

Занимательная
ЭНЦИКЛОПЕДИЯ

СОЛНЕЧНАЯ СИСТЕМА

ИЛЛЮСТРИРОВАННЫЙ
ПУТЕВОДИТЕЛЬ





СОЛНЕЧНАЯ СИСТЕМА



ИЛЛЮСТРИРОВАННЫЙ
ПУТЕВОДИТЕЛЬ



МОСКВА
2015

УДК 523.2(03)
ББК 22.65я2
Д55

В оформлении книги использованы иллюстрации по лицензии от Shutterstock.com:

Aaron Rutten, Africa Studio, Alhovich, Andrea Danti, Anna Jurkowska, Bill Frische, BlueRingMedia, Bruce Rolff, Christos Georgiou, Diego Barucco, Digital Media Pro, Giovanni Benintende, GLOCK, holbox, Igor Chekalin, Igor Zh., inigocia, Joshua Resnick, Jurgen Ziewe, keren-seg, Krasowit, losw, LSkywalker, MarcelClemens, McCarthy's PhotoWorks, MichaelTaylor, muratart, Neo Edmund, Ozja, Peter Baxter, Pi-Lens, Plutonium 3d, Primo 3/4 Cigler, Rashevskaya Nataliia, Saurabh13, sharps, solareseven, style-photography, Tarapong Siri, TebNad, Tim the Finn, Tristan3D, Tudor Catalin Gheorghe, Viktoriya.

В оформлении книги также использованы материалы NASA.

Все права защищены. Книга или любая ее часть не может быть скопирована, воспроизведена в электронной или механической форме, в виде фотокопии, записи в память ЭВМ, репродукции или каким-либо иным способом, а также использована в любой информационной системе без получения разрешения от издателя. Копирование, воспроизведение и иное использование книги или ее части без согласия издателя является незаконным и влечет уголовную, административную и гражданскую ответственность.

Научно-популярное издание

ЗАНИМАТЕЛЬНАЯ ЭНЦИКЛОПЕДИЯ

Добрыня Юлия Михайловна

СОЛНЕЧНАЯ СИСТЕМА

Иллюстрированный путеводитель

(орыс тілінде)

Директор редакции *Е. Капёв*

Ответственный редактор *Ю. Лаврова*

Художественный редактор *Е. Мишина*

В оформлении обложки использованы иллюстрации: oorka, mozyyb, CS Stock, Vadim Sadovski / Shutterstock.com
Используется по лицензии от Shutterstock.com

Во внутреннем оформлении использованы фотографии: mozyyb, Andrey Armyagov / Shutterstock.com
Используется по лицензии от Shutterstock.com

ООО «Издательство «Э»

123308, Москва, ул. Зорге, д. 1. Тел. 8 (495) 411-66-86; 8 (495) 956-39-21.

Өндіруші: «Э» АҚБ Баспасы, 123308, Мәскеу, Зорге көшесі, 1 үй.

Тел. 8 (495) 411-66-86; 8 (495) 956-39-21.

Тауар белгісі: «Э»

Қазақстан Республикасында дистрибьютор және өнім бойынша арыз-талаптарды қабылдаушының өкілі «РДЦ-Алматы» ЖШС, Алматы қ., Домбровский көш., 3-а, литер Б, офис 1.

Тел.: 8 (727) 251-59-89/90/91/92, факс: 8 (727) 251 58 12 вн. 107.

Өнімнің жарамдылық мерзімі шектелмеген.

Сертификация туралы ақпарат сайтта Өндіруші «Э»

Сведения о подтверждении соответствия издания согласно законодательству РФ о техническом регулировании можно получить на сайте Издательства «Э»

Өндірген мемлекет: Ресей

Сертификация қарастырылмаған

Подписано в печать 06.07.2015. Формат 60x84¹/₈.

Печать офсетная. Усл. печ. л. 11,2.

Тираж экз. Заказ

Добрыня, Юлия Михайловна.

Д55 Солнечная система : иллюстрированный путеводитель / Юлия Добрыня. – Москва : Издательство «Э», 2015. – 96 с. : ил. – (Занимательная энциклопедия).

Книга для тех, кто хочет существенно расширить свои знания о планетах Солнечной системы и их спутниках. Содержание энциклопедии позволит лучше изучить небесные тела, их движение и вращение в пространстве. В атласе помещены карты планет, приведены характеристики рельефа и климата, а также данные о составе и структуре их атмосфер и внутреннем строении.

УДК 523.2(03)
ББК 22.65я2

ISBN 978-5-699-81137-3

© Добрыня Ю.М., 2015
© ООО «Аудиономикс», 2015
© Оформление. ООО «Издательство «Э», 2015



В электронном виде и на компьютере вы можете
читать: www.litres.ru



ISBN 978-5-699-81137-3



Содержание

Введение	5
----------------	---

Место Солнечной системы во Вселенной 6

Галактики.....	6
Звездное окружение Солнечной системы	7
Размеры Вселенной	8
Наша галактическая родина. Млечный Путь	10
Население Млечного Пути	10
Строение нашей Галактики	12
Типы галактик	14

Состав Солнечной системы ... 16

Наши соседи	16
Планеты земной группы	18
Газовые гиганты	20
Солнце	22
Состав и структура	22
Космический путь Солнца	24
Межпланетная среда	26

Внутренняя область Солнечной системы 28

Меркурий	28
Венера	30
Земля	32
Такая неправильная... форма Земли	32
Сила земного притяжения	33
Движение Земли	34
Спутница нашей планеты — Луна	36
Небесный танец с Луной	36
Приливы и отливы	37
Фазы Луны	38
Лунная поверхность	39
Солнечное и лунное затмения	41
Марс	42
Пылевой смерч	44
Долина Маринера	44
Поиск жизни	45
Малые тела Солнечной системы	46
Пояс астероидов	46
Группы астероидов	47



Изучение малых тел	48	Комета Хейла — Боппа	73
Строение и состав астероидов	49	Комета ISON	73
Классификация астероидов	51	Комета Макнота	74
Новый источник ресурсов	53	Комета Галлея	75
Церера	54	Транснептуновые объекты	76
Веста	55	Плутон	77
Внешняя область		Пояс Койпера	80
Солнечной системы56		Облако Оорта	82
Юпитер	56	Эрида	84
Ио	58	Седна	84
Европа	59	Хаумеа	85
Ганимед	60	Макемаке	85
Каллисто	61	Характеристики Солнечной системы	87
Сатурн	62	Отдаленные	
Титан	63	и пограничные области	
Энцелад	64	Солнечной системы88	
Мимас	65	Гелиосфера	88
Уран	66	Вулканоиды	92
Кольца	67	Немезида	93
Спутники	68	Метагалактика	94
Нептун	70	Алфавитный указатель95	
Кометы	72		

Введение

Сквозь бескрайние просторы Вселенной, среди бесчисленного множества звезд, преодолевая громадные расстояния за считанные секунды, летит сквозь время планета, которую мы называем своим домом, — Земля. Сотканная из звездной пыли, она кажется нам огромным миром, центром мироздания, но это всего лишь иллюзия. В суматохе дней, среди забот и не-

угасающих страстей мы редко поднимаем головы и всматриваемся в звездное небо, не осознавая, что в этой безграничной, необъятной пустоте космоса среди мириад дрейфующих тел Земля — не более чем песчинка, затерянная в бесконечном пространстве, песчинка, на которой по какой-то невероятной причине возникло загадочное чудо жизни.

⌘ Млечный Путь над пустыней
Барденас, Испания

Место Солнечной системы во Вселенной



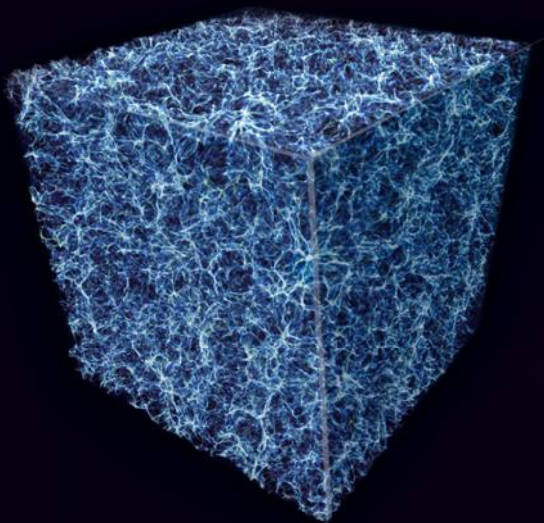
⌘ Современное оборудование позволяет изучать Солнечную систему

Галактики

Насколько мы можем судить благодаря самым современным телескопам, во Вселенной существуют сотни миллиардов различных галактик. Некоторые из них, похожие на Млечный Путь, называют островными вселенными. Они включают в себя миллиарды звезд. Практически все галактики являются частью

более крупных структур — кластеров, группы которых в свою очередь объединяются в суперкластеры. Эти масштабные концентрации звезд связаны между собой нитями галактик, окруженных бескрайним пространством, — космическими пустотами. На фотографии всего неба в микроволновом диапазоне рассеянные скопления темной материи и галактик появляются как яркие цвета на рисунке, полученном с помощью симуляции на суперкомпьютере.

Величайшая объединяющая сила в космосе — гравитация. Она заставляет звезды кооперироваться в галактики, а галактики в кластеры. Тем не менее все они постоянно отдаляются друг от друга, что является следствием Большого взрыва, который, по мнению ученых, произошел 11–15 млрд лет назад.



⌘ Сверхструктура Вселенной, смоделированная в проекте «Миллениум»

ЗНАЕТЕ ЛИ ВЫ, ЧТО...

Результатом уникального международного проекта компьютерного моделирования Вселенной под названием «Миллениум» стало изображение распределения вещества в любых его формах. Яркие области сверхструктуры Вселенной соответствуют уплотнениям, а темные — пустотам.

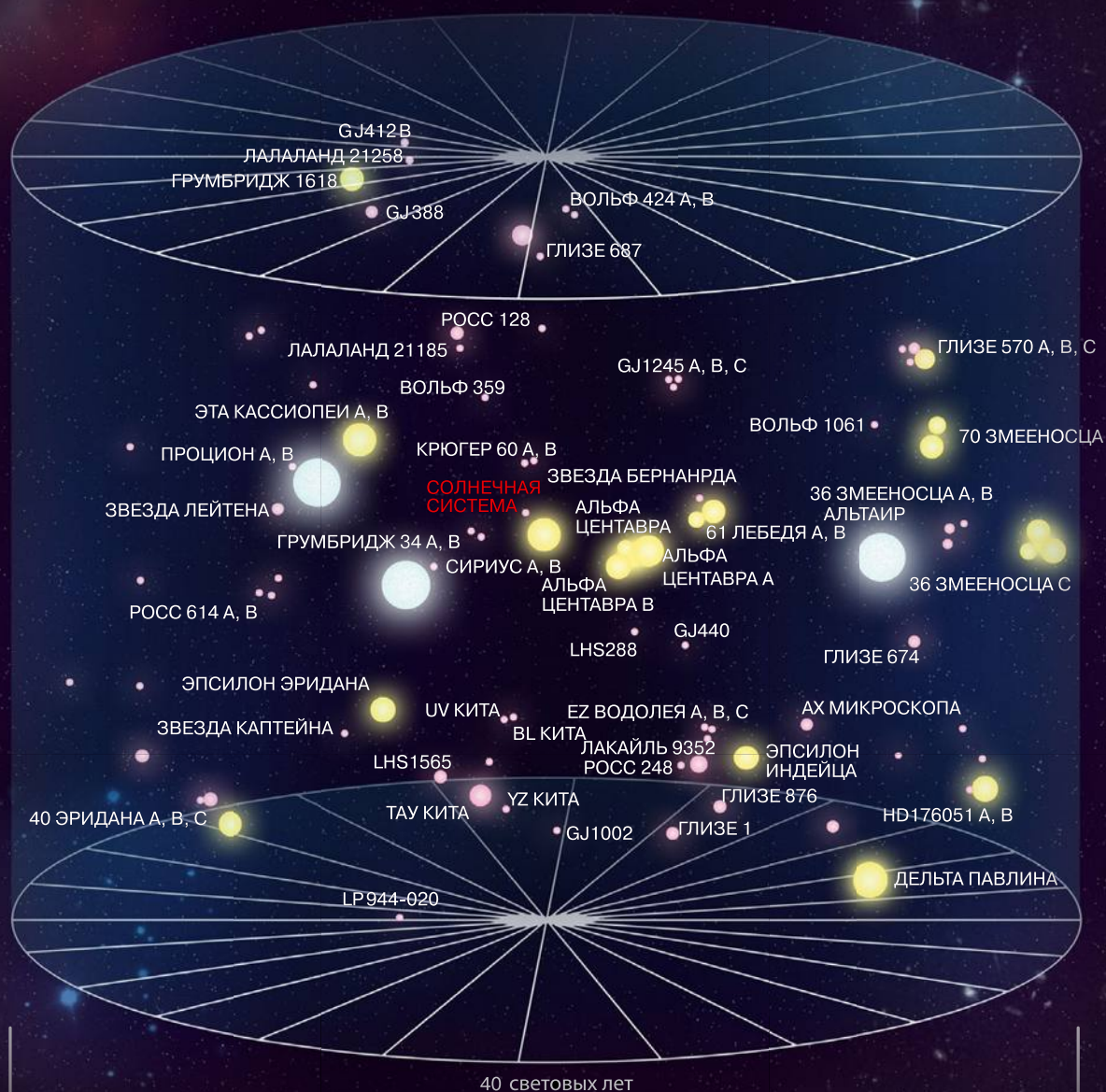
Звездное окружение Солнечной системы

В подавляющем большинстве чужие планеты вращаются вокруг своих звезд по сильно вытянутым траекториям, в то время как орбиты всех планет Солнечной системы, за исключением Плутона, подобны круговым. Кроме того, почему-то все открытые планеты движутся очень близко к своим светилам, как, например, наш Меркурий. Некоторые из них почти касаются верхних слоев звездных атмосфер с периодом обращения всего несколько земных суток. Трудно даже представить себе, что творится на поверхности этих небесных тел с годом в несколько земных суток, опаляемых языками звездной плазмы!

Ближайшее звездное окружение Солнечной системы

ЭТО ИНТЕРЕСНО!

Глизе 581 — это внепланетная система, открытая в 2005 году. Широко известна тремя планетами, гипотетически пригодными для белковой жизни. Всего у красного карлика Глизе 581, входящего в сотню ближайших звезд, обнаружено шесть экзопланет. Наиболее интересна первая из открытых планет Глизе 581 c, не только входящая в зону жизни, но и обладающая вполне «земными» параметрами — ускорение свободного падения лишь в половину больше земного, а температура колеблется от нескольких градусов мороза до 40 °C тепла. Остальные планеты больше напоминают Венеру и «горячие юпитеры» — газовые гиганты с раскаленной атмосферой, поэтому вхождение некоторых из них в зону жизни достаточно условно.



Размеры Вселенной

Космос настолько необъятен, что даже для того, чтобы описать нашу Солнечную систему, необходимо сделать крупнее знакомые нам величины измерения на пять порядков. Скопление точек, которое мы видим,

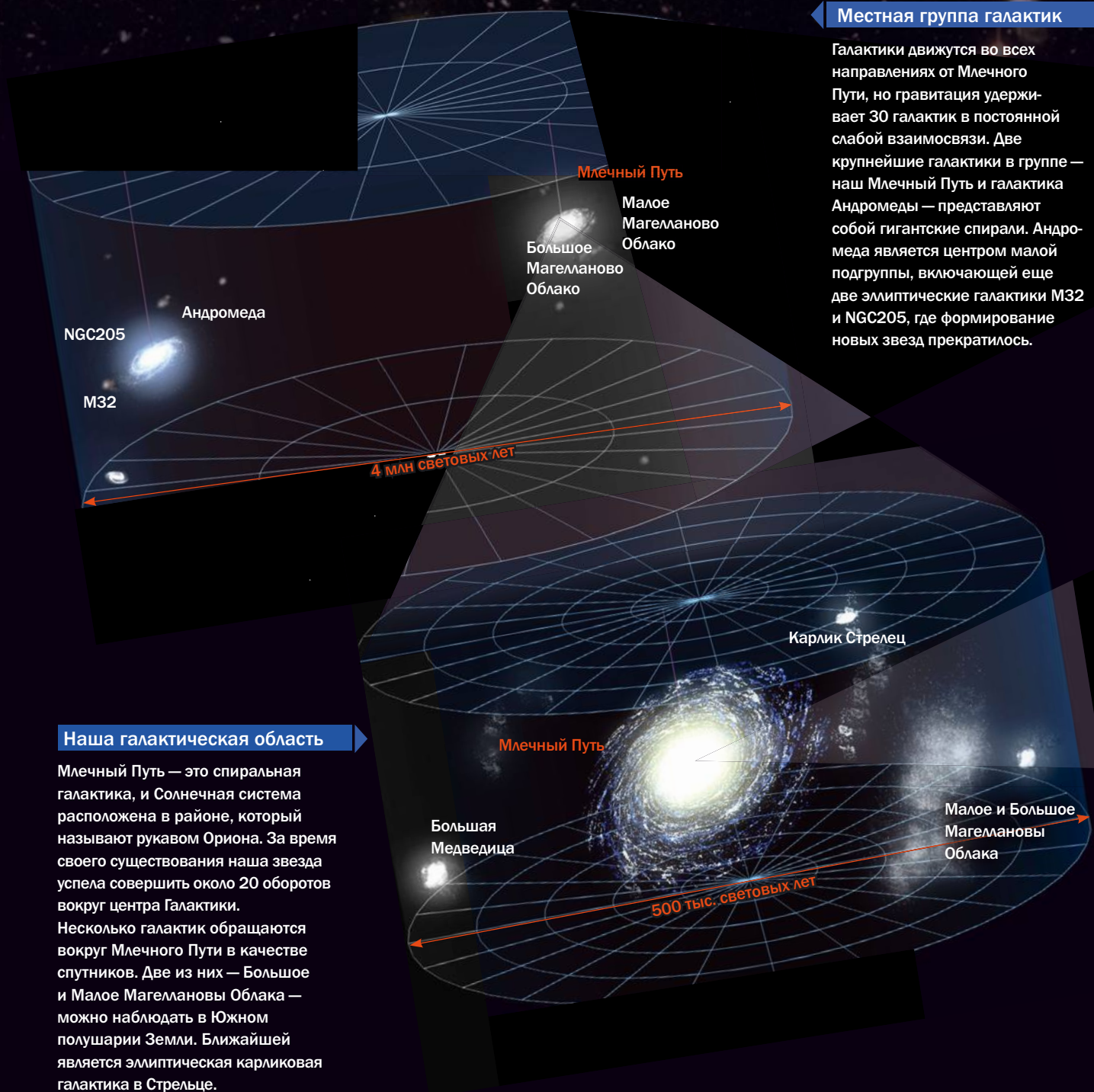
представляют едва ли один процент от общего диаметра обозримой Вселенной — пока даже самые маленькие из них здесь являются не звездами или галактиками, а их огромными конгрегациями. Наше сверхскопление находится справа от центра (данная карта была сделана с учетом фактических позиций небесных элементов).

Местная группа галактик

Галактики движутся во всех направлениях от Млечного Пути, но гравитация удерживает 30 галактик в постоянной слабой взаимосвязи. Две крупнейшие галактики в группе — наш Млечный Путь и галактика Андромеды — представляют собой гигантские спирали. Андромеда является центром малой подгруппы, включающей еще две эллиптические галактики M32 и NGC205, где формирование новых звезд прекратилось.

Наша галактическая область

Млечный Путь — это спиральная галактика, и Солнечная система расположена в районе, который называют рукавом Ориона. За время своего существования наша звезда успела совершить около 20 оборотов вокруг центра Галактики. Несколько галактик обращаются вокруг Млечного Пути в качестве спутников. Две из них — Большое и Малое Магеллановы Облака — можно наблюдать в Южном полушарии Земли. Ближайшей является эллиптическая карликовая галактика в Стрельце.



Наш суперкластер

В центре нашего суперкластера находится галактическое скопление Девы, которое концентрирует в себе тысячи галактик. Гравитация Девы побуждает к вращению своих ближайших соседей, к числу которых относится Местная группа галактик.

Местная группа галактик

Дева

Дева W

Большая Медведица

150 млн световых лет

Звездные соседи

Многие из наших звезд-соседей слишком тусклые, но такие, как Сириус и Прокцион, являются ярчайшими маяками на небе. Ближайший сосед — альфа Центавра — представляет систему из трех звезд, одна из них, Проксима Центавра, является красным карликом.

Альфа Центавра
Прокцион A, B
Солнечная система
Альфа Центавра A
Альфа Центавра B
Сириус A, B

Солнечная система

Солнечная система — крошечная точка в масштабе Вселенной. Солнечный свет достигает Земли примерно за 8 мин. За Нептуном простирается зона ледяных тел, размеры которых гораздо меньше планет. К ним относятся и объекты пояса Койпера, из которых более сотни были обнаружены с помощью телескопа.

40 световых лет

7,4 млн км

Пояс Койпера

Плутон

Солнце
Венера
Марс

Меркурий

Земля

Юпитер

Уран

Нептун

Астероидное кольцо

9,4 трлн км
Такое расстояние свет
преодолевают за год

Вид Млечного Пути с поверхности Земли >>



Наша галактическая родина. Млечный Путь

В безлунную ясную ночь вдали от городских огней отлично видна панорама нашей родной Галактики Млечный Путь, протянувшейся на небосводе неярко светящейся туманной полосой. Эта «молочная дорога» известна с древнейших времен, но только с изобретением телескопа она распалась для человека на мириады слабых звездочек. Астрономы уже довольно давно достоверно знают детали строения нашей Галактики, которая содержит сотни миллиардов звезд, объединенных в разнообразные ассоциации.

Население Млечного Пути

В Млечном Пути более 200 млрд звезд самой разной светимости и цвета. Свет от многих из них сливается в туманную лучистую полосу, которая пересекает все небо, — это часть нашей Галактики. Темная полоса, проходящая посередине Млечного Пути и разделяющая звезды, состоит из межзвездной пыли, поглощающей видимый свет. Солнце

находится в одном из спиральных рукавов почти точно в галактической плоскости, но далеко от ядра Галактики: ближе к окраине, чем к центру. Звезды, массой и размерами похожие на Солнце, очень редки, их всего несколько процентов от общего числа. Белых и желтоватых звезд с массами, близкими к солнечной, вообще считанные единицы. Кроме действующих звезд ученые обнаружили еще несколько белых карликов.

