что в течение миллиардов лет поверхность безатмосферных тел — Луны и астероидов — подвергается эрозии и темнеет из-за осаждения на ней испускаемых Солнцем микрочастиц железа. Похоже, Веста все-таки имеет собственный магнитный «зонтик», который защищает ее поверхность от солнечного ветра.

5 сентября 2012 года *Dawn* завершил последний виток вокруг Весты и отправился к ее более круглой соседке — карликовой планете Церера, поверхность которой, как считают ученые, содержит водяной лед. Рандеву назначено на февраль 2015 года.

А Роджер Фу говорит, что ему мало открытия древнего магнитного поля Весты: «В ближайшем будущем я продолжу заниматься метеоритами, но не с Весты. Сейчас мы взяли за более древние метеориты, называемые хондритами, чтобы оценить магнитные поля, существовавшие в Солнечной системе еще до того, как появились планеты и астероиды». 🌍

КОСМОГОНИЯ

Старшая и младшая сестры

Причины отличий в эволюции Весты и Цереры кроются в разнице их возраста. После того как Церера округлилась, на ней также произошло разделение внутренней структуры: тяжелые породы сформировали каменное ядро, легкие — поверхностный слой.



Соотношение масштабов Земли, Цереры и Весты

Кристофер Расселл, руководитель миссии *Dawn*: «Веста в момент рождения была гораздо теплее Цереры и потому успела потерять всю свою воду. Причина — во времени образования. На заре формирования Солнечной системы повсюду было много короткоживущих радиоактивных элементов. Спустя некоторое время (1–2 миллиона лет) они распались».

Тела, сформировавшиеся рано, отхватили себе эти изотопы, нагрелись и расплавились. Тем же, что родились позже, радиоактивных материалов не досталось, и они сохранили свою воду».