В ближайшем окружении нашей Галактики

Галактическая Корона.
Млечный Путь окружен
горячим газом

Облака с высокой
скоростью дрейфа.
Группа образований
из высокоскоростных
потоков водорода

Галактический
диск.
Плоская система
звезд, газа и пыли

Газовые
облака — остат-
ки сверхновой

Облака
с умеренной
скоростью
дрейфа

Большое
Магелланово Облако.
Спутник Млечного Пути

Малое Магелланово Облако.
Спутник Млечного Пути

Солнце
и планеты

Сфероидная
карликовая галактика
в созвездии Стрельца.
Спутник Млечного Пути

Туманность
Андромеды.
Ближайшая
крупная
спиральная
система

Галактика
в созвездии
Треугольник.
Ближайшая
спиральная
система
средних размеров

Магелланов Поток.
Поток газа и пыли
из Магеллановых Облаков

Поток Стрельца.
Поток звезд, газа и пыли
из карликовой галактики
в созвездии Стрельца

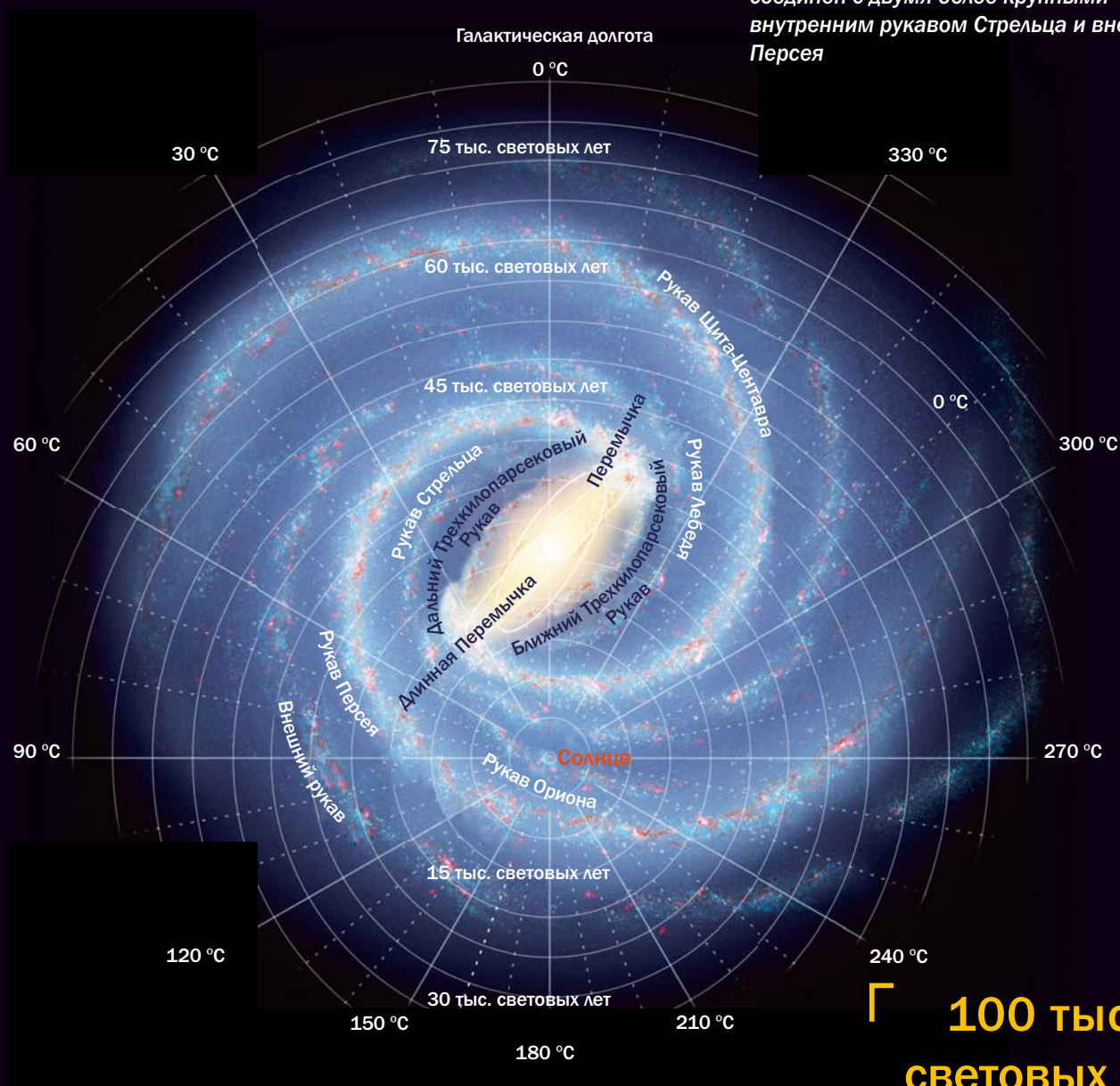
Строение нашей Галактики

До сих пор детально изучены только окрестности Солнца в радиусе около 5 тыс. световых лет. Вблизи Млечного Пути расположено еще приблизительно 50 галактик, которые образуют так называемую Местную группу. Давняя мечта астрономов, которая, вероятно, сбудется не скоро, — рассмотреть Галактику снаружи, увидеть ее спиральный диск, заглянуть в ядро, изучить все интересные объекты, скрытые за темными облаками. Поскольку получить фото нашей звездной системы от коллег из туманности Андромеды вряд ли удастся, радиоастрономам приходится самим расшифровывать радиокарты и восстанавливать рисунок спирального узора Млечного Пути.

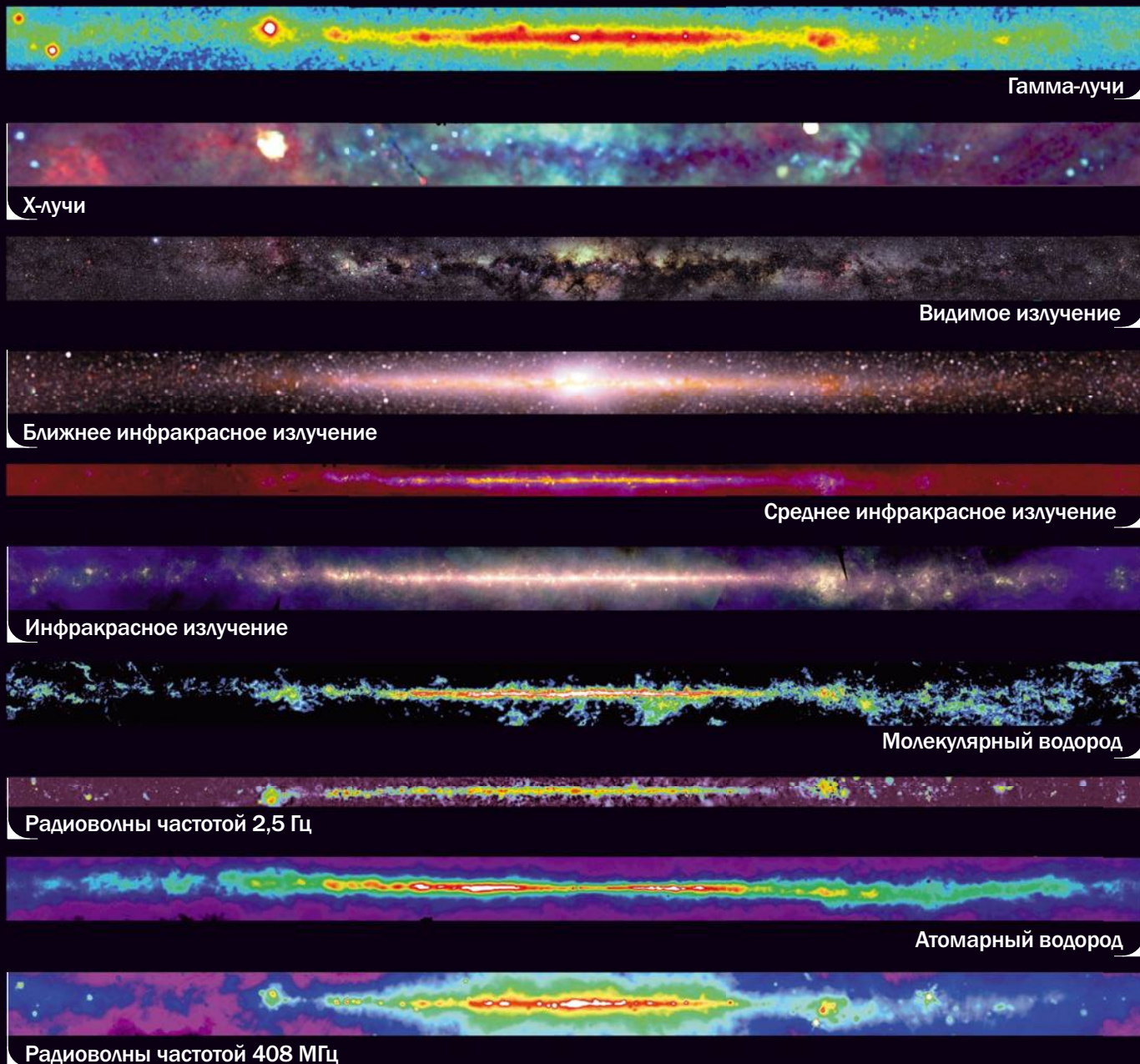
ЗНАЕТЕ ЛИ ВЫ, ЧТО...

Слабый красный карлик Проксима (в переводе с лат. «ближайшая») — компонент тройной системы альфы Центавра — сейчас считается ближайшей от Солнца звездой. Расстояние до Проксимы — 4,2 световых года. Будущие исследования покажут, насколько она достойна своего имени и нет ли звезд более слабых, которые еще ближе к Солнцу.

✓ Наша Солнечная система является малой частью Местного рукава (Ориона), который соединен с двумя более крупными — внутренним рукавом Стрельца и внешним Персея

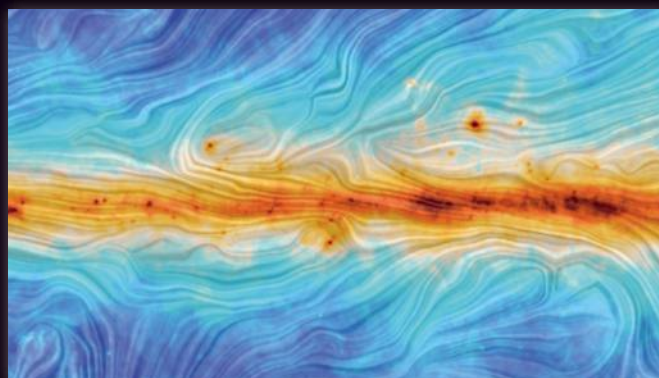


100 тыс.
СВЕТОВЫХ ЛЕТ
Размер Млечного
Пути в поперечнике



Наблюдения полосы Млечного Пути показывают обильное содержание пылегазовых облаков разной температуры, а также множества молодых звезд. Все это подтверждает, что наша Галактика принадлежит к семейству колоссальных звездных водоворотов, раскинувших свои рукава на сотни тысяч световых лет. Число звезд в Млечном Пути поражает воображение: от 200 до 400 млрд! Подавляющее большинство звездных систем и газа расположено в плоскости галактического диска, однако основную массу составляет темная материя, существующая в виде несветящегося гало. Структуру нашей Галактики образуют пять спиральных рукавов: Персея, Стрельца, Лебедя, Центавра и Ориона. Названия обусловлены тем, в каком созвездии расположен основной массив звезд и межзвездной пыли рукавов.

⤴ Млечный Путь в различных диапазонах наблюдения



⤴ Карта магнитных полей нашей Галактики

Типы галактик

Когда произносят слово «галактика», большинство из нас представляют грандиозную картину звездного водоворота, расходящегося гигантской спиралью. Однако это всего лишь один из типов галактик. Относительно недавно, в первые десятилетия XX века, астрономы осознали, что галактики являются самостоятельными звездными островами и целыми архипелагами. В этом поразившем всех открытии определяющую роль сыграло создание

больших телескопов и общее развитие астрофизики. Постепенно перед учеными сложилась потрясающая картина миллиардов звездных вселенных, разделенных сотнями тысяч и миллионов световых лет. Впервые классификацию галактик разработал Эдвин Хаббл в 1930-е годы. За сходство с музыкальным инструментом его последовательность называют «камертоном Хаббла». Сегодня выделяют четыре основных типа галактик: сферические, или эллиптические, линзовидные, спиральные и «неправильные».

α Андромеды

M32

M31

M110

ЭТО ИНТЕРЕСНО!

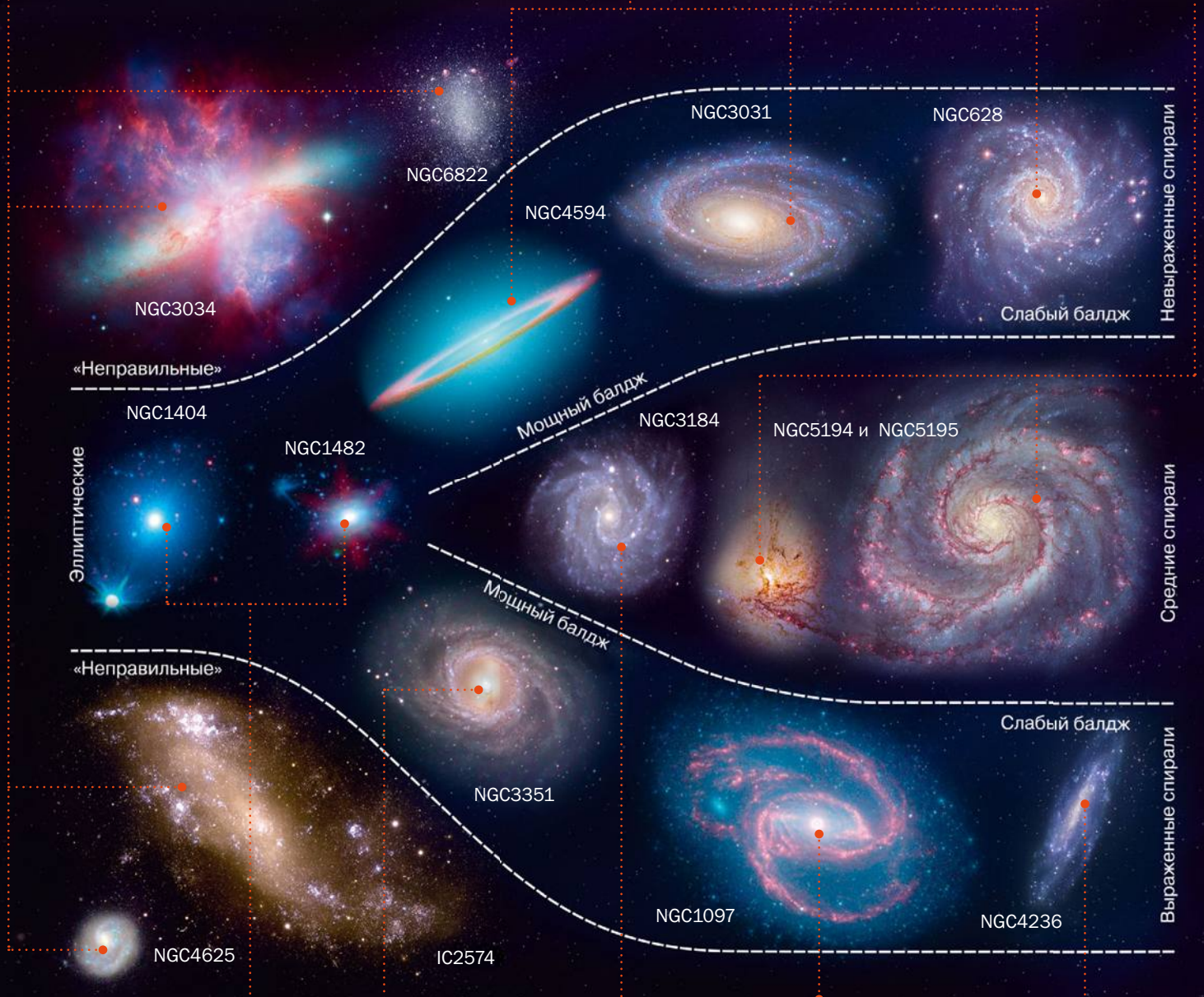
Самая знаменитая туманность Андромеды относится к типу спиральных галактик. Она находится от нас на расстоянии 2,5 млн световых лет, а по размерам как минимум в три раза превышает Млечный Путь. Это самый удаленный космический объект, который человек может увидеть невооруженным глазом.

⌘ Созвездие Андромеда содержит три звезды и спиральную галактику — туманность Андромеды, именуемую астрономами M31

Эти хаотичные кучи из миллиардов звезд, почти наполовину состоящие из молекулярного газа и пыли, из-за отсутствия структуры получили название «неправильные».

Линзовидные галактики не имеют таких ярко выраженных рукавов, как спиральные, и являются промежуточным звеном между ними и сферическими галактиками.

Это тип спиральных галактик с плоскими дисками, погруженными в разреженные сферические облака слабо-светящихся старых звезд и газа.



Диск спиральных структур состоит из двух или нескольких закрученных рукавов, выходящих из центральной части галактики.

У многих спиральных систем в центральной области имеется перемычка из звезд, окутанных пылегазовыми облаками, — бар, к которому и «крепятся» спиральные рукава.

В сферических, или эллиптических, галактиках пыль для рождения новых звезд отсутствует, они обладают наиболее старыми звездами красноватого цвета — от гигантов в сотни световых лет до совсем крошечных в несколько световых лет.

Галактические спирали, наполненные молодыми голубыми звездами, считаются одним из самых феерических зрелищ.

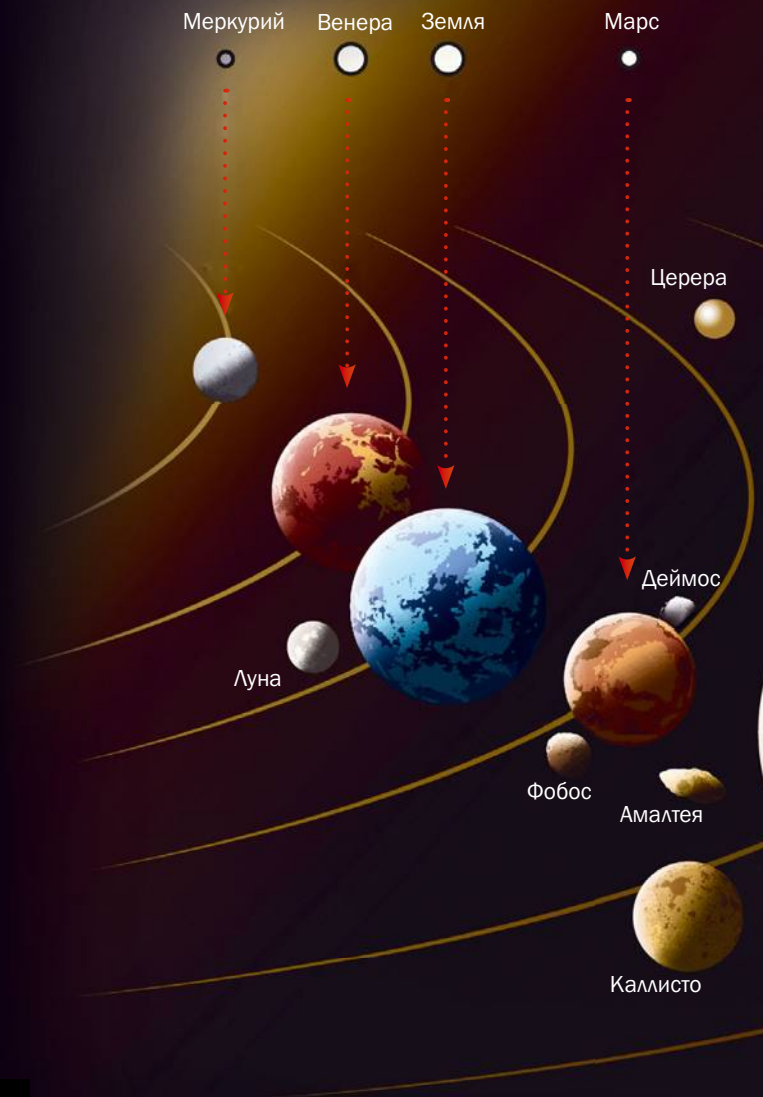
Если смотреть на спиральную галактику с ребра, то она будет напоминать веретено, иногда с темной полосой газа и пыли.

Состав Солнечной системы

Наши соседи

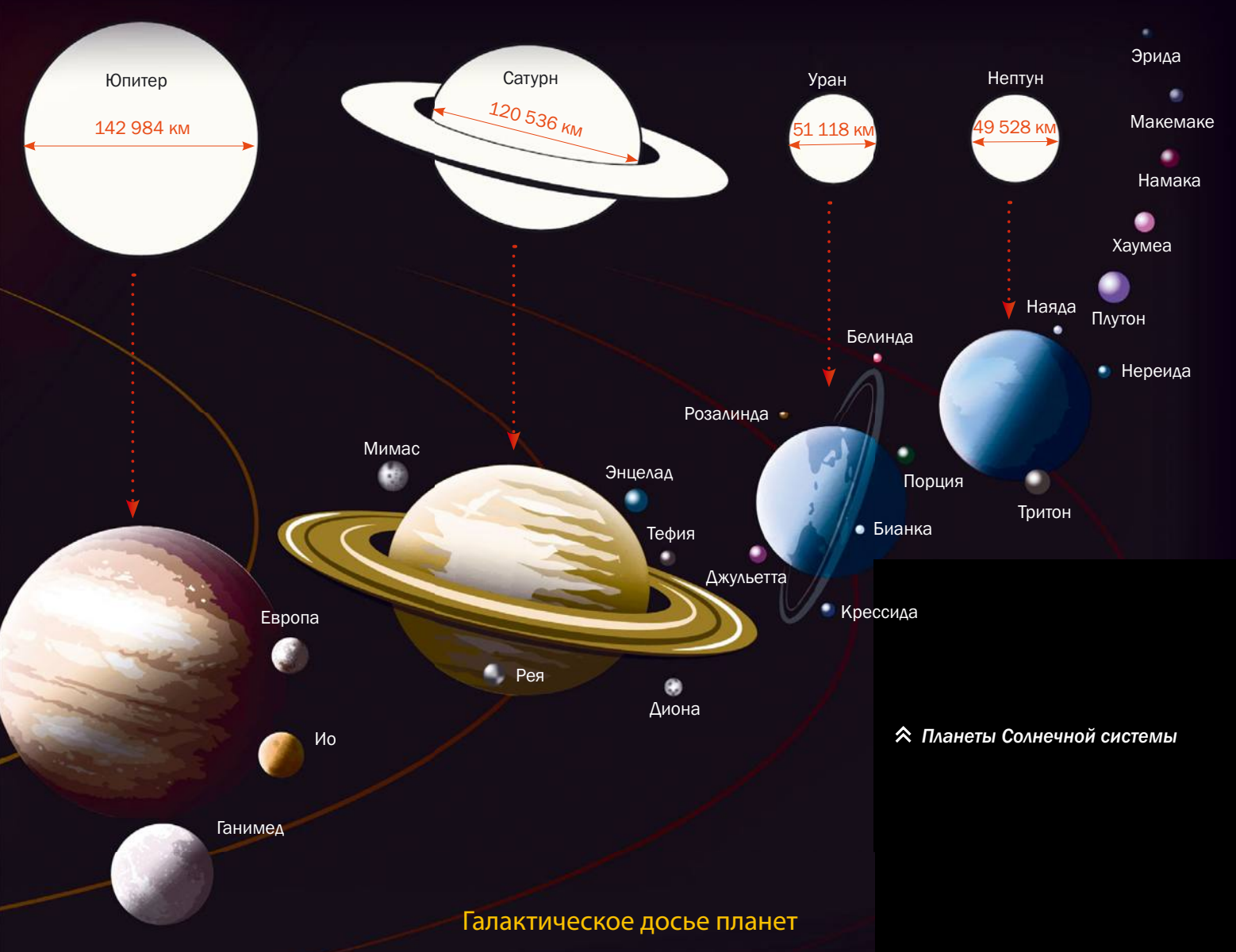
Солнечная система имеет крайне сложную структуру и состоит, по последним данным, из восьми планет, относящихся к крупным объектам, и множества более мелких объектов: астероидов, комет, карликовых планет. Планеты земной группы также называются внутренними, отличаются малыми размерами и высокой плотностью поверхности. К ним относятся Земля, Меркурий, Венера и Марс. Юпитер, Сатурн, Уран и Нептун, наоборот, имеют огромные размеры и входят в группу газовых и ледяных гигантов. Такое название они получили из-за необычного состава поверхности, в которой преобладают гелий и водород.

✧ Траектории движения планет



ЭТО ИНТЕРЕСНО!

Согласно модели Канта — Лапласа, вначале в центре облака возникло утолщение и в нем вспыхнула звезда — Солнце. Затем при непрерывном росте массы и скорости вращения центральная часть Солнца стала сжиматься, превращаясь в сплюснутый диск. От него во все стороны начали отделяться раскаленные фрагменты, которые после охлаждались и превращались в планеты, переходящие из расплавленного состояния в твердое. Знаменитая космогоническая теория Канта — Лапласа долго считалась непревзойденным плодом человеческого разума, но прошли века, и ученым стало ясно: Земля, скорее всего, никогда не была в раскаленном газовом состоянии.

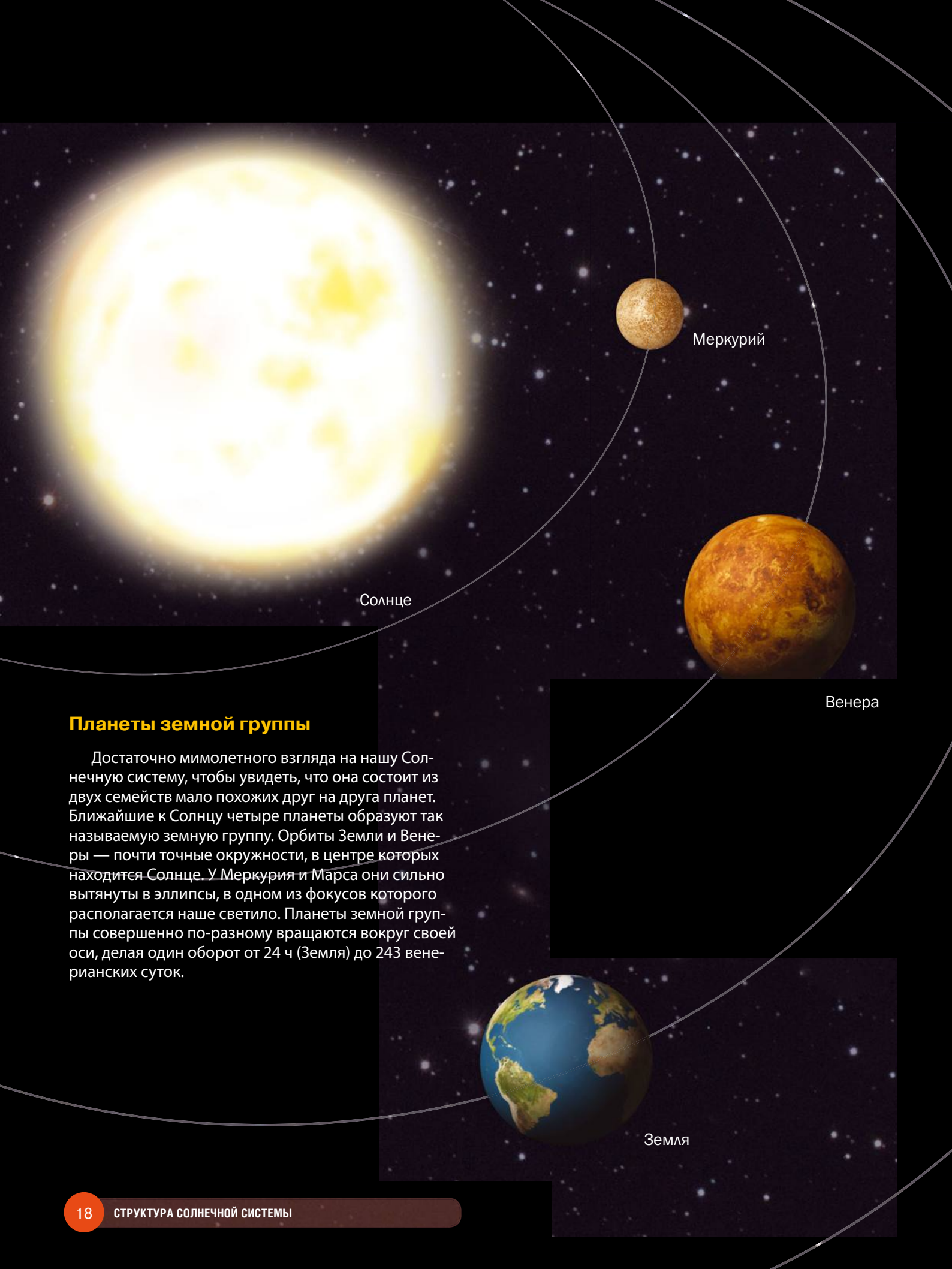


Галактическое досье планет

Планета	Среднее расстояние от Солнца		Сидерический период обращения (длина года)	Эксцентриситет орбиты	Масса с атмосферой		Средний экваториальный радиус		Средняя плотность, г/см³	Гравитационное ускорение (g = 1)	Температура, К		Атмосфера
	а. е.	млрд км	тропических лет*		10 ²⁴ кг	⊕ = 1	км	⊕ = 1			эффekt.	поверхн.	
Меркурий	0,387	0,0579	0,24085	0,20564	0,33022	0,055274	2439,7	0,3825	5,43	0,38	435	90–690	практич. отсутст.
Венера	0,723	0,108	0,61521	0,00676	4,869	0,815005	6051,8	0,9488	5,24	0,9	228	735	CO ₂ , N ₂
Земля	1	0,149	1,00004	0,01672	5,9742	1	6378,14	1	5,515	1	247	190–325	N ₂ , O ₂
Марс	1,52	0,227	1,88078	0,09344	0,64191	0,10745	3397	0,5326	3,94	0,38	216	150–260	CO ₂ , N ₂
Юпитер	5,2	0,779	11,8677	0,0489	1 898,80	317,83	71 492	11,209	1,33	2,53	134	—	H ₂ , Ne
Сатурн	9,58	1,43	29,6661	0,05689	568,5	95,159	60 268	9,4491	1,7	1,06	97	—	H ₂ , Ne
Уран	19,18	2,87	84,048	0,04634	86,625	14,5	25 559	4,0073	1,3	0,9	59	—	H ₂ , Ne
Нептун	30,02	4,49	164,491	0,01129	102,78	17,204	24 764	3,8826	1,7	1,14	59	—	H ₂ , Ne

* Тропический (солнечный) год — отрезок времени, за который Солнце завершает один цикл смены пор года, как это видно с Земли. Например, период от одного весеннего равноденствия до следующего.

⊕ — Земля.



Солнце

Меркурий

Венера

Земля

Планеты земной группы

Достаточно мимолетного взгляда на нашу Солнечную систему, чтобы увидеть, что она состоит из двух семейств мало похожих друг на друга планет. Ближайшие к Солнцу четыре планеты образуют так называемую земную группу. Орбиты Земли и Венеры — почти точные окружности, в центре которых находится Солнце. У Меркурия и Марса они сильно вытянуты в эллипсы, в одном из фокусов которого располагается наше светило. Планеты земной группы совершенно по-разному вращаются вокруг своей оси, делая один оборот от 24 ч (Земля) до 243 венерианских суток.

Спутники

На всю земную группу планет приходится всего три спутника: Луна у Земли и два миниатюрных у Марса. Эти тела описывают сложные орбиты в пространстве, вращаясь вокруг планет и вместе с ними вокруг Солнца (впрочем, планеты можно также считать спутниками нашего светила).

Размер и масса

Внутренние планеты отличаются сравнительно малыми размерами и массами. Так, самая крупная из них — Земля — в 330 тыс. раз легче Солнца. В то же время планеты земной группы довольно плотные, их удельный вес более чем в пять раз превышает аналогичный показатель газовых гигантов.

Строение

Современные астрономические наблюдения позволяют утверждать, что все сестры и братья Земли устроены практически одинаково. В сердце каждой из планет обязательно находится массивное железное ядро в расплавленном состоянии. Возможно, здесь исключением выступает только Венера — ее центральная часть в силу пока еще неясных обстоятельств тверда. Планеты земной группы имеют и сходный химический состав (из соединений кремния и железа или силикатов).

Магнитное поле

Все внутренние планеты, кроме Венеры, обладают собственными магнитными полями. У Меркурия и Марса они средние, у Земли весьма заметное.

Атмосфера

У планет земной группы есть атмосферы: от довольно плотной у Венеры до практически несущественной у Меркурия. После Венеры по плотности своего облачного одеяла следует Земля, а затем Марс, у которого газовый слой очень разреженный. Атмосферы землеподобных планет состоят из относительно тяжелых газов.

Марс

Газовые гиганты

За последней землеподобной планетой Марсом начинается таинственный пояс астероидов, считающийся своеобразной границей между внутренними и внешними областями Солнечной системы. После главного пояса астероидов вдалеке от центрального светила расположены орбиты четырех колоссальных газовых планет-гигантов, или, как говорят астрономы, газгигов, — Юпитера, Сатурна, Урана и Нептуна.

Размер и масса

Газовые гиганты намного тяжелее планет земной группы (например, масса Юпитера составляет 317,8 массы Земли) и больше их (так, диаметр экватора Нептуна в 3,9 раза больше аналогичного показателя нашей планеты).

Строение

У планет-гигантов нет четко обозначенной твердой поверхности. Газы их мощных атмосфер уплотняются по направлению к ядру, переходят в жидкое состояние, и лишь само ядро, скорее всего, состоит из скальных пород и затвердевших под чудовищным давлением газов. Все юпитероподобные планеты быстро вращаются, как колоссальные волчки, так что местные сутки длятся от 10 до 18 ч.

Магнитное поле

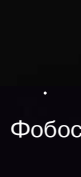
Магнитные поля Урана и Нептуна квадрупольные — они имеют по два южных и два северных полюса. Магнитосфера Юпитера превышает размеры самого Солнца. Магнитные поля планет-гигантов превосходят магнитные поля планет земной группы.

Земля



Луна

Марс



Фобос

Деймос

Астероид Ида



Дактиль

⚡ *Некоторые луны Солнечной системы в сравнении с Землей*

ЭТО ИНТЕРЕСНО!

Большинство спутников вращается вокруг своих планет также в прямом направлении, причем их орбиты, как правило, довольно близки, за некоторыми исключениями, к экваториальным плоскостям своих планет.

Атмосфера

У планет-гигантов атмосферы в основном состоят из легчайших газов — водорода и гелия. Аналогичные оболочки Урана и Нептуна еще содержат метан с аммиаком, включая различные их соединения. Другие элементы представлены в сравнительно малых количествах. Строение газовых гигантов таково, что с увеличением их массы растет толщина атмосферы, поэтому самой мощной обладает Юпитер, за ним следуют Сатурн и близкие по своим параметрам Уран и Нептун, которых иногда называют газовыми братьями.

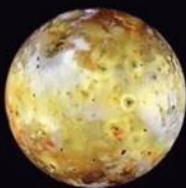
Поскольку газовые гиганты в основном состоят из атмосферы, они вращаются послойно: быстрее всего на экваторе и с минимальной скоростью в приполярных широтах. Такое неравномерное вращение сильно меняет форму планет, сжимая их у полюсов, — это можно заметить даже в простой телескоп.

Спутники и кольца

Кроме спутников каждый из газовых гигантов имеет еще и кольца, состоящие из мелких частиц, вращаются неподалеку от их экваториальных плоскостей. Правда, с Земли можно рассмотреть только кольца Сатурна, а у остальных они еле видны в непосредственной близости.

Подавляющее число естественных спутников планет Солнечной системы относится к газовым гигантам. Астрономы насчитывают 68 спутников, но точное их количество пока еще не известно. Так, у Юпитера открыто 17 лун, Сатурна — 18, Урана — 21 и у Нептуна — 8.

Юпитер



Ио



Европа



Ганимед



Каллисто

Сатурн



Мимас



Энцелад



Тетия



Диана



Рея



Титан



Гиперион



Япет



Феба

Уран



Пак



Миранда



Ариэль



Умбриэль



Титания



Оберон

Нептун



Протей



Тритон



Нереида

Плутон



Харон



Десмония



Земля

Солнце

Солнце — огромный газовый шар, в центре которого идут ядерные реакции. Основная доля массы Солнечной системы сосредоточена в нашем светиле (99,8 %), именно поэтому оно удерживает притяжением все объекты системы размером более 60 млрд км. Солнце родилось из газопылевой туманности около 4,5 млрд лет назад. Именно тогда в ги-

гантском холодном шаре закипели мощные термо-ядерные процессы, которые сегодня уже исчерпали почти половину всего водорода, составляющего сердцевину ядра. Когда водородное топливо окончательно исчезнет, ядерные процессы кардинально изменятся — и начнется эра колоссальных взрывных превращений, сопровождаемых гибелью внутренних планет, а Солнечная система превратится в планетарную газопылевую туманность.

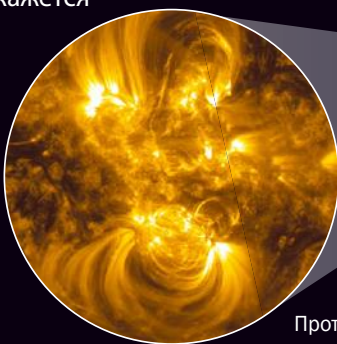
Основные физические характеристики Солнца

Параметр	Значение
Средний диаметр	$1,392 \times 10^9$ м (109 диаметров Земли)
Площадь поверхности	$6,07\,877 \times 10^{18}$ м ² (11 917,607 площади Земли)
Объем	$1,40\,927 \times 10^{27}$ м ³ (1 301 018,805 объема Земли)
Масса	$1,9\,891 \times 10^{30}$ кг (332 982 массы Земли)

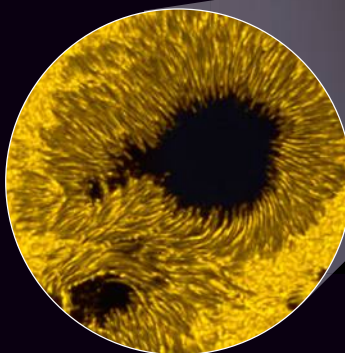
Состав и структура

Цвет светила желто-оранжевый, и наблюдаем мы его таким из-за излучения отрицательных ионов водорода. При погружении в глубины фотосферы быстро теряется ее прозрачность — и именно поэтому доступный зрению край Солнца кажется довольно резким.

На поверхности звезды много интересных деталей в виде светлых полос, зернистых образований и пузырьков. Зернистые образования называются гранулами, их размеры сравнительно невелики; достигая в поперечнике нескольких тысяч километров, они разделены дистанцией в несколько сотен километров. Обычно в спокойном состоянии на солнечной поверхности можно одновременно увидеть около миллиона гранул, причем каждая существует всего несколько минут. Их структура чем-то напоминает пчелиные соты, поскольку каждая ячейка окружена темными промежутками. В гранулированных сотах солнечной поверхности вещество поднимается и тут же опускается вглубь из-за внутренних конвекционных потоков.



Протуберанцы выбрасывают в окружающее пространство колоссальное количество коронарной массы Солнца



У солнечных пятен видны черная тень и окружающая ее серая волокнистая полутьна

200 тыс. лет
Требуется фотону, чтобы
выбраться из ядра Солнца
и достичь его поверхности

≡ Структура Солнца

1. Ядро

В центре Солнца расположен пусковой механизм, инициирующий непрерывные термоядерные процессы невероятной силы. Здесь происходит постоянное превращение водорода в гелий, в результате чего выделяется колоссальное количество энергии, заставляющее звезду излучать ярчайшие потоки света. Эта зона самая плотная и горячая. Несмотря на огромную плотность вещества, в тысячи раз превосходящую самые твердые металлы, ядро пребывает в жидком состоянии. Примечательно, что разные слои Солнца вращаются вокруг центральной оси с различной скоростью, быстрее всего — ядро, которое занимает около 25 % общего объема звезды.

2. Зона лучистого переноса

Процессы термоядерного превращения полностью прекращаются. Температура во всей толщине слоя почти одинаковая, поэтому перенос энергии осуществляется не конвекционным способом (перемешиванием вещества), а путем поглощения и излучения фотонов. Вещество в этой области практически неподвижно, из-за чего скорость ее вращения вокруг центральной точки совпадает со скоростью ядра.

9 000 000 °C
15 000 000 °C

3. Конвективная зона

Эта область занимает довольно большой объем (около 2/3) Солнца и простирается вплоть до его фотосферы. Из-за обширных размеров слоя температура и плотность вещества в ближайших к центру районах и у поверхности значительно разнятся между собой, поэтому процессы, происходящие в конвективной зоне, напоминают постоянное закипание воды, когда холодные потоки под своей тяжестью устремляются вниз, замещаясь более горячими.

5 600 °C

4. Фотосфера

У видимого края диска лежат наиболее глубокие слои разреженного солнечного вещества, называемые фотосферой. На фоне всего диска толщина фотосферы совершенно незначительна, поэтому ее и определяют как граничную поверхность Солнца.

≡ Красный карлик Проксима Центавра — ближайшая к нам звезда

ЗНАЕТЕ ЛИ ВЫ, ЧТО...

Существуют звезды, в строении которых полностью отсутствует лучистая зона. К ним относятся красные карлики, красные гиганты и молодые звезды. На месте лучистой у них располагается конвективная зона, простирающаяся от ядра до фотосферы и занимающая таким образом почти весь объем звезды.



« Один из самых больших выбросов высокотемпературной солнечной плазмы произошел 31 августа 2012 года

внешние, сильно разреженные ее слои. Последняя имеет сложную лучистую структуру, которую можно наблюдать во время полного солнечного затмения.

Космический путь Солнца

Наше светило стремительно направляется в центр созвездия Геркулеса, одновременно вращаясь вокруг центра Млечного Пути со скоростью 240 км/с. Солнечная система расположена вблизи плоскости симметрии галактического диска, на расстоянии около 8 тыс. парсек (27 тыс. световых лет) от галактического центра (практически на равном расстоянии от центра Галактики и ее края), на окраине рукава Ориона. Солнце является типичным желтым карликом и в полном соответствии с закономерностями звездной эволюции через несколько миллиардов лет превратится в красного гиганта. В эту эпоху солнечная атмосфера достигнет земной орбиты, затем постепенно рассеется, и на месте нашего светила останется звезда — белый карлик. Слабый холодный свет солнечного остатка будет выбрасывать запасы энергии еще миллиарды лет, пока полностью не превратится в невидимый остывший объект.

Большинство звезд гаснет тихо, переходя в мир холодных небесных тел практически незаметно, но есть среди звездного населения Вселенной и амбициозные создания, заявляющие о своей кончине на весь мир. Это видимые даже днем вспышки сверхновых, упоминания о которых можно встретить в летописях самых разных племен и народов. В среднем подобные чудовищные звездные взрывы происходят в каждой галактике раз в два-три десятилетия. В максимуме своего блеска вспышка сверхновой вполне



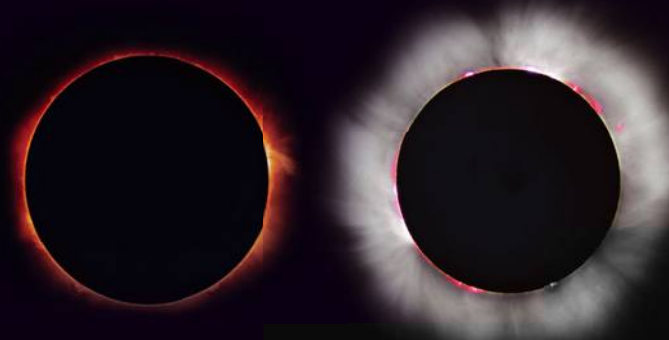
Земля показана для масштаба

В солнечной атмосфере непрерывно бушуют штормы, периодически переходящие в ураганы. Они сопровождаются появлением солнечных пятен и протуберанцев — чудовищно гигантских выбросов вещества фотосферы. Пятна обычно группируются из нескольких больших и малых образований, так что могут занимать обширные районы на диске. Общая картина подобных ассоциаций все время изменяется, поскольку пятна рождаются, изменяют размер, распадаются и исчезают. При этом уровень активности нашей дневной звезды однозначно определяется количеством пятен. Особенно много их бывает в период активного Солнца.

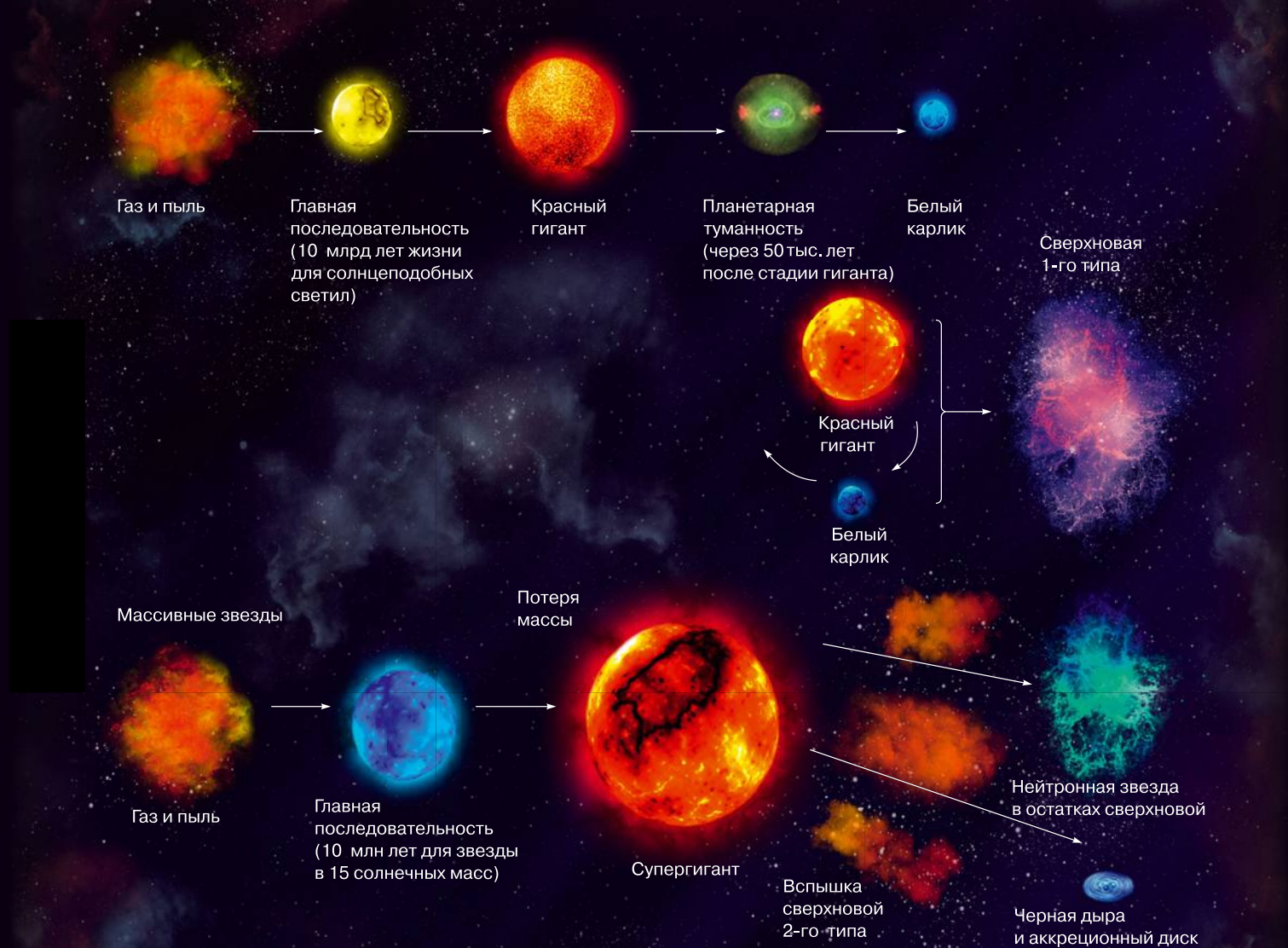
Солнце главным образом состоит из водорода и гелия. В центральных областях светила температура достигает более 15 млн °С. В подобных условиях солнечное вещество совсем не похоже на обычный разогретый газ. Стремительно сталкивающиеся атомы срывают внешние электронные оболочки и превращаются в ионы. Солнечная вспышка представляет собой совершенно уникальный процесс выброса световой, тепловой и кинетической энергий в солнечную атмосферу. Вспышка затрагивает почти все слои солнечной атмосферы, включая хромосферу, фотосферу и корону — так называют самые

ЭТО ИНТЕРЕСНО!

Группа астрономов, используя для наблюдений новый инфракрасный восьмиметровый телескоп, а также данные для молодых звездных скоплений с космического телескопа «Хаббл», неожиданно открыла целый мирок сверхмассивных звезд. Их массы в сотни раз превосходят солнечную, что намного превышает теоретический предел, принятый в настоящее время. Существование этих странных светил, блистающих в миллионы раз ярче Солнца, заставляет пересмотреть отдельные положения астрофизики и заново поставить вопрос о том, насколько массивными в принципе могут быть звезды.



☞ Солнечная корона хорошо видна только во время полного затмения



➤ Путь звездной эволюции Солнца

может затмить сотни миллиардов звезд, превышая свет от всего остального галактического звездного населения.

Еще в 1930-х годах ученые предполагали, что взрывы сверхновых образуют сверхплотные нейтронные звезды. Много позже это подтвердило открытие пульсаров — очень быстро вращающихся нейтронных звезд. Один из первых пульсаров был обнаружен в самом центре Крабовидной туманности в созвездии Тельца на месте сверхновой вспышки 1054 года.

≈ Классификация звезд по спектру излучения

Спектральные классы звезд обозначаются буквами латинского алфавита O, B, A, F, G, K, M, R, N. Каждый класс делится на 10 подклассов. Солнце — звезда класса G подкласса 2. Близкие по спектральному классу светила обозначаются от G0 до G9. Причем звезда с большим номером спектрального класса характеризуется меньшей температурой на поверхности.



Межпланетная среда

Пространство внутри Солнечной системы от короны светила до границ гелиосферы заполнено веществом и различными полями, которые образуют межпланетную среду. В нее не входят лишь планеты и тела. По большей части межпланетная среда состоит из солнечного ветра, межпланетных магнитного

поля и пыли, космических лучей, нейтрального газа, электромагнитного излучения. Она играет ключевую роль в формировании космической погоды.

Понятие космической погоды описывает солнеч-но-земные связи и взаимодействия, включающие такие явления, как солнечная и геомагнитная активность, влияние на технику (радиопомехи, радиационная обстановка) и людей.

ЗНАЕТЕ ЛИ ВЫ, ЧТО...

Наиболее выраженный и изученный цикл солнечной активности составляет 11 лет (он также называется циклом Шваббе — Вольфа). В среднем за четыре года на светиле увеличивается число пятен, а затем за семь — уменьшается. Подсчет солнечных циклов ведется с 1755 года, и в настоящий момент их 24 (последний начался в 2009 году).

✧ Воздействие солнечного ветра на магнитосферу Земли

Северный магнитный полюс

Планетарные
ионные токи

Южный магнитный полюс

Солнечный ветер — основной компонент межпланетной среды, который представляет собой сверхзвуковой поток ионизированных частиц, истекающий из солнечной короны в космическое пространство и достигающий Земли за двое–трое суток.

1

Нейтральный газ.

2

Межпланетное магнитное поле — пространство вокруг планеты, которое образуется при отклонении заряженного потока частиц (например, солнечного ветра), имеющего определенную траекторию движения, под воздействием магнитного поля планеты.

3

Космические лучи — элементарные лучи и атомные ядра, имеющие огромную энергию, которые движутся в космическом пространстве.

4

Межпланетная пыль.

5

Электромагнитное излучение — возмущение электромагнитного поля, распространяющееся в пространстве (терагерцовое, инфракрасное, ультрафиолетовое, рентгеновское, гамма-излучение, радиоволны (начиная со сверхдлинных), видимый свет).

6

Внутренняя область Солнечной системы

Меркурий

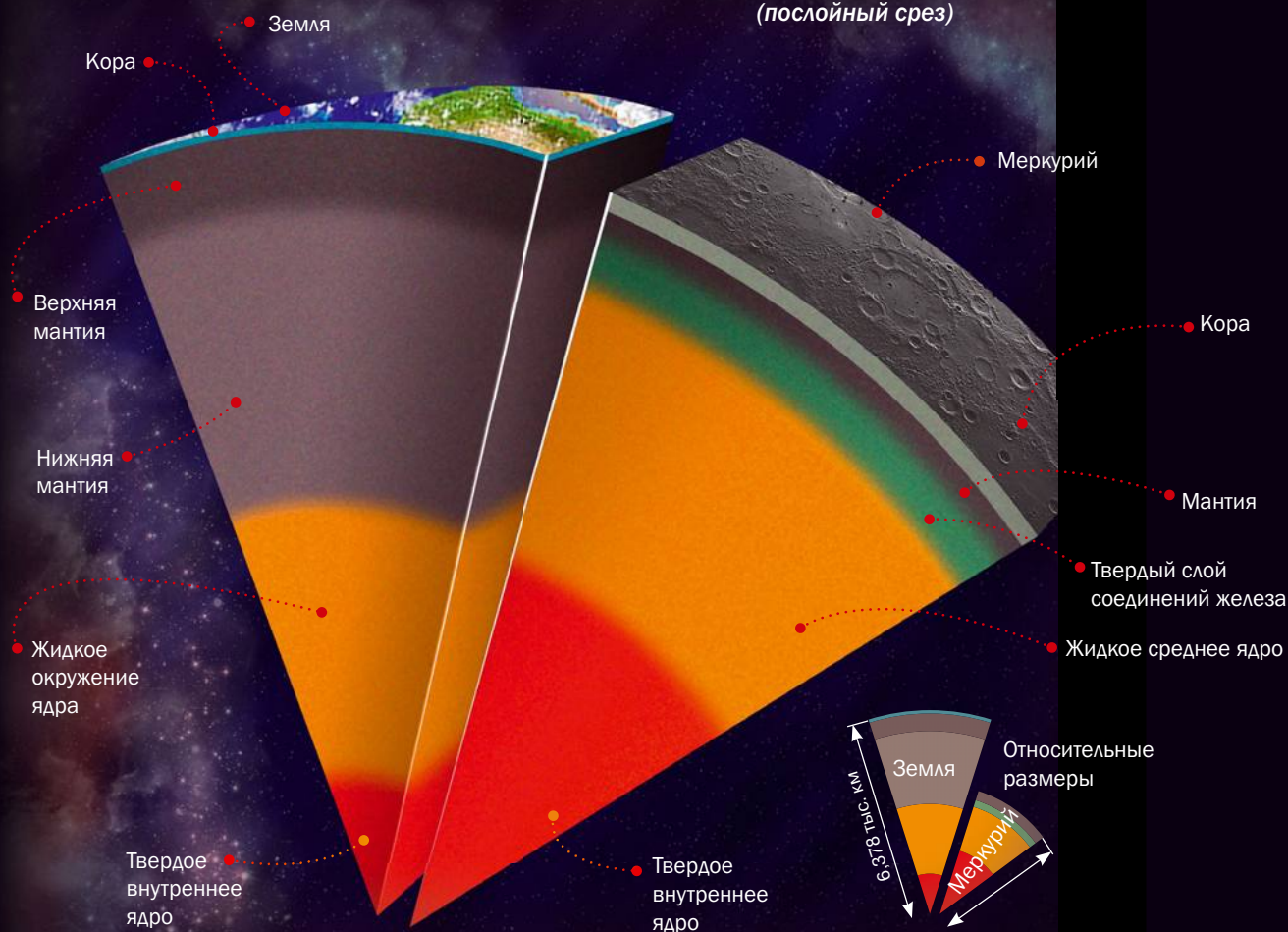
Самая быстро движущаяся по орбите планета была названа в честь римского бога торговли, славившегося своей притворностью. Ее поверхность скалиста, покрыта кратерами и напоминает лунные пейзажи. Схожесть так велика, что даже не всякий астроном сможет сразу отличить отдельно взятые участки Луны и Меркурия. Нет видимых различий в размерах кратеров, структуре их наружных и внутренних валов, наличии более темных морей и океанов. Такая поверхность на Меркурии, как и на Луне, возникла вследствие бесчисленных падений крупных и мелких метеоритов, вызывавших сотрясение почвы и извержение лавы в далеком прошлом.

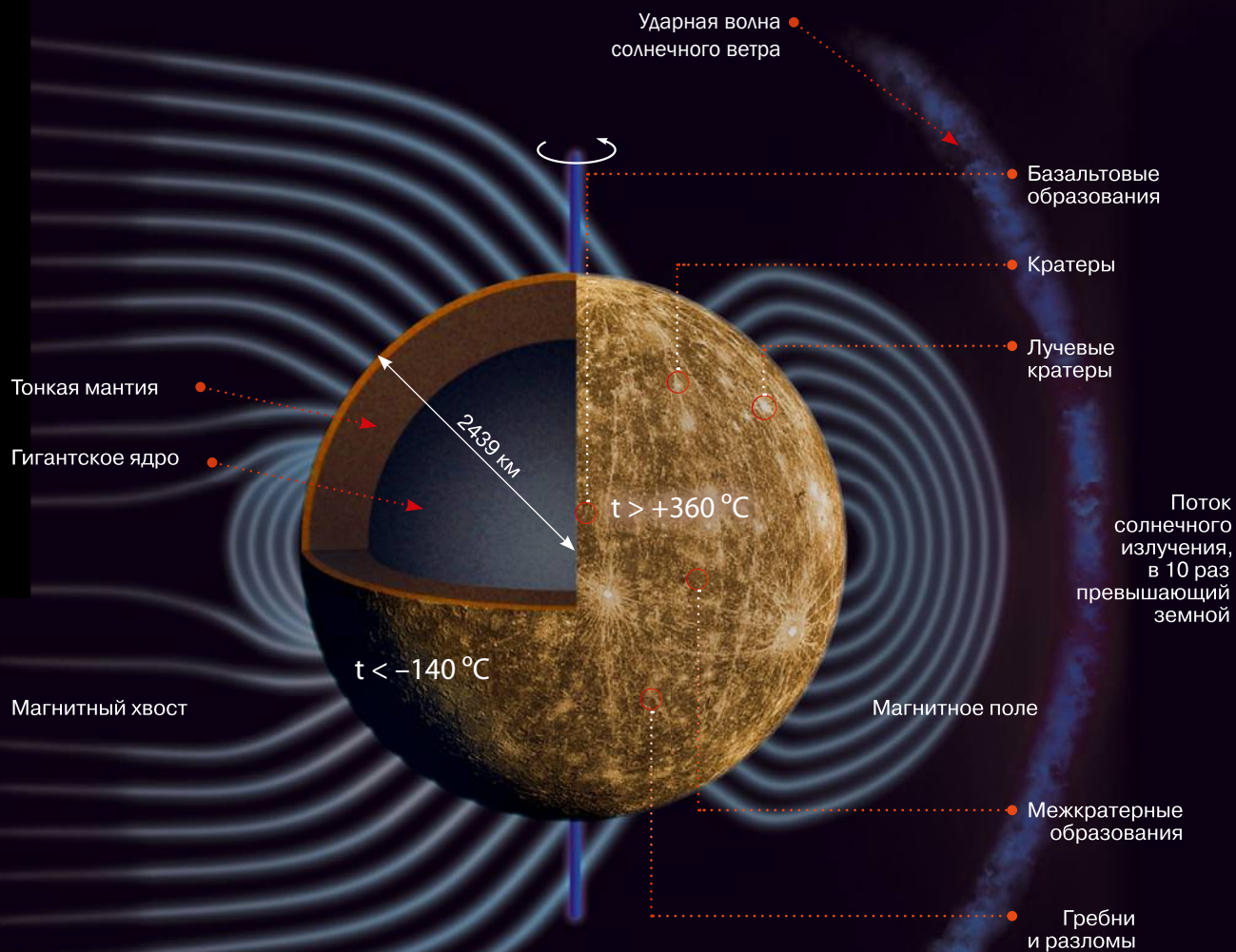
Безжизненная поверхность >> ближайшей к Солнцу планеты похожа на Луну

Как и другие планеты земной группы, Меркурий состоит из коры, мантии и ядра. Процентное содержание железа в его ядре выше, чем у любой другой планеты Солнечной системы. Предполагают, что вначале Меркурий имел такое же соотношение металла и силикатов, как в обычном метеорите, при гораздо большей своей массе. Однако миллиарды лет назад Меркурий столкнулся с планетоподобным телом — карликовой планетой,



Mercury in comparison with Earth (cross-section)





ЭТО ИНТЕРЕСНО!

Возможно, как и земное, магнитное поле Меркурия возникает в результате своеобразного эффекта динамо. Данное явление — результат циркуляции жидкого ядра планеты, которое постоянно «взбалтывают» чрезвычайно сильные солнечные приливные силы, не дающие кристаллизаться сердцевине планеты.

имеющей в шесть раз меньшую массу при диаметре 300–500 км. Этот катастрофический удар мог бы снести большую часть изначальной коры и мантии, резко увеличив долю ядра в составе планеты.

После того как космический аппарат «Маринер-10» обнаружил слабое магнитное поле, напряженность которого в 100 раз уступает земному, долгое время считалось, что в недрах Меркурия находится твердое металлическое ядро, составляющее 60 % массы планеты. Однако в последние годы радиоастрономические наблюдения показали, что особенности вращения этой планеты более характерны для

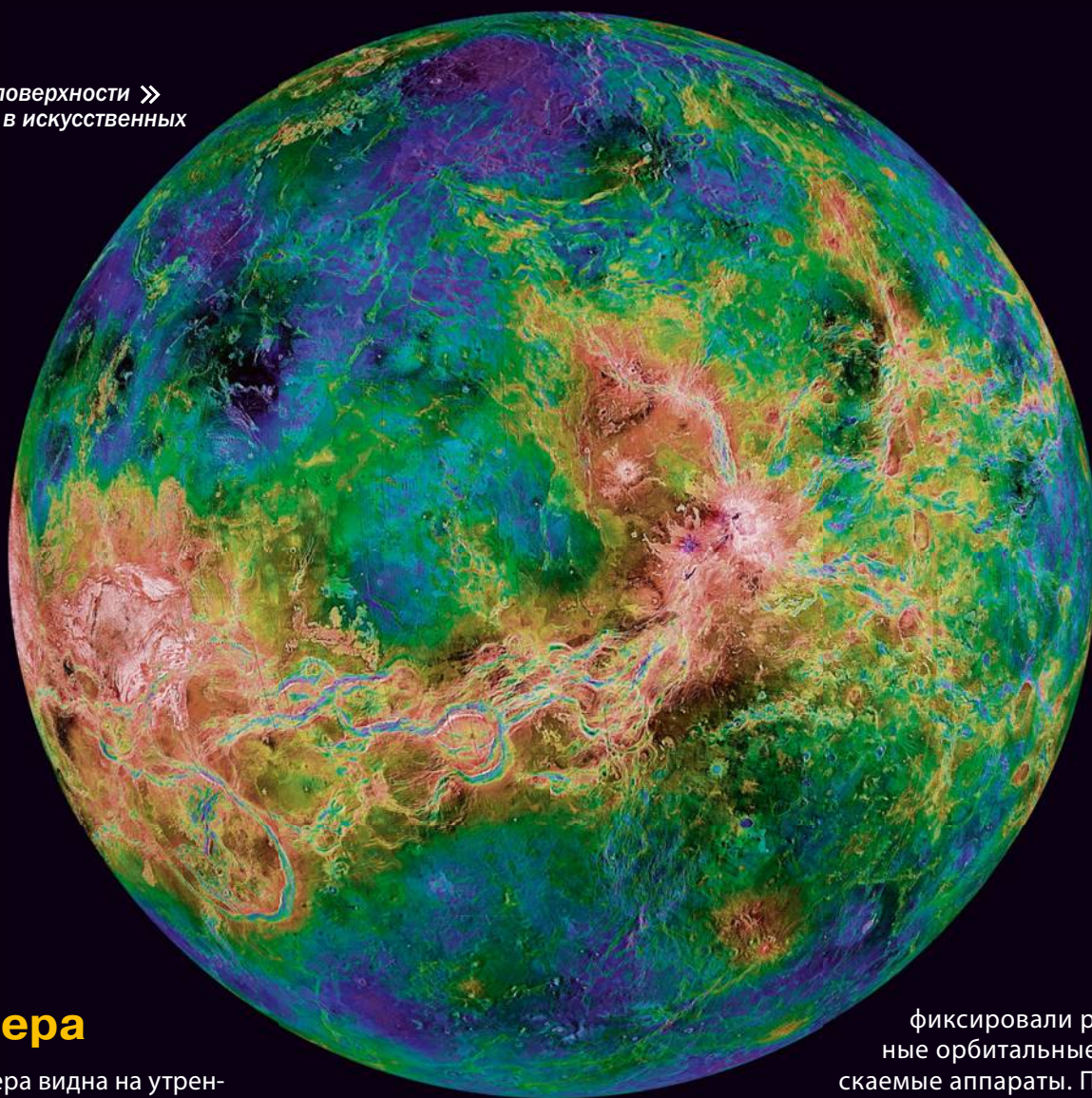
Строение недр, поверхности и магнитного поля Меркурия

жидкокристаллической структуры околоядерных слоев.

Меркурий то раскален до +400 °C солнечными лучами, то охлажден до –200 °C. На нем крайне разреженная атмосфера, в 500 млрд раз менее плотная, чем у Земли, однако в целом природа планеты очень напоминает лунную. Существует гипотеза, что когда-то он был спутником Венеры.

С поверхности Меркурия можно наблюдать большое количество необычных астрономических явлений, связанных с тем, что его день равен трем земным годам. По этой причине, а также из-за сильно вытянутой орбиты первые космонавты, высадившиеся где-нибудь в области терминатора (границы между ночью с ее космическим холодом и днем с нестерпимой жарой), будут наблюдать Солнце, которое выйдет из-за близкого горизонта, остановится посреди небосвода, немного продвинется в обратном направлении, опять приостановится и после этого быстро опустится на другой стороне горизонта.

Детали поверхности »
Венеры в искусственных
цветах



Венера

Венера видна на утреннем и вечернем небе как ослепительно-яркая звезда. Плотная атмосфера планеты (в 92 раза плотнее земной) создает парниковый эффект и нагнетает температуру у поверхности 464°C — это больше, чем у самого близкого к Солнцу Меркурия! Доподлинно известно, что на Венере идут дожди из серной кислоты. На высоте свыше 50 км физические условия вполне напоминают земные. Так, температура колеблется около $+30^{\circ}\text{C}$, а давление составляет одну земную атмосферу. Естественно, что в подобных условиях возможно наличие воды в жидком состоянии, скажем, в виде тумана, что в принципе способно привести к появлению простейших форм жизни.

В образовании венерианских кислотных облаков, скорее всего, задействованы многочисленные вулканы, постоянно извергающие гигантское количество серосодержащей магмы. Активная вулканическая деятельность ведет и к появлению мощных электрических разрядов, формирующих настоящие электрические штормы в атмосфере данной планеты. Этот феномен неоднократно

фиксировали различные орбитальные и спускаемые аппараты. Последние данные говорят о том, что

грозы на Венере характеризуются частотой молниевых разрядов, не менее чем в 100 раз превышающих земной показатель. Это поразительное явление получило название электрического дракона.

Вокруг полюсов планеты недавно были открыты полярные воротнички, состоящие из циклопических атмосферных вихрей, более чем в четыре раза превышающих аналогичные земные образования. У каждого венерианского циклона есть два центра вращения — полярные диполи. Период оборота циклонов — около трех дней, а скорость ветра возрастает от штиля в глазном центре вращения и до 50 м/с на периферии. Полярные вихри, по современным представлениям, могут быть определены как венерианские антициклоны с нисходящими потоками атмосферных масс, резко поднимающимися у полярных воротничков. Некоторым подобием полярных вихрей Венеры можно назвать земные зимние полярные антициклоны, образующиеся над Антарктидой.

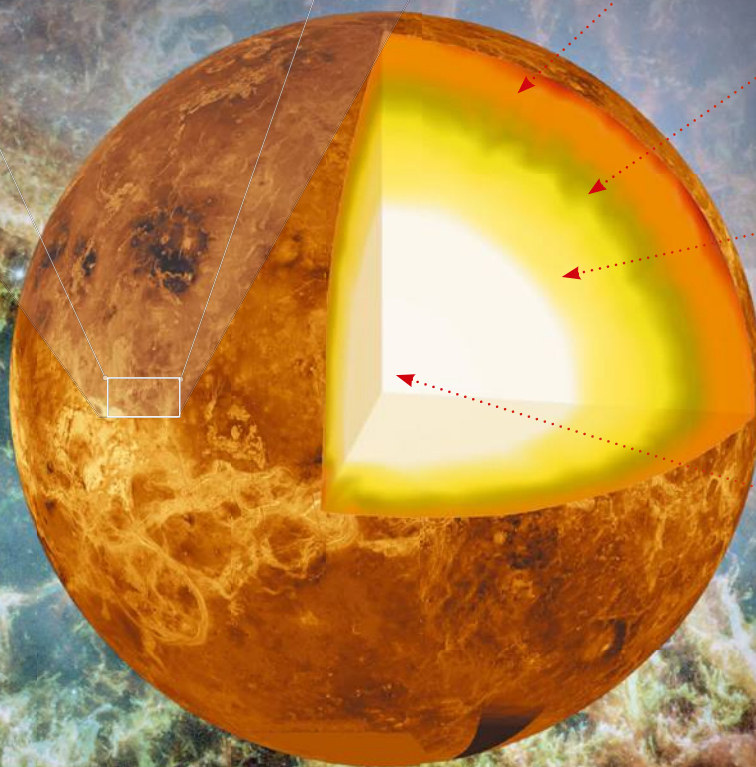
« Ответы сверхмощных электрических драконов Вены (цвет указывает на их плотность)

Поскольку собственное магнитное поле у планеты отсутствует, следует считать, что в железном ядре нет перемещения заряженных частиц — электрического тока, вызывающего магнитное поле, стало быть, движения вещества в ядре не происходит (оно пребывает в твердом состоянии). Плотность в центре планеты достигает 14 г/см^3 . Выше ядра расположена слоистая мантия, состоящая из различных соединений кремния, которые встречаются при вулканических извержениях магмы. Слои мантии

подразделяются на внешнюю твердую кору и внутренний жидкий расплав.

На поверхности Вены тысячи различных по размерам и форме вулканов. Некоторые из них достигают 6 км в высоту, но подавляющая часть не превышает 2–3 км. В большинстве своем вулканы потухшие, однако некоторая часть, возможно, проявляет активность и в настоящее время. Один из наиболее реальных кандидатов в действующие вулканы — горная система Маат.

✧ Внутреннее строение Вены



Кора толщиной 16 км

Мантия с силикатной оболочкой глубиной порядка 3300 км

Железное ядро, масса которого составляет около четверти всей массы планеты

Центр планеты

Земля

Мы привыкли считать свою планету необъятным миром — и пусть это будет так, пусть никогда не потеряют для ее жителей величия и красоты горы и пустыни, моря и реки, города и леса. Однако земляне должны помнить: все то, что находится в нашем владении, — лишь маленькая планета у небольшой звезды в огромной Вселенной.

Земля относится к планетам земной группы и по удаленности расположена на третьем месте от Солнца. Она образовалась около 4,5 млрд лет назад. Примерно в то же время появился и ее спутник — Луна. В течение первого миллиарда лет существования Земли на ней возникли организмы. Пока нет сведений о жизни на другом небесном теле ни в Солнечной системе, ни вне ее. В последнее время открываются новые планетарные системы у иных звезд, однако их изучение затруднено непреодолимыми расстояниями. Возможно, в будущем жизнь найдется рядом с нами или же межзвездное пространство станет проходимым.

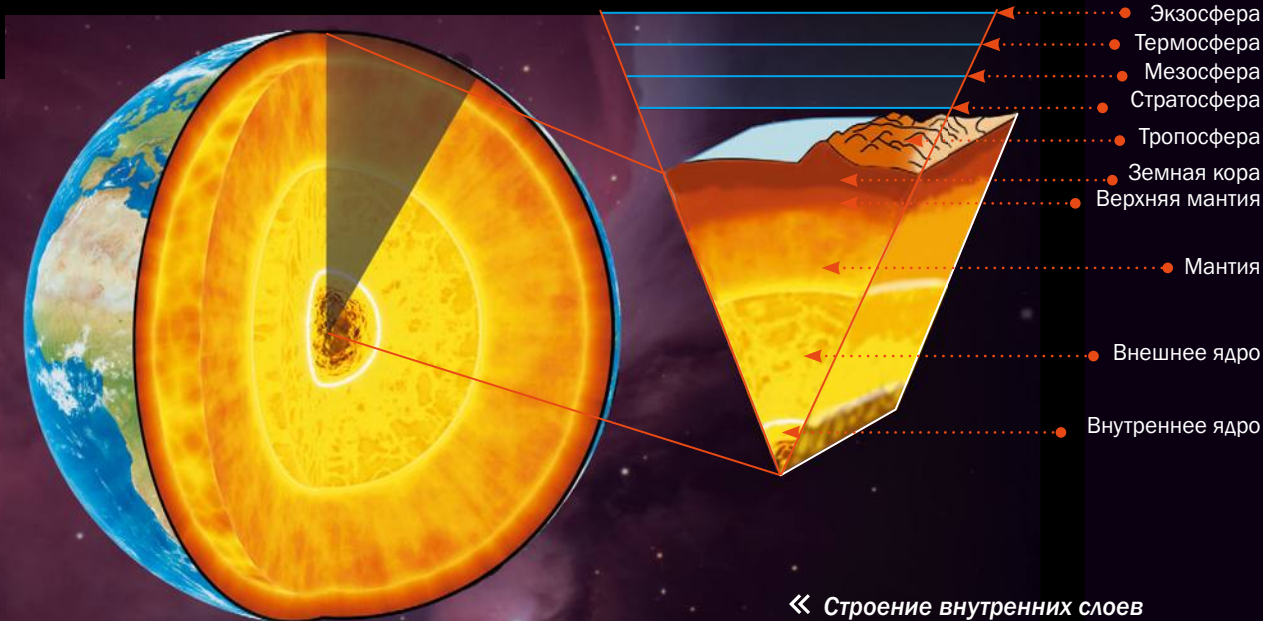
Такая неправильная... форма Земли

Центробежная сила вращения планеты не позволяет ей принять абсолютно шарообразную форму. Первоначально предполагалось, что Земля



⬆ **Наша Земля, вид из космоса**

эллипсоид — она несимметрична и как бы сплюснута у полюсов. Разница между экваториальным и полярным радиусами планеты составляет около 20 км, а с недавнего времени более точные измерения показали, что расстояние от экватора до Северного полюса меньше, чем до Южного. Однако реальная форма Земли далека от эталона и представляет собой геоид, она также определяется неровностями рельефа океанического дна и материков, такими как глубокие впадины и возвышенности.



⬅ **Строение внутренних слоев земного шара**

Сила земного притяжения

Наша планета обладает сильным магнитным полем, без которого жизнь на ней была бы невозможна. Оно генерируется глубоко в недрах благодаря движению жидкого металлического ядра. Действие магнитных сил Земли достигает огромных расстояний и уходит в высоту примерно на 100 тыс. км. Именно магнитное поле удерживает атмосферу и искажает движение губительных ионизированных частиц солнечного ветра, образуя магнитосферу.

Примечательно, что расположение магнитных полюсов не совпадает с географическими. В районе Северного полюса Земли находится южный магнитный полюс, и наоборот. Точные координаты полюсов постоянно меняются, так как они пребывают в непрерывном движении. В среднем магнитные полюсы смещаются за год на расстояние, равное 10 км.

⤴ Полярное сияние над озером в Исландии

ЗНАЕТЕ ЛИ ВЫ, ЧТО...

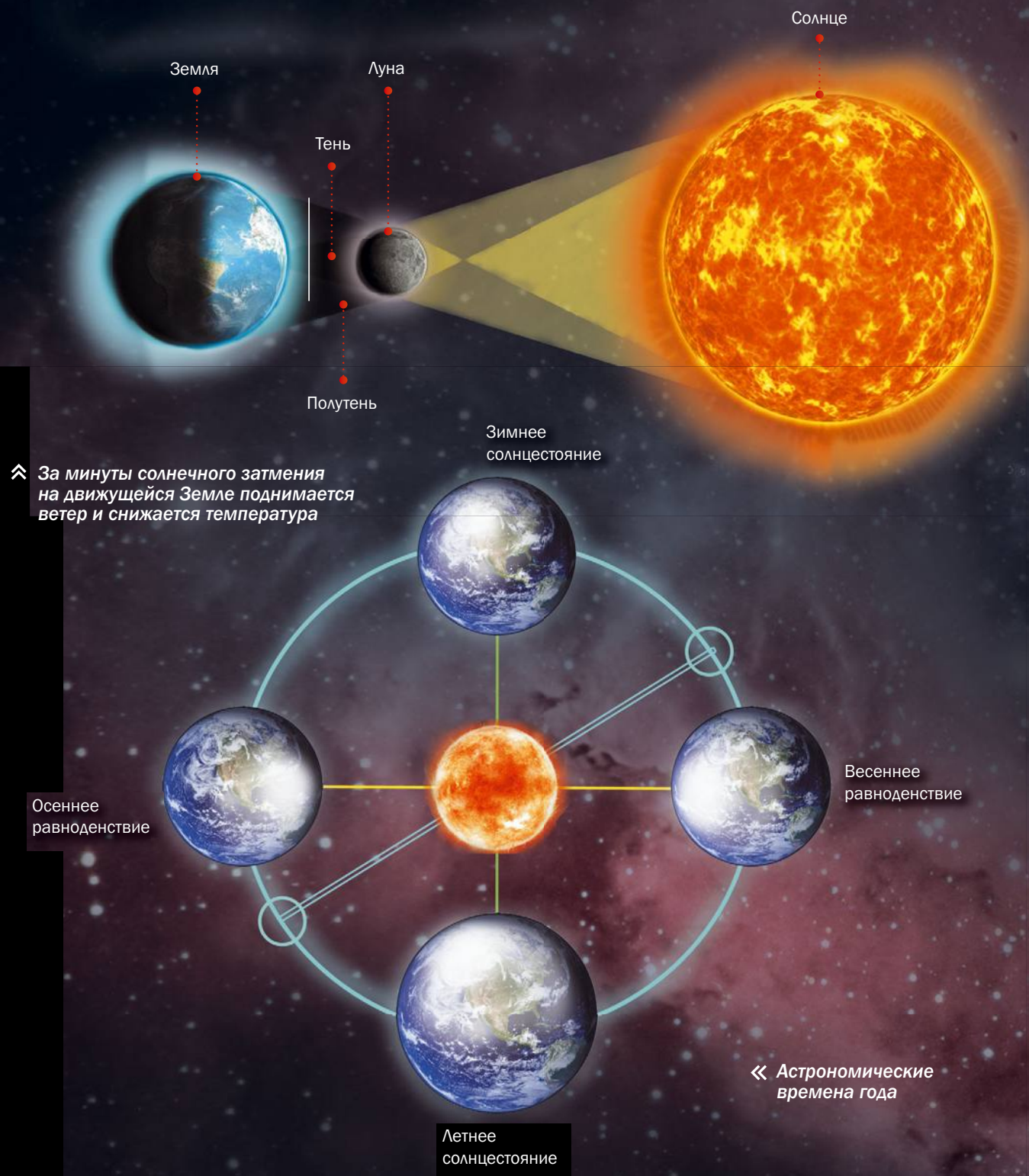
Такое красивое природное явление, как полярное сияние, физически объясняется столкновением верхних слоев земной атмосферы с сильным потоком ионизированных частиц солнечного ветра. Его можно наблюдать и на других космических объектах, обладающих сильным магнитным полем, например на Сатурне, Юпитере и Венере. Мы привыкли называть сияния «северными», но они могут происходить и на Южном полюсе нашей планеты.

Движение Земли

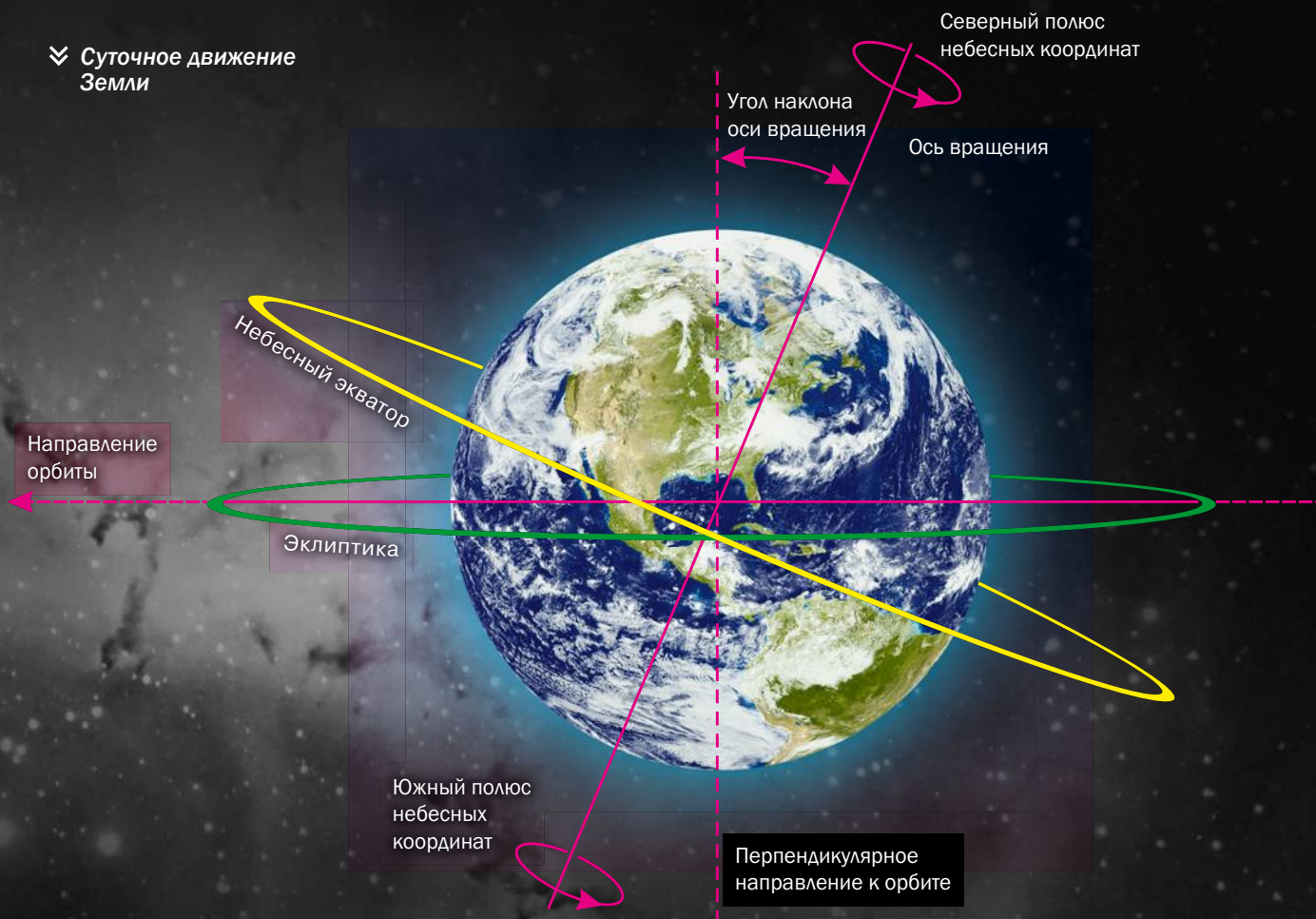
То, что движение — жизнь, справедливо не только для человеческого организма, но и для нашей планеты в целом. Каждую секунду мы перемещаемся в космическом пространстве с огромной скоростью — около 30 км/с, совершая не одно, а четыре типа движений. Первое и наиболее ощутимое для нас каждую минуту — это вращение Земли вокруг своей оси. День

сменяет ночь, а ночь сменяет день, обеспечивая бесконечное течение времени. Наверное, каждый человек хотя бы раз в жизни хотел, чтобы в сутках было 36 ч, а то и больше, ведь привычных нам 24 не всегда хватает. Оказывается, в сутках времени и того меньше! Полный оборот вокруг своей оси Земля совершает за 23 ч 56 мин 4,1 с.

Планета вращается вокруг Солнца не по строго круговой орбите, а слегка вытянутой эллипсоидной.



☞ Суточное движение Земли



Самая близкая к нашему светилу точка земного пути называется перигелий, а самая дальняя — афелий. В афелии мы находимся в июле, а в перигелии — в январе. Земля парит в пространстве не строго перпендикулярно своей орбите, а под наклоном, который составляет $23,5^\circ$, но и он может периодически меняться из-за лунного притяжения. Этот процесс называется прецессией. Именно наклон земной оси в совокупности с вращением вокруг Солнца обеспечивает неравномерный нагрев поверхности планеты в течение всего года, из-за чего происходит смена сезонов.

Движение Земли вокруг своей оси во многом сходно с кружением запущенного волчка, верхняя

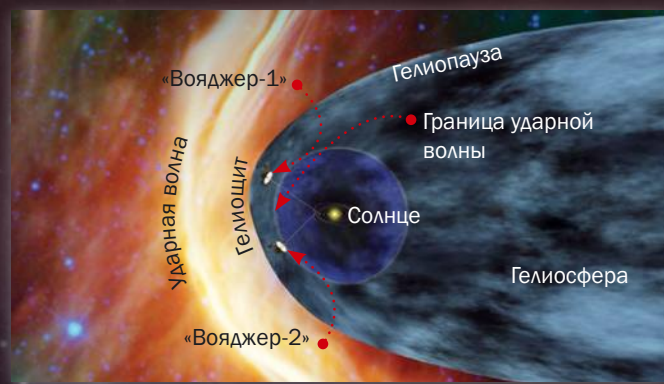
ЗНАЕТЕ ЛИ ВЫ, ЧТО...

Существуют четыре даты, которые выделяют астрономические времена года:

- 20 марта — весеннее равноденствие (начало астрономической весны);
- 21 июня — летнее солнцестояние (светило в полдень стоит в зените с максимальной длиной дня — начало астрономического лета);
- 23 сентября — осеннее равноденствие (начало астрономической осени);
- 23 декабря — зимнее солнцестояние с самым коротким днем в году (начало астрономической зимы).

точка которого при постепенном замедлении начинает описывать в пространстве конусы. Двигаясь в космическом пространстве, и земная ось совершает подобные действия, что с течением времени неизбежно приводит к изменению координат светил на звездном небе. Полный цикл земной прецессии составляет около 25 тыс. 800 лет.

« Земля вместе с Солнцем движется сквозь пространство Галактики



✧ Центр масс в нашей системе находится на 5 тыс. км под поверхностью Земли



Спутница нашей планеты — Луна

Ночное светило — Луну — можно назвать гигантским зеркалом, отражающим на земную поверхность потоки солнечных лучей. Одна из самых популярных гипотез возникновения Луны — это столкновение Земли с небесным телом величиной с Марс 4,5 млрд лет назад. Удар выбил из нашей планеты огромный кусок расплавленной мантии, из которого и образовалась Луна. Она сопровождает Землю практически все время ее существования. Все мы прекрасно знаем, как преобразуется лунный облик из узенького серпика в круглый диск. Связано это, конечно, с изменением положения

самой Луны, Земли и Солнца на протяжении лунного месяца, в течение которого наш естественный спутник делает полный оборот вокруг Земли. Лунный месяц (промежуток между двумя новолуниями) длится 29,5 суток, что легло в основу многочисленных лунных календарей.

Небесный танец с Луной

Наш естественный спутник Луна образует вместе с Землей особую систему, именуемую некоторыми учеными «двойной планетой». Подобное название дано системе «Земля — Луна» из-за того, что массы и размеры этих космических объектов соотносятся между собой таким образом, чтобы оказывать вза-

имное и ощутимое влияние на силы гравитации друг друга. Так, к примеру, масса Луны составляет $1/80$ массы Земли, в то время как самый большой спутник Юпитера может составить лишь $1/40\,000$ массы гиганта. Подобная, по космическим меркам небольшая, разница в массах вынуждает оба объекта двигаться вокруг так называемого центра масс. Период обращения составляет 27 суток 8 ч. В нашей Солнечной системе есть еще только одна подобная пара, образуемая карликовой планетой Плутоном и его спутником Хароном.

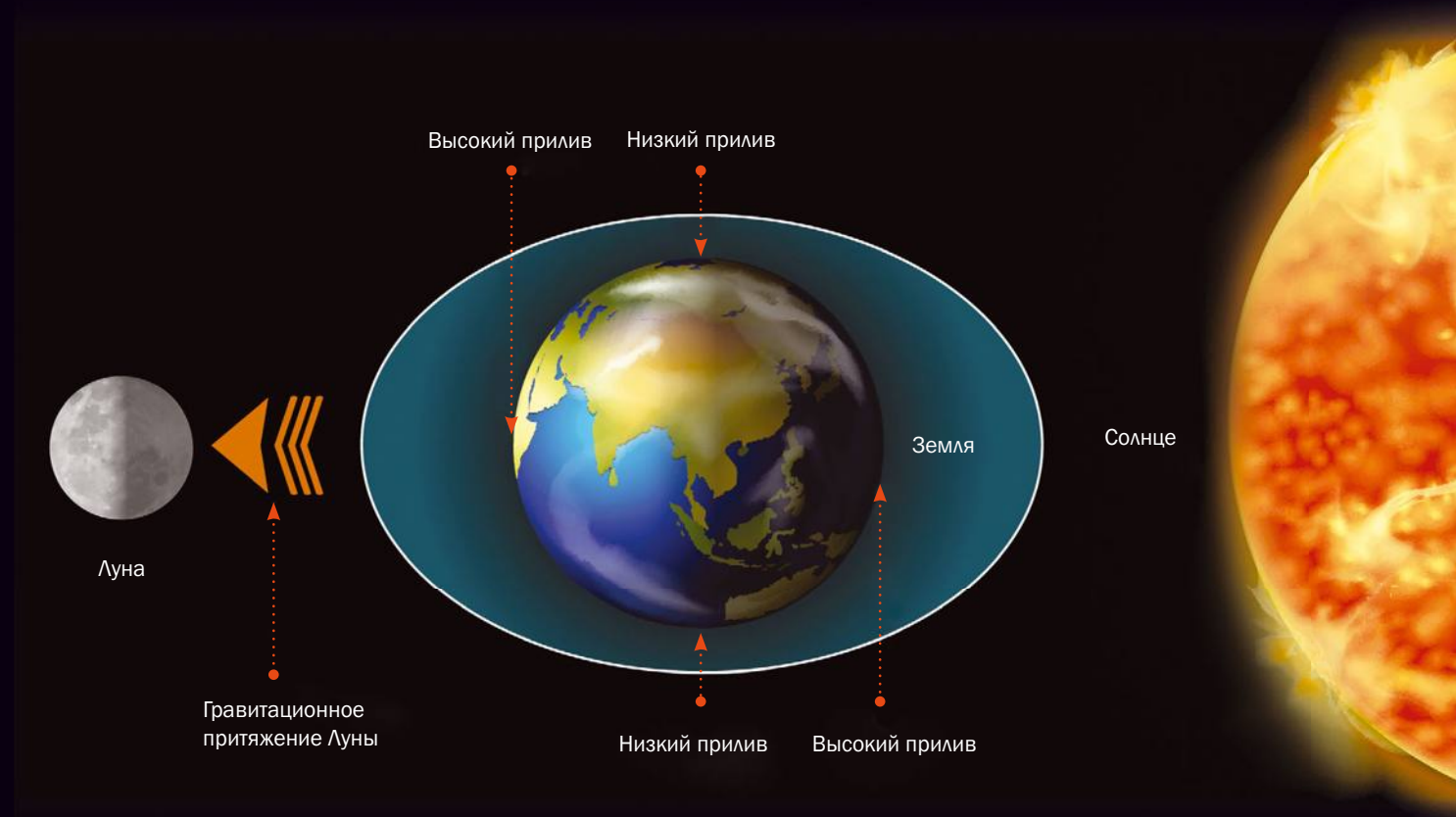
Приливы и отливы

Планетологи, исследующие Луну (их именуют селенологами — от ее греч. названия Селена), полагают, что в далеком прошлом наш спутник вращался намного быстрее, да и располагался, скорее всего, ближе. По расчетам это должно было бы вызывать сильные приливные явления в виде многометровых

ЭТО ИНТЕРЕСНО!

Поскольку в механике действие равно противодействию, то и на Луне должны наблюдаться приливные явления. Их сила во много раз превышает земные аналоги, и когда-то такие волны могли полностью затормозить вращение «ночного солнца». Из-за того, что масса Земли в 81 раз превышает массу Луны, лунные приливы довольно быстро (по геологическим меркам) должны были бы развернуть наш спутник одной стороной к планете.

волн и разрушительных землетрясений. Сегодня Луна также провоцирует колебания воды, причем и твердая земная поверхность «дышит» в поле ее притяжения, циклически плавно приподнимаясь и опускаясь на 10–20 см.



⌘ Образование океанических приливов

Фазы Луны

Луна не звезда, а всего лишь малая планета, которая не способна излучать собственную энергию. В ночном небе она сияет отраженным светом Солнца подобно зеркалу или освещенному высотному зданию. В определенные периоды своего космического пути Луна на некоторое время оказывается между Землей и Солнцем, становясь невидимой в небе, поскольку на ее «лицевую» сторону солнечные лучи не попадают. Так происходит новолуние. Иногда, через пару дней после него, в условиях ясной погоды может наблюдаться пепельное свечение Луны, и мы видим ее почти полностью, но очень-очень тускло. В такие моменты свет устремляется на наш спутник, отражаясь от земной поверхности. Продолжая свое движение,

Луна смещается, солнечные лучи начинают падать на ее поверхность под углом — постепенно на небе появляется небольшой узкий серпик. С каждым днем он становится все больше, превращаясь в круглый диск, — наступает полнолуние. В эти моменты Земля занимает место своего спутника: наша планета располагается между Солнцем и Луной. Такое периодически изменяющееся освещение лунной поверхности получило название лунаций (лунных фаз).

При наблюдении за поверхностью Луны даже невооруженным глазом видно, что ночное светило всегда повернуто к нам одной и той же стороной. Этому есть простое астрономическое объяснение: период обращения вокруг Земли в точности совпадает с длительностью лунных суток.

≡ Фазы Луны





Лунная поверхность

Первые изображения лунной поверхности дошли до нас еще из дотелескопической эпохи — они были выполнены астрономами с особенно острым зрением. Уже на них можно заметить пятна морей, цирки и яркие «лучи» в нижней части диска. Однако настоящее изучение деталей лунной поверхности началось только после изобретения телескопа. Так, первый лунный атлас прорисовал в 1609–1610 годах

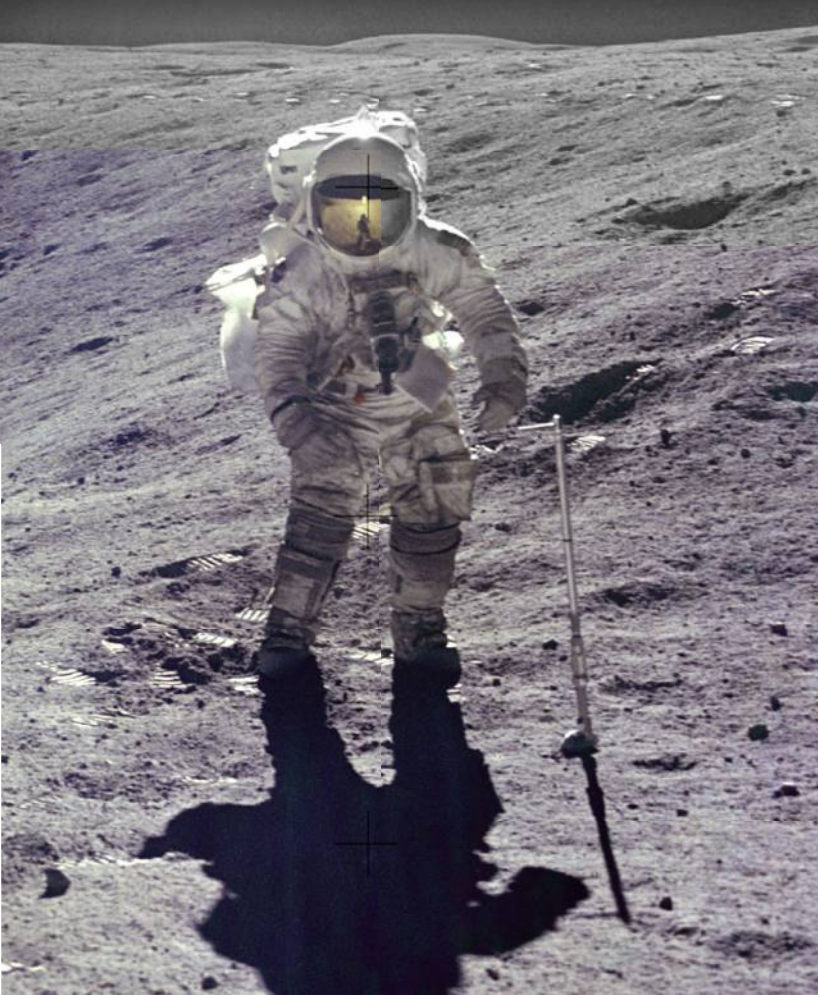
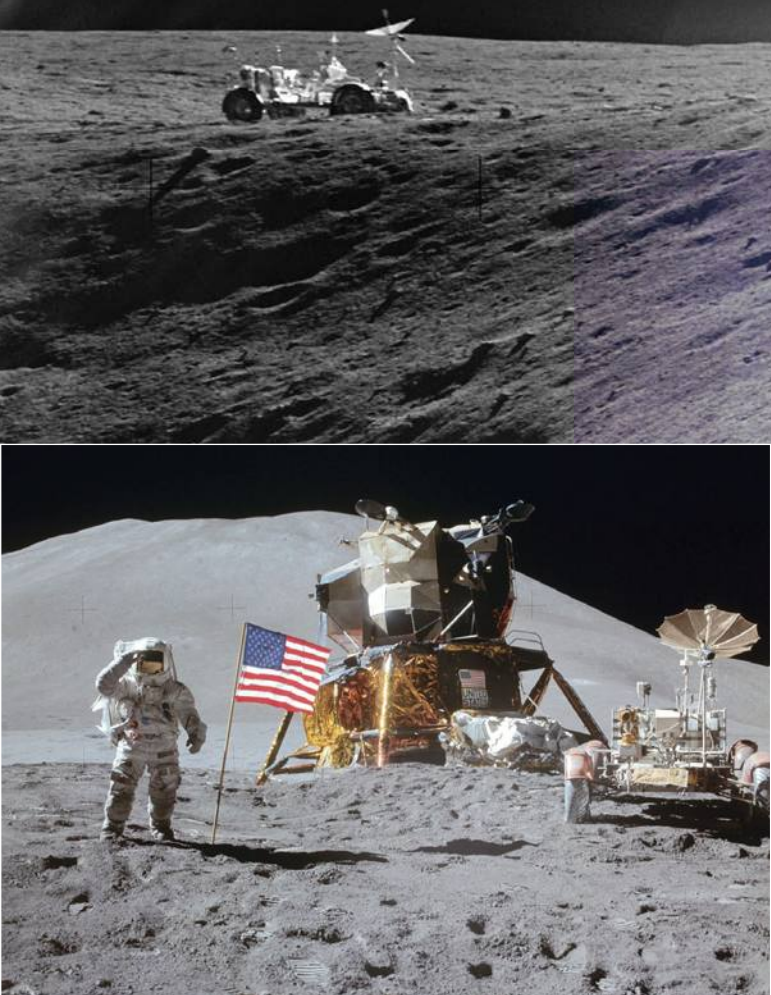
✧ *Космические первопроходцы*

« Пепельный свет Луны в ночном небе

один из создателей подобного прибора Галилей. Несколько позже знаменитый польский астроном Ян Гевелий дал лунным горам названия в честь земных хребтов Кавказа, Апеннин и Альп, а итальянский наблюдатель Джованни Риччиоли придумал имена для наиболее крупных цирков и кратеров.

ЗНАЕТЕ ЛИ ВЫ, ЧТО...

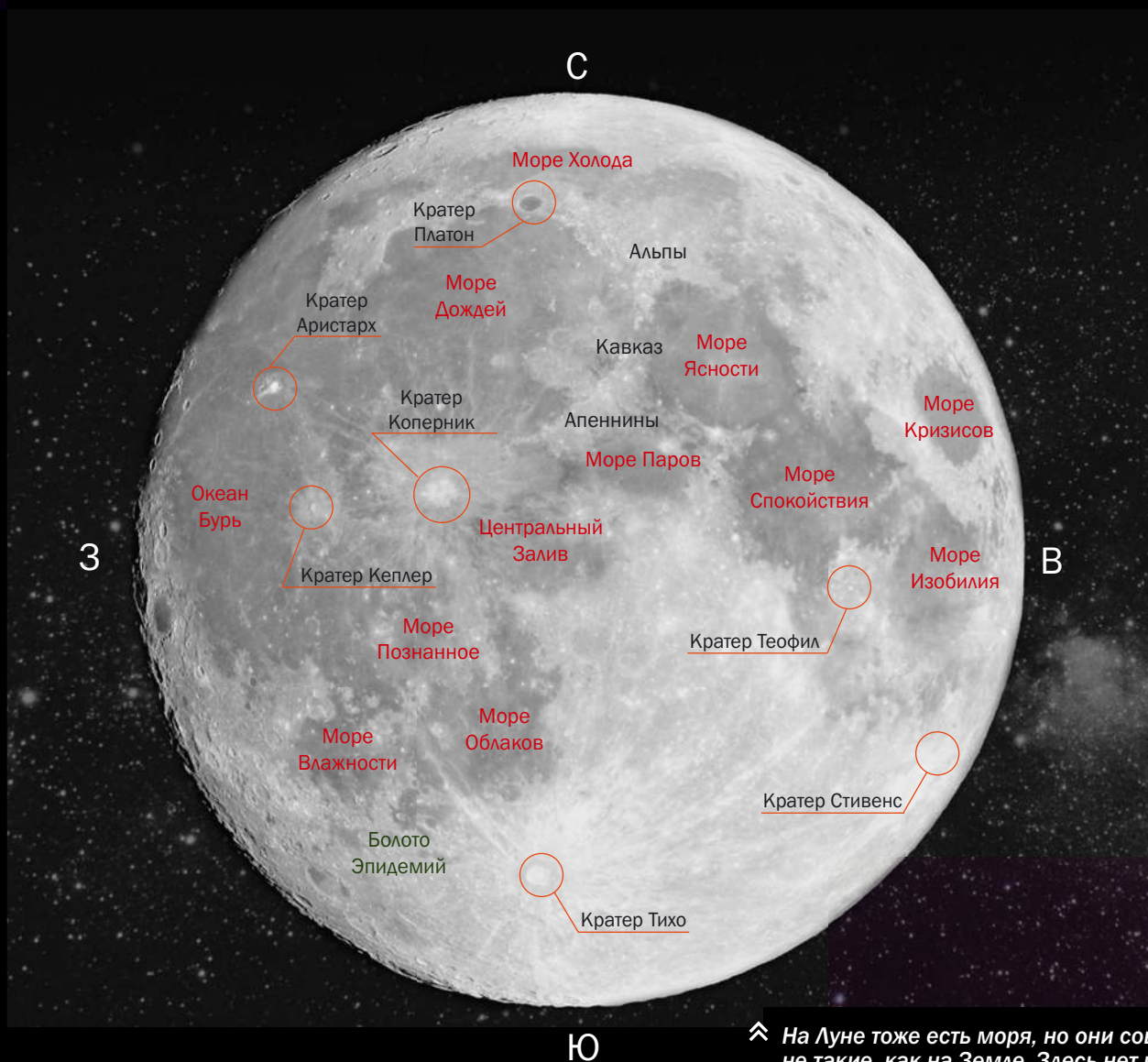
«Аполлон-11» стартовал 16 июля 1969 года, а 20 июля в 20 ч 17 мин 42 с по Гринвичу прилунился в Море Спокойствия. Нил Армстронг спустился на поверхность земного спутника 21 июля в 2 ч 56 мин 20 с по Гринвичу, совершив первую в истории человечества высадку на Луну. Ступив на поверхность, он произнес: «Это один маленький шаг для человека, но гигантский скачок для всего человечества». В ходе данной экспедиции было собрано 21,7 кг лунных пород. Астронавт вернулся на Землю 24 июля 1969 года.



После работ Гевелия и Риччиоли за темными областями лунной поверхности прочно закрепилось название морей, и на лунных атласах появились Океан Бурь (Oceanus Procellarum), Море Дождей (Mare Imbrium), Море Облаков (Mare Nubium) и Море Спокойствия (Mare Tranquillitatis). Светлые участки Луны были названы материками. Сегодня мы прекрасно знаем, что в лунных океанах, морях и болотах нет ни капли влаги и сами по себе они представляют обширные лавовые поля, возникшие на месте низменностей после извержения древних вулканов. Иногда среди лунных «водоемов» можно заметить гребни кольцевых валов, которые являются остатками кратеров, залитых потоками лавы. Очевидно, что лунная поверхность в условиях отсутствия атмосферы прекрасно сохранила основные черты своего древнего рельефа, лишь слегка «подправленного» дождями метеоритов (как правило, микроскопического размера) и порывами солнечного ветра.

ЗНАЕТЕ ЛИ ВЫ, ЧТО...

Несмотря на то, что Луна всегда повернута к нам лишь одной стороной, иногда мы можем взглянуть и на ее мистическую темную поверхность. Происходит это из-за такого явления, как либрация (покачивание). Все же период обращения Луны вокруг Земли и ее собственные сутки совпадают не точно. Ночное светило то отдаляется от Земли, то приближается, двигаясь по слегка вытянутой эллиптической орбите (по аналогии с нашим движением вокруг Солнца). Скорость движения в разных участках орбиты неоднозначна. Выходит так, что Луна иногда то догоняет ее, то отбегает назад. Именно эта неравномерность движения при постоянной скорости вращения вокруг своей оси и позволяет нам дополнительно видеть около 9 % то западного, то восточного бока спутника.

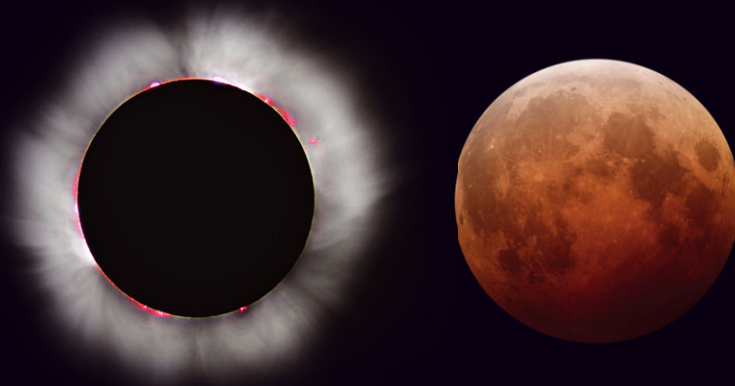


⚡ На Луне тоже есть моря, но они совсем не такие, как на Земле. Здесь нет воды, поверхность сплошь каменистая

Солнечное и лунное затмения

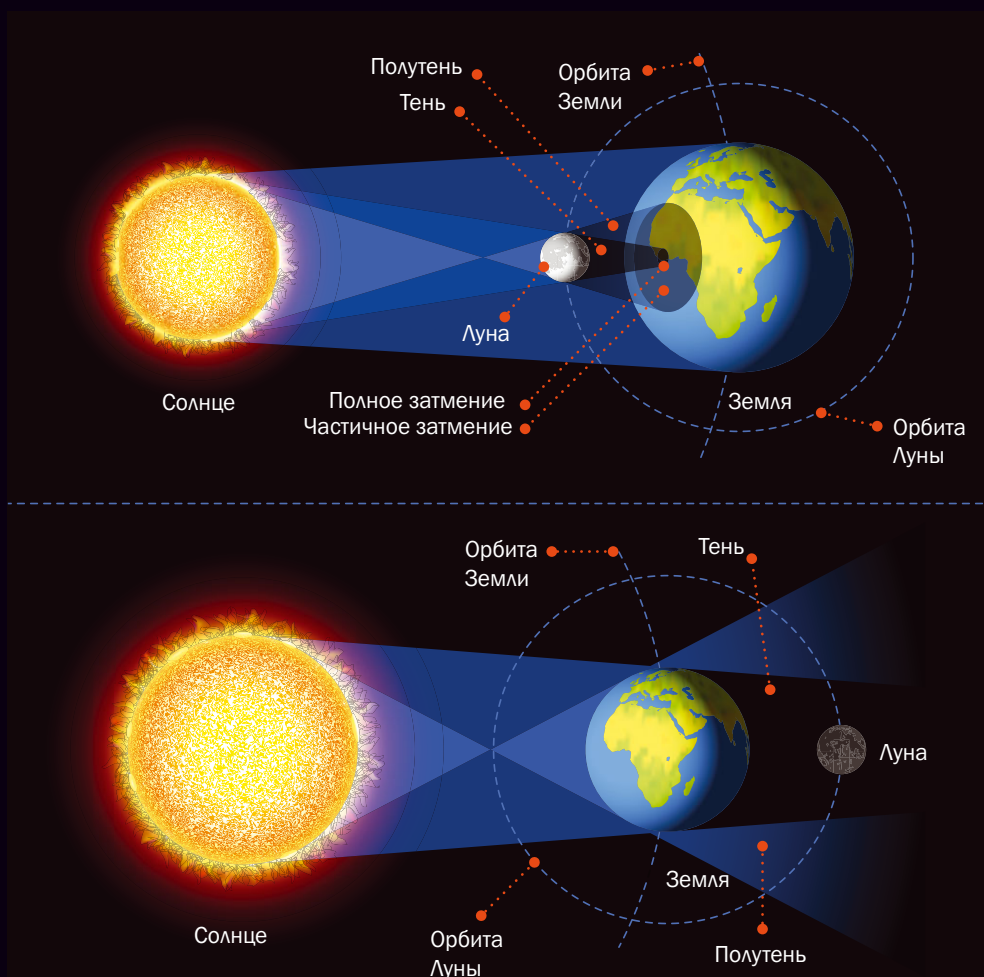
Самым ближайшим к нам космическим объектом является именно Луна, которая удалена на расстояние в 380 тыс. км (добраться до нее на космическом корабле можно за трое суток). Размеры дневного и ночного светил на небосводе сопоставимы из-за того, что Солнце больше Луны ровно настолько, насколько сильно оно от нее удалено. Таким образом, их угловые величины в небе совпадают. Благодаря данному обстоятельству мы иногда можем наблюдать полные солнечные затмения, когда в период новолуния земной спутник оказывается строго на одной прямой между Землей и Солнцем и полностью загораживает светило. В этот момент на Земле кратковременно наступает «ночь» и появляются звезды. Солнечное затмение, как правило, продолжается не более нескольких минут. Самое длительное из зафиксированных затмений произошло в 2010 году на территории Юго-Восточной Азии. Оно продолжалось более 11 мин!

Когда же Луна в новолуние оказывается точно на продолжении прямой, соединяющей Солнце



⚡ Полное солнечное (слева) и лунное (справа) затмения

и Землю, ее закрывает тень Земли. В этом случае мы наблюдаем лунное затмение. Верхние слои планетарной атмосферы создают полупрозрачный «фильтр», сквозь который свет Солнца преломляется и окрашивает поверхность Луны в кроваво-красный цвет. Конечно, в древности это явление повергало очевидцев в ужас и непременно сулило невероятные катастрофы.



⚡ Так происходят солнечное и лунное затмения

« Поверхность Марса с участком атмосферы



Поверхность Марса »
в натуральном цвете

Марс

Марс — последняя в череде планет земной группы и самая далекая из них от Солнца; названа в честь бога войны. Он прекрасно виден на небе и имеет красноватый оттенок, напрямую связанный с окраской пустынной поверхности, которая содержит оксиды железа.

Шар Марса диаметром 6786 км описывает эллипс на средней дистанции от Солнца в 227,9 млн км.



ЗНАЕТЕ ЛИ ВЫ, ЧТО...

Марс как тело, свободно перемещающееся в неоднородном силовом поле, обладает приливной силой, которая замедляет движение Фобоса и снижает его орбиту. В итоге такой процесс приведет к падению спутника на Марс. Деймос, напротив, постепенно удаляется от Красной планеты.

Марсианские сутки удивительно похожи на земные — 24 ч 37 мин, а вот год длится почти вдвое дольше — 687 суток (точнее — 686,98). Погода на Красной планете далеко не курортная: при средней температуре -50°C по поверхности постоянно разгуливают колоссальные песчаные бури, поднимающие гигантские тучи пыли в атмосферу. У Марса есть два малых спутника, которые больше напоминают циклопические астероиды, — Фобос и Деймос, что в переводе с греческого означает «страх» и «ужас».

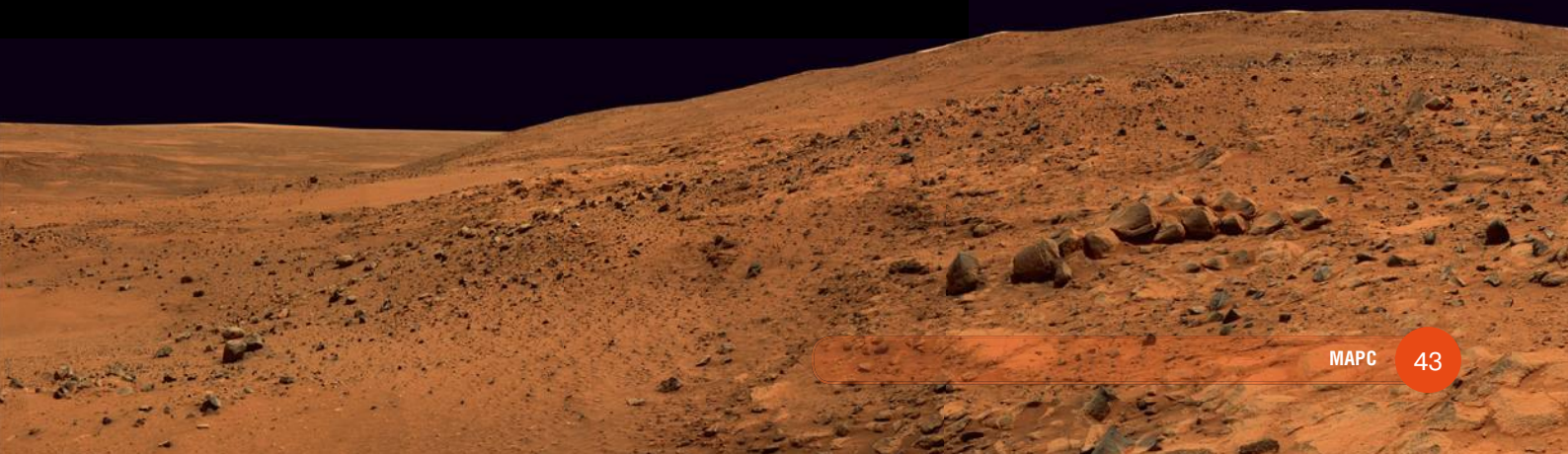
Сколько надежд связано у человечества с этой планетой! О полетах на Марс и встречах с марсианами написаны целые библиотеки фантастики! В этом нет ничего удивительного, ведь Красная планета во многом похожа на Землю. Наверное, это единственное внеземное место, где человек сможет обходиться минимальными средствами индивидуальной защиты — теплой одеждой и кислородным респиратором. Установлено, что Марс с его разреженной атмосферой, малым количеством воды и холодным климатом



⚡ Спутники Марса Фобос (сверху) и Деймос (снизу)

малоприспособлен для жизни. Однако миллионы и миллиарды лет назад атмосфера была плотнее, климат умереннее, но на планете была вода. В метеоритах марсианского происхождения, найденных на Земле, иногда обнаруживают окаменелости, похожие на земных бактерий. Являются ли они именно микроорганизмами, еще не доказано. Загадку жизни на Красной планете пытается разгадать марсоход Curiosity.

✓ Панорама поверхности Красной планеты, снятая марсоходом «Спирит» 23–28 ноября 2005 года



Пылевой смерч

Может показаться странным, но иногда мы лучше знаем поверхность других планет Солнечной системы, чем собственную планету, хотя ее реально обозревать из космоса. Объясняется это тем, что Земля покрыта океанами и лесами, ее довольно плотная атмосфера тоже создает помехи.

Марс, на орбите и поверхности которого последние десятилетия непрерывно несут службу

различные космические аппараты, изучен и сфотографирован буквально вдоль и поперек. Мельчайшие детали, видимые с его орбиты аппаратом Mars Reconnaissance Orbiter, достигают всего 30 см.

Однако порой у аппаратов-наблюдателей бывают помехи. Атмосфера Марса хотя и разреженная, но неспокойная. Иногда в ней поднимаются пылевые бури, охватывающие всю планету! По поверхности Марса проносятся пылевые смерчи размером с земные торнадо. Красная планета далеко не статичный мир.

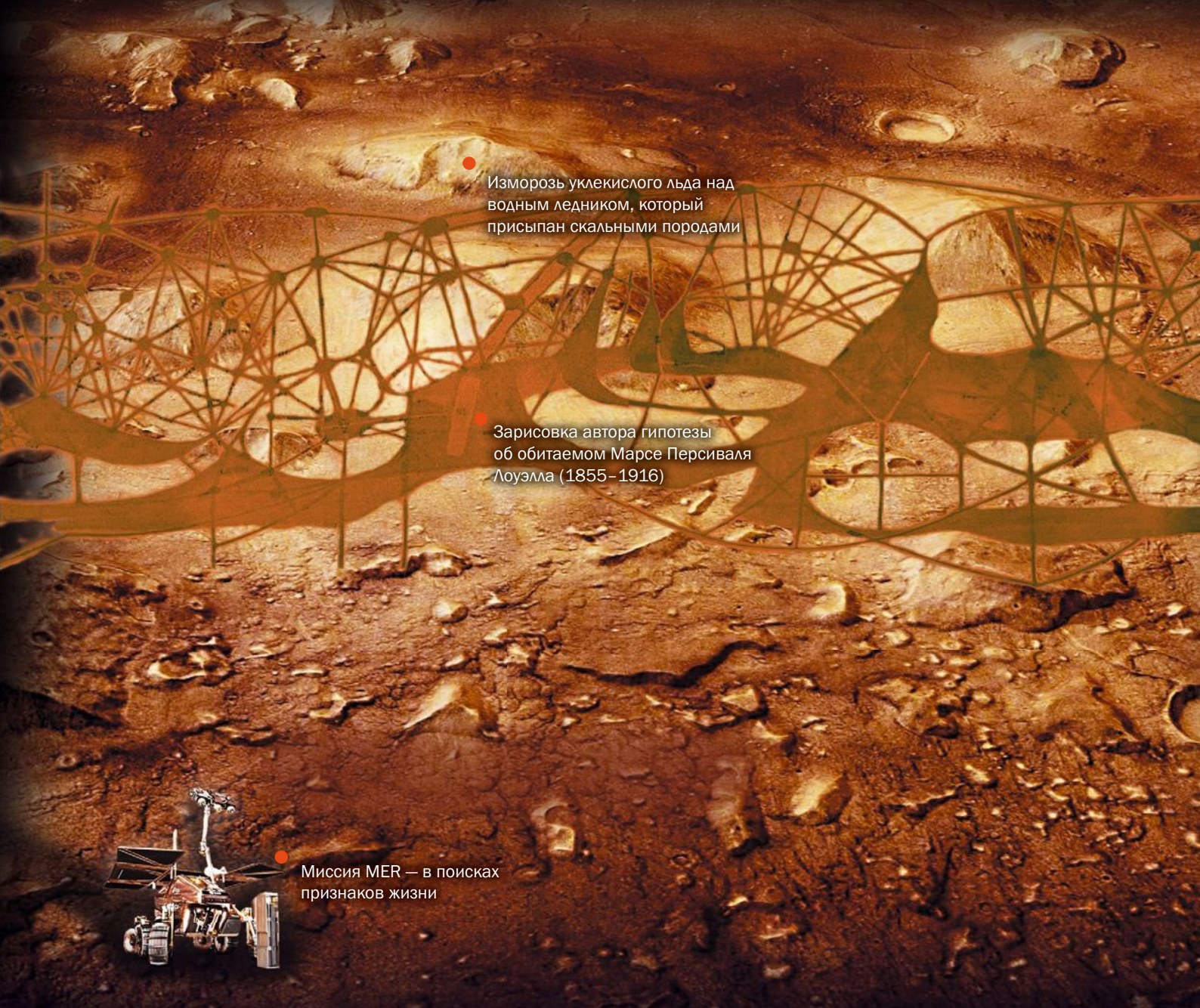
✧ Марсианская система каньонов

Долина Маринера

Многие слышали о Большом каньоне в штате Аризона, США. Он прорезан рекой Колорадо, тянется почти на 500 км, ширина его достигает 30 км, глубина — 1300 м.

Однако на Марсе, который гораздо меньше нашей планеты, имеется куда более грандиозное чудо природы. Гигантская трещина Долины Маринера,

видимая на фотографиях, тянется почти на две трети диаметра марсианского диска. В длину она достигает более 3000 км, в ширину — 800 (больше чем вся длина аризонского каньона!), а глубина ее составляет 11 км. Большинство ученых считают, что трещина возникла в ранние периоды существования Марса, несколько миллиардов лет назад, когда планета остывала. Впоследствии процессы эрозии увеличили ширину разлома.



Изморозь углекислого льда над водным ледником, который присыпан скальными породами

Зарисовка автора гипотезы об обитаемом Марсе Персиваля Лоуэлла (1855–1916)

Миссия MER — в поисках признаков жизни

Поиск жизни

Давно известно, что Марс практически лишен ионосферы и его верхние слои атмосферы представляют собой одну большую озоновую дыру, через которую потоки жесткой космической радиации стерилизовали открытую поверхность Красной планеты, превратив ее в пустыню. Тем не менее, закопавшись в грунт и найдя влагу, живые марсианские микробы были бы надежно защищены не только от смертельного излучения, но и от губительных перепадов температуры. Между прочим, многие ученые считают, что марсианский лед циклически тает и заново замерзает, изменяя размеры некоторых характерных деталей рельефа, например углублений, напоминающие рвы.

⤴ Гипотеза нахождения живых микроорганизмов на Марсе

Это во многом объясняет, почему все марсианские экспедиции так и не смогли обнаружить даже малейших признаков живой материи. Возможно, сам сценарий исследования был ошибочен и простейшие организмы необходимо как минимум искать в неких глубоких нишах, где они смогли пережить критические климатические аномалии и дожить до наших дней.

Перед последними миссиями АМС на Красную планету опять встают все те же нерешенные вопросы: была ли жизнь на Марсе? Если живая материя когда-то возникла на поверхности Марса, то сохранилась ли она в недрах планеты? Где конкретно искать следы марсианской жизни?

Остается только ждать большой пилотируемой международной экспедиции, которая планируется в 2020–2030-х годах.

Малые тела Солнечной системы

Наша планетарная система состоит не только из Солнца и окружающих его планет. Существует еще огромное количество объектов, вращающихся по своим орбитам, но обладающих гораздо меньшими размерами, чтобы дать им полноценный планетарный статус. Для таких объектов в 2006 году Международный астрономический союз ввел термин «малое тело Солнечной системы». К ним причисляют межпланетное вещество (газ и пыль), астероиды, метеориты, кометы и карликовые планеты.

Пояс астероидов

Название этого загадочного места Солнечной системы — главный пояс астероидов — ввел в середине XIX века немецкий ученый-просветитель Александр фон Гумбольдт. Суммарная масса скопления летающих скал диаметром от метра до сотен километров равна примерно 4 % лунной массы, причем больше ее половины заключено в четырех крупнейших телах: Церере, Палладе, Весте и Гигее. Их средний диаметр близок к 400 км, а самое огромное из них — Церера — можно даже считать насто-

ящей карликовой планетой (ее диаметр более 950 км, а масса превосходит суммарную массу Паллады и Весты). Однако подавляющее число из многих миллионов астероидов главного пояса значительно меньше по величине, они составляют в диаметре всего лишь десятки метров.

Астероидами считают тела диаметром более 30 м, меньшие называют метеороидами, или метеоритами. Особо крупных тел в главном поясе астероидов довольно мало, например стокилометровых астероидов всего около 200, и известно порядка тысячи астероидов радиусом больше 15 км. Основное население главного пояса, судя по всему, образует несколько миллионов астероидов диаметром в десятки и сотни метров.

Астрономы-планетологи до сих пор спорят о причинах появления главного астероидного пояса, но в большинстве сходятся во мнении, что определяющую роль сыграло чудовищное тяготение Юпитера, то ли мешавшее сформироваться полноценной планете, то ли, наоборот, разорвавшее ее на части, множественные столкновения которых и привели к сегодняшней картине этого орбитального роя астероидов.

В итоге множество астероидов распалось на более мелкие фрагменты. Основная их часть была выброшена силами гравитации на окраины Солнечной системы либо перешла на очень вытянутые

✧ *Обитатели космического пространства*



ЗНАЕТЕ ЛИ ВЫ, ЧТО...

Существует гипотеза, согласно которой на месте пояса астероидов раньше по орбите вращалась планета Фазтон. Но около 3 млрд лет назад в результате столкновения с кометой она распалась на множество осколков. Скорее всего, данная гипотеза неверна, так как ученые провели сравнительный анализ метеоритного вещества в этом районе и выяснили, что оно обладает абсолютно разным химическим составом и не может быть частью одного космического объекта.

орбиты, двигаясь по которым (и возвращаясь во внутреннюю часть Солнечной системы) они сталкивались с планетами земной группы во время эпохи поздней тяжелой бомбардировки, около 3,5 млрд лет назад. Это объясняет низкую плотность современного пояса астероидов. Столкновения между астероидами происходят постоянно даже с учетом разреженности современного астероидного пояса, что формирует множество астероидных семейств с похожими орбитами и химическим строением.

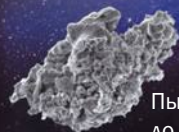
Метеороиды:
до 30 м



Астероиды:
более 30 м



Кометы:
от 3 км и более



Пылинки:
до 1 мм

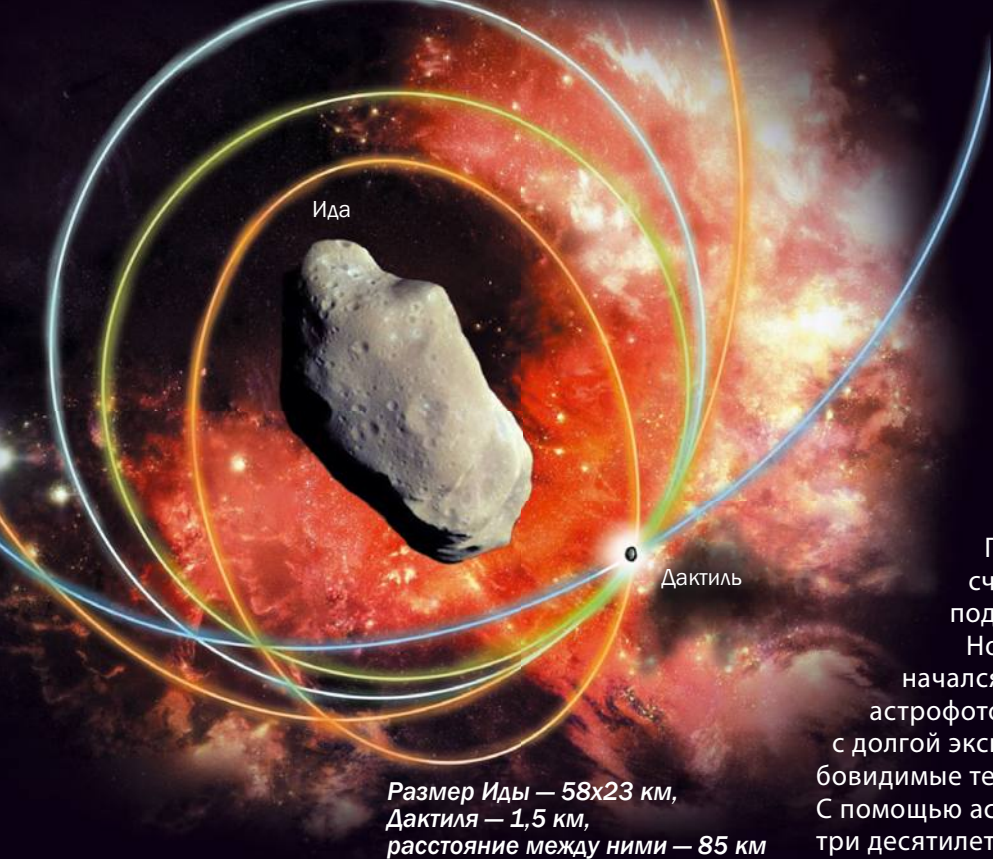
⤴ **Характерные размеры обитателей главного пояса астероидов**

Группы астероидов

Среди астероидов выделяют околоземные амуры и аполлоны (названные так в честь самых известных своих представителей — астероидов Амура и Аполлона). Орбиты амуров находятся полностью за пределами земной орбиты, траектория движения аполлонов пересекает земную с внешней стороны.

⤴ **Пояс астероидов и Юпитер**
(художественная реконструкция)





Размер Иды — 58х23 км,
Дактиля — 1,5 км,
расстояние между ними — 85 км

⤴ Астероид Ида и его спутник Дактиль

ЗНАЕТЕ ЛИ ВЫ, ЧТО...

Множественные столкновения в главном поясе астероидов иногда приводили к образованию любопытных астероидных систем, состоящих из центрального тела и одного или нескольких мелких спутников. Подобную модель хорошо подтверждает астероид Ида с небольшим спутником Дактилем.

Изучение малых тел

Крупнейшие представители главного пояса астероидов — Церера, Паллада, Юнона и Веста — были открыты в начале XIX века, а Астрея и Геба — в середине.

В отличие от других планет, даже в самые сильные телескопы того времени все они выглядели как точки света, неотличимые от обычных звезд в отсутствие движения.

Поэтому новые небесные тела стали считать отдельным классом звездopodobных объектов.

Новый этап изучения астероидов начался с применения в 1891 году метода астрофотографии, заключающегося в съемке с долгой экспозицией, так что движущиеся слабовидимые тела оставляют четкие светлые линии. С помощью астрофотографии за последующие три десятилетия было обнаружено свыше тысячи астероидов, а сегодня их число составляет около 300 тыс. и продолжает расти, причем современные системы поиска новых астероидов позволяют выявлять их автоматически, практически без участия человека. Самое пристальное внимание уделяется в первую очередь крупным объектам, способным вторгнуться в земную атмосферу вместе с некоторыми кометами и метеороидами.

✎ Так выглядят светящиеся объекты, которые зафиксированы с помощью фотосъемки с большой выдержкой

Строение и состав астероидов

Эволюция крупнейших астероидов пояса включала процесс гравитационного разделения, когда они испытывали нагревание, приводившее к плавлению их силикатного вещества с выделением металлических ядер и более легких силикатных оболочек. Так, у крупных астероидов возникла даже своеобразная базальтовая кора, совсем как у внутренних планет земной группы.

Теория возникновения главного пояса астероидов предполагает, что вначале население пояса должно было включать немало крупных объектов, в которых происходила дифференциация внутреннего строения. Подобные астероиды могли бы иметь все признаки малых планет вместе с корой и мантией из базальтовых пород. Соответственно, в последующем более половины фрагментов крупных тел должны были бы состоять из базальта. Тем не менее базальтовые тела почти не встречаются в главном поясе. Одно время даже считалось, что практически все базальтовые астероиды представляют собой осколки коры Весты, однако более подробные исследования показали различие в их химическом составе, что указывает на их отдельное происхождение.



Астероиды в масштабе (составное изображение)

ЭТО ИНТЕРЕСНО!

Предполагается, что зодиакальное свечение вызывают микрочастицы диаметром в несколько десятков микрометров. Время их жизни — около 700 тыс. лет.

Зодиакальное свечение »

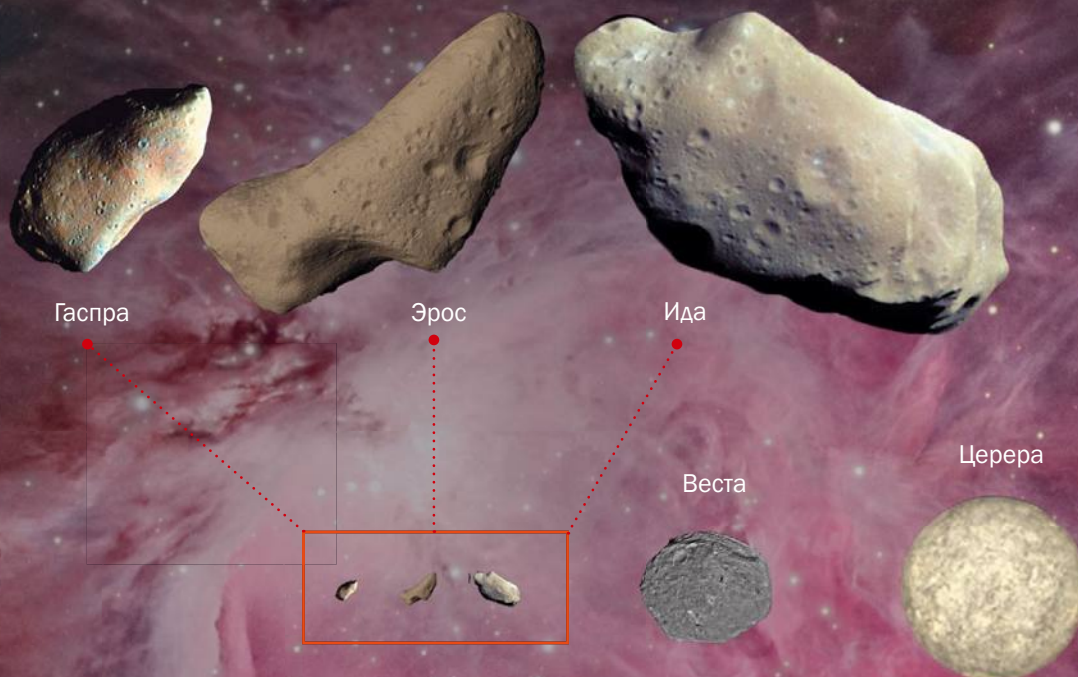
Интересно, что когда главный пояс находился в стадии формирования, в нем возникла так называемая снеговая линия, в пределах которой поверхность астероидов не нагревалась выше температуры таяния льда. Поэтому на астероидах, образовавшихся вне этой линии, смог возникнуть водяной лед, что привело к появлению космических айсбергов с большим содержанием льда.

Подобные соображения подтвердило открытие новых разновидностей обитателей главного пояса астероидов в виде сравнительно небольших комет, населяющих внешнюю часть пояса далеко за пределами снеговой линии. Может быть, именно эти «снежные астероиды» стали источниками воды (и следовательно, жизни) в земных океанах, попав на нашу планету во время кометной бомбардировки. Данную гипотезу косвенно подтверждает и разница в изотопном составе комет, прилетающих с далеких окраин Солнечной системы, с распре-

делением изотопов в воде земной гидросферы. В то же время изотопный состав небольших комет, располагающихся во внешней части главного пояса астероидов, вполне схож с земным, стало быть, можно предположить, что эти астероиды были источниками земной воды.

Между составом астероида и его расстоянием от Солнца можно проследить вполне определенную зависимость. Например, каменные силикатные астероиды расположены намного ближе к светилу, чем углеродно-глинистые, содержащие следы воды в связанном состоянии и даже обычный водяной лед. У близких к Солнцу астероидов также более высокая отражательная способность, чем у центральных и периферийных. Астрономы объясняют это воздействием солнечной радиации, «выдувавшей» более легкие элементы, например воду и газы, на периферию. Таким образом, водяной лед сконденсировался на астероидах внешней области главного пояса.

✧ Сравнительные размеры астероидов и Марса





⤴ Углеродные астероиды класса C

Классификация астероидов

Из основных характеристик астероидов стоит упомянуть показатели их цветности, отражательной способности поверхности и характеристики спектра отраженного солнечного света. Изначально эта классификация определяла только три основных класса астероидов:

- класс C — углеродные, 75 % известных астероидов;
- класс S — силикатные, 17 % известных астероидов;
- класс M — металлические, большинство остальных.

Этот список был позже расширен, и число классов продолжает расти по мере изучения астероидов.

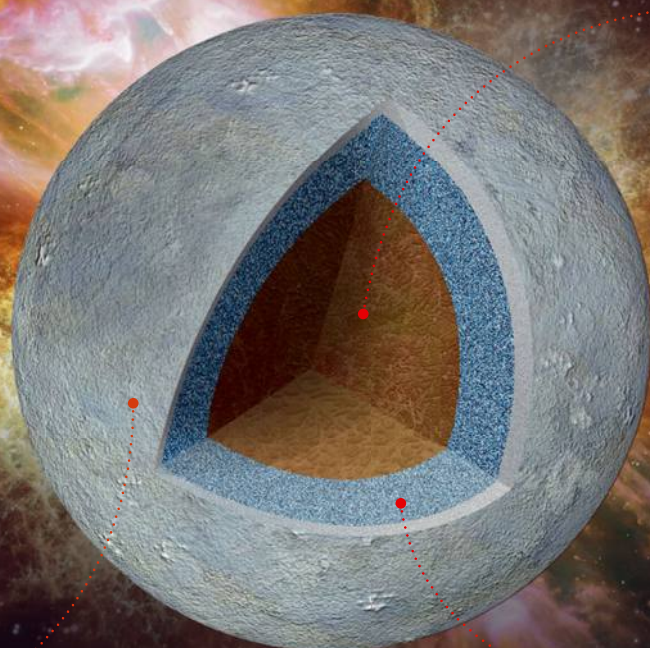
Относительно высокая концентрация крупных и средних тел в центральной области главного пояса предполагает возможность их довольно частых, по астрономическим меркам, сокрушительных столкновений, происходящих не реже чем раз в десятки миллионов лет. При этом идет их дробление на отдельные фрагменты различных размеров. Впрочем, если астероиды встречаются на сравнительно небольших скоростях, возможен обратный процесс их «слипания», когда они объединяются в одно более крупное тело. В современную астрономическую

эпоху, несомненно, доминируют дробление и рассеивание частей астероидов, но 4 млрд лет назад именно процессы укрупнения привели к образованию планет Солнечной системы.

С тех пор дробление астероидных фрагментов с превращением их в метеороиды полностью изменило внешний вид главного пояса астероидов, наполнив его обширными шлейфами мельчайших крупинок и пыли из микрочастиц радиусом в несколько сотен микрометров. Последствия подобного дробления, «перемеливания» и перемешивания с добавками, кроме астероидной, еще и пыли, выбрасываемой кометами, вызывают явление зодиакального света (слабое послезакатное и предрассветное свечение, наблюдаемое в плоскости эклиптики, имеющее вид расплывчатого треугольника).

Углеродные астероиды. Подобные тела составляют более трех четвертей населения главного пояса и содержат большой процент элементарных углеродных соединений. Их количество особенно велико во внешних районах главного пояса. Внешне углеродистые астероиды имеют тусклый темно-красный оттенок, и их довольно трудно обнаружить. Видимо, главный пояс астероидов содержит довольно много таких тел, которые можно найти по излучению в невидимом инфракрасном диапазоне из-за наличия в них воды. Крупнейший представитель углеродистых астероидов — Гигея.

Церера — необычный »
силикатный астероид
с углеродно-ледяной
оболочкой



Каменное
внутреннее ядро

Тонкая внешняя кора
из космической пыли

Слой льда

Силикатные астероиды. Довольно распространенный класс астероидов — силикатные тела класса S, группирующиеся во внутренней части пояса. Их поверхность покрыта различными силикатами и некоторыми металлами, в основном железом и магнием, при полном отсутствии углеродных соединений. Все это результат значительных изменений, вызванных плавлением и разделением веществ.

Металлические астероиды. Так еще называют метеороиды класса M главного пояса. Они богаты никелем и железом. Их около 10 % всех тел. Имея умеренную отражательную способность, эти объекты могут быть частями металлических ядер астероидов, вроде Цереры, возникших при формировании Солнечной системы и разрушенных во взаимных столкновениях.

Поскольку кинетическая энергия столкновения астероидов способна достигать весьма существенных величин, их фрагменты могут разноситься по всей Солнечной системе, попадая и в атмосферу нашей планеты. Сегодня насчитываются десятки тысяч всяческих метеоритов, из которых практически все (99,8 %) прилетели из главного пояса астероидов.

» **Металлический астероид**



Новый источник ресурсов

В задачах колонизации Солнечной системы астероидам отводится важная роль источника сырья для строительства и промышленного производства. Предполагается даже организовать транспортировку наиболее ценных астероидов на земную орбиту, где к тому времени будут работать космические металлургические предприятия. Астероиды главного пояса могут быть ценными источниками водяного льда, из которого возможно получение кислорода для дыхания и водорода как топлива. Ну и конечно же, космические геологи будущего надеются найти под тонкой коркой спекшихся базальтов разные редкие минералы и металлы, включая никель, железо, кобальт, титан, платину, молибден, родий и др.

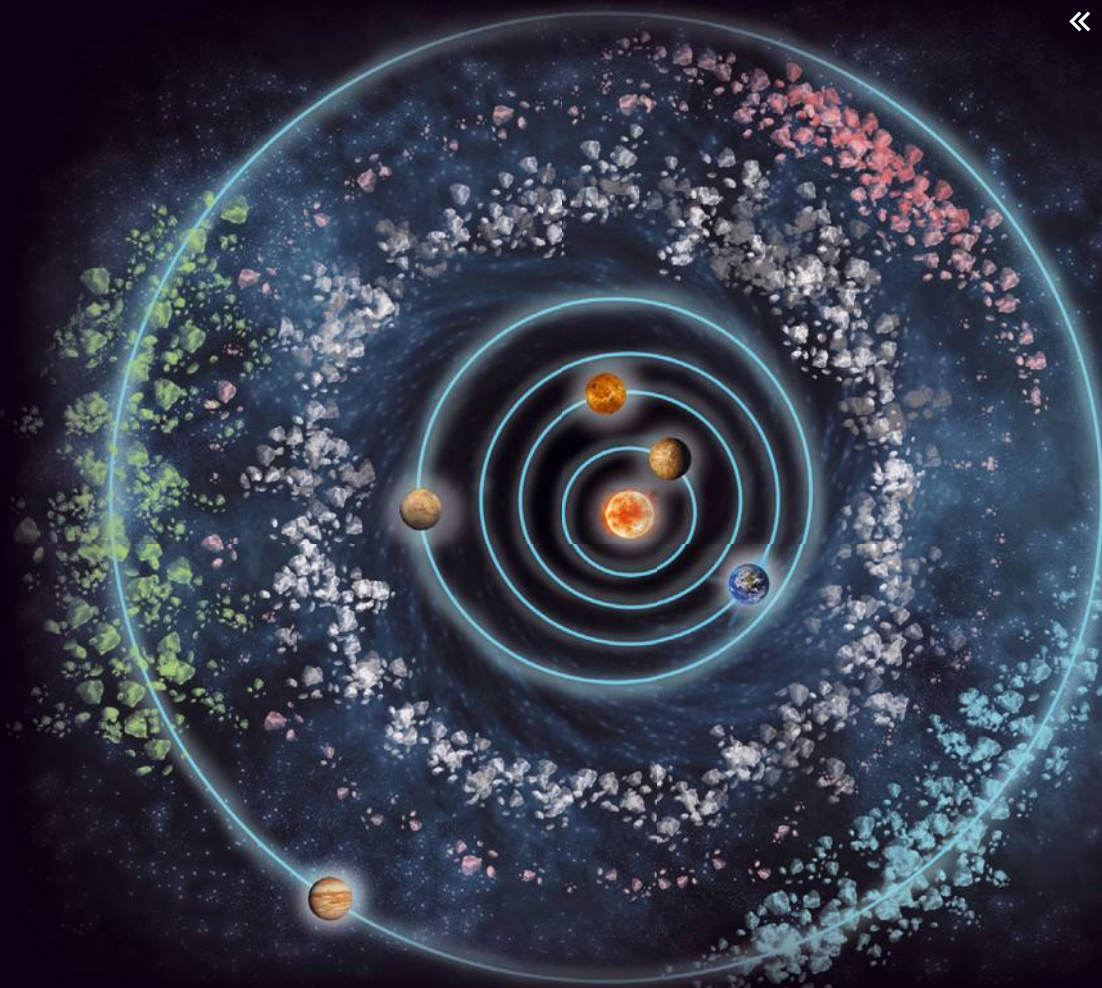
Астероиды — практически неисчерпаемые источники ресурсов, всего лишь одно железоникелевое тело класса М километровой диаметра может содержать пару миллиардов тонн руды, в несколько раз превышая годовой объем добычи ископаемого на Земле. Еще более перспективно расположение металлургического производства в космосе с вакуумной плавкой и переплавом различной продукции

ЭТО ИНТЕРЕСНО!

Несколько десятилетий назад нидерландский астроном Ван Фландерн сделал сенсационное заявление. Из его расчетов кометных орбит следовало, что всего лишь 5 млн лет назад в Солнечной системе произошла ужасная катастрофа. Некая планета размером с Сатурн, вращаясь между орбитами Марса и Юпитера, попала в узел гравитационных сил и разорвалась на мириады осколков. Часть их образовала главный пояс астероидов, а часть была выброшена притяжением газовых гигантов далеко за пределы Солнечной системы. Так возникло загадочное облако Оорта, о котором астрономы заговорили еще в середине XX века. Этот сатурноподобный Фаэтон создал далекий склад комет и астероидов. Камнепадом своих обломков он мог уничтожить марсианскую атмосферу, испарив водоемы. Может быть, именно так и погибли ростки жизни на Красной планете...

космической инфраструктуры, необходимой для дальнейшего исследования и освоения ближнего и в перспективе дальнего космоса.

« Расположение астероидов и метеороидов



Крупнейшая карликовая »
планета главного пояса
астероидов — Церера
(художественная
реконструкция)



Церера

Церера была открыта в ночь на 1 января 1801 года итальянским астрономом Джузеппе Пиацци. Первоначально считалась планетой, а затем в течение двух столетий просто крупным астероидом. Окончательно была классифицирована как карликовая планета и названа в честь древнеримской богини плодородия и покровительницы Сицилии.

« Снимок Весты на расстоянии 46 тыс. км

Веста

Тысячи маленьких небесных тел-астероидов бороздят просторы Солнечной системы. Они имеют неправильную осколочную форму, однако при этом могут достигать 500 км в диаметре, как Веста.

Веста — четвертый по времени открытия астероид (1807 год) и самый яркий из всех. В моменты наибольшего сближения с Землей Веста светит, как звезда 5-й величины. На темном небе ее можно разглядеть невооруженным глазом.

По размеру среди астероидов Веста — вторая после Паллады, поскольку в новой классификации из-за правильной шарообразной формы Цереру ученые отнесли не к астероидам, а к карликовым планетам. Если бы асимметрия Весты была меньше, этот астероид также записали бы в карлики.

В 2011–2012 годах космический аппарат Dawn работал на орбите вокруг Весты и передал на Землю ее подробные снимки. Кратеры на них названы именами весталок — жриц римской богини Весты, чье имя носит астероид.



⚡ Веста — крупнейший объект в главном поясе астероидов

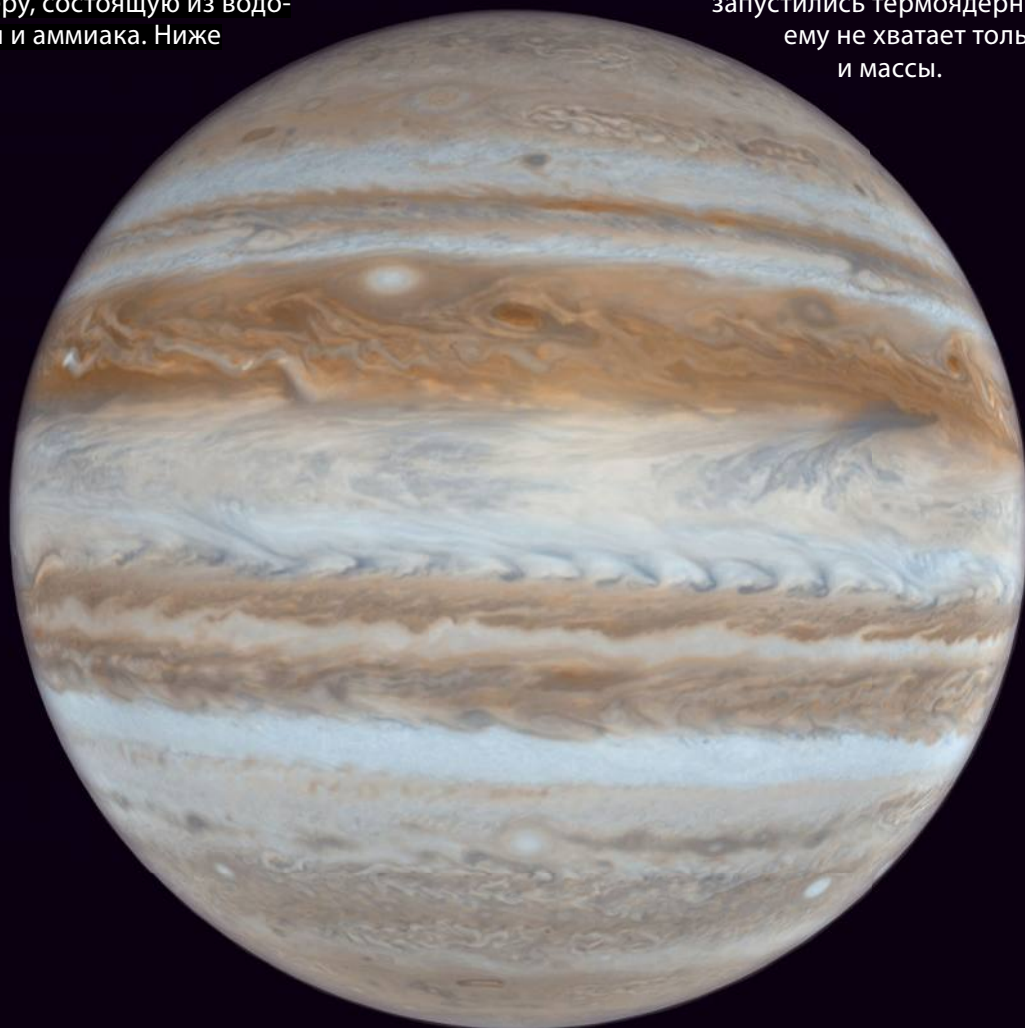
Внешняя область Солнечной системы

Юпитер

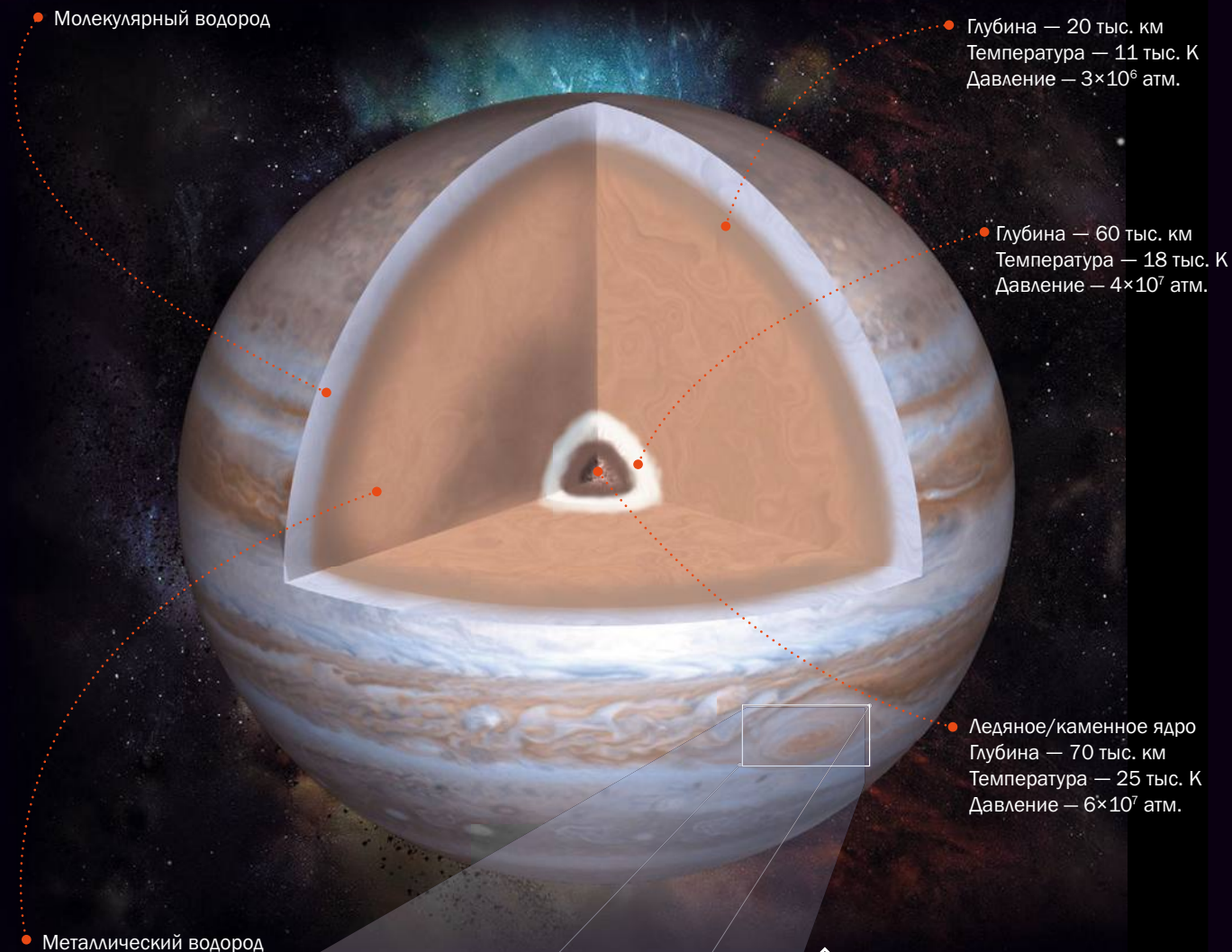
Юпитер открывает группу газовых гигантов, в которую входят также Сатурн, Уран и Нептун. Эти планеты сильно превышают по размерам и массе своих землеподобных сестер, однако намного уступают им по относительной плотности. Кроме всего прочего, Юпитер является крупнейшей из планет, обращающихся вокруг Солнца. Он в 11 раз больше Земли.

У Юпитера отсутствует твердая поверхность. Большая часть этой планеты приходится на атмосферу, состоящую из водорода, гелия и аммиака. Ниже

нее располагаются слои жидкого и металлического водорода, и только под ними, возможно, твердое каменное ядро. Юпитер полностью оправдывает свое название — имя верховного божества древнеримского пантеона. Он фактически формирует миниатюрный аналог Солнечной системы, включающий более 60 спутников, причем некоторые из них по размерам превышают Луну, Плутон и Меркурий. Кроме того, по своему химическому составу данный газовый гигант, скорее, походит на протозвезду, чем на планету, поэтому Юпитер часто называют «неудавшейся звездой»: для того чтобы в его ядре запустились термоядерные реакции, ему не хватает только размера и массы.



⤴ Юпитер в естественном цвете



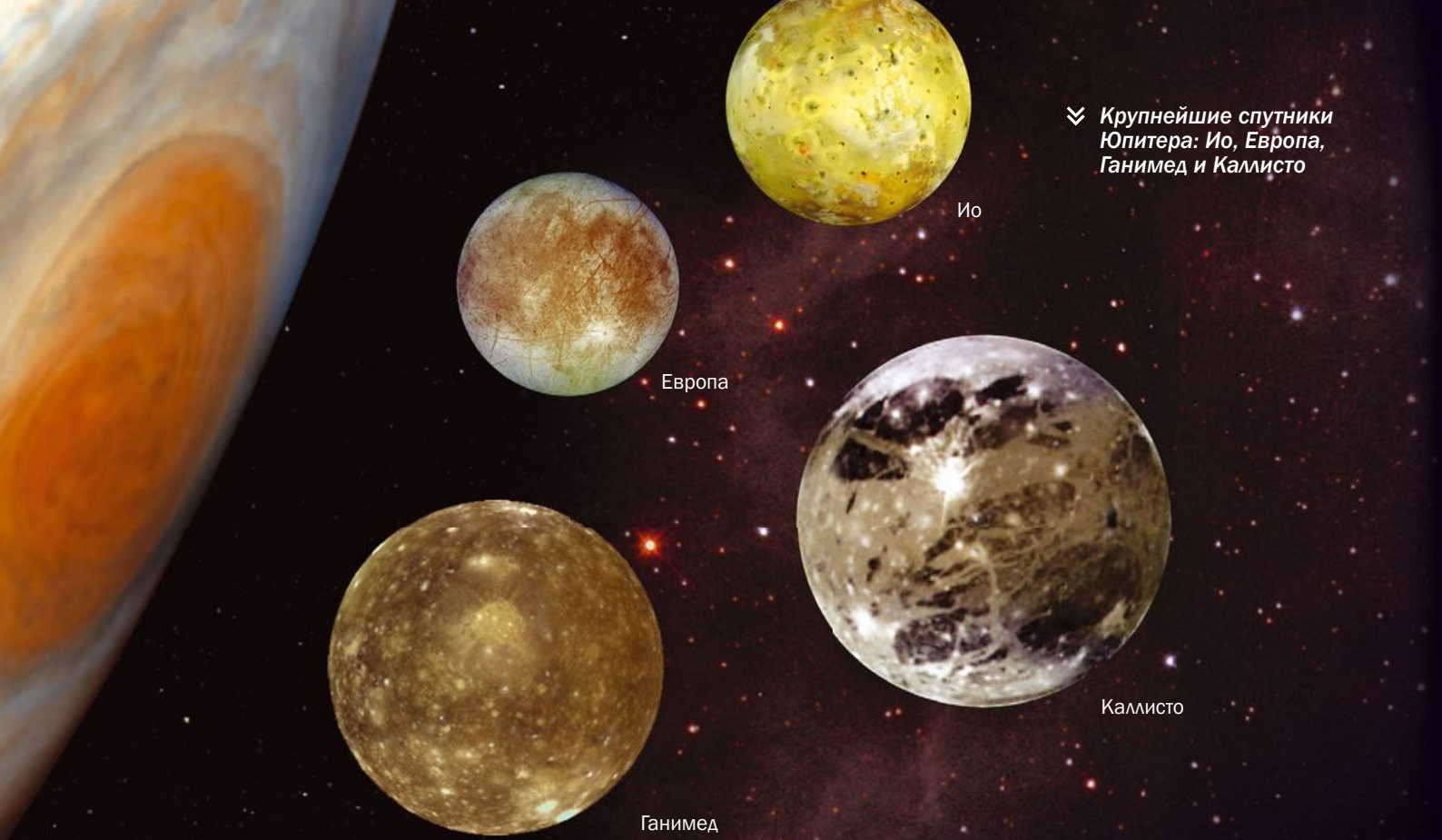
⌘ *Строение Юпитера и характеристика атмосферы на разных глубинах*



⌘ *Большое красное пятно Юпитера является гигантским вихревым штормом*

ЗНАЕТЕ ЛИ ВЫ, ЧТО...

Красное пятно на поверхности Юпитера на самом деле является огромным ураганом, который непрерывно бушует на поверхности планеты уже более 350 лет. Впервые его зафиксировал Джованни Кассини в 1665 году, и с тех пор астрономы непрерывно наблюдают этот гигантский облачный вихрь. Он постоянно меняется, немного уменьшается и бледнеет, однако размеры его и сейчас значительно больше Земли. Скорость ветра внутри вихря превышает 500 км/ч.



» Крупнейшие спутники
Юпитера: Ио, Европа,
Ганимед и Каллисто

Ио

Европа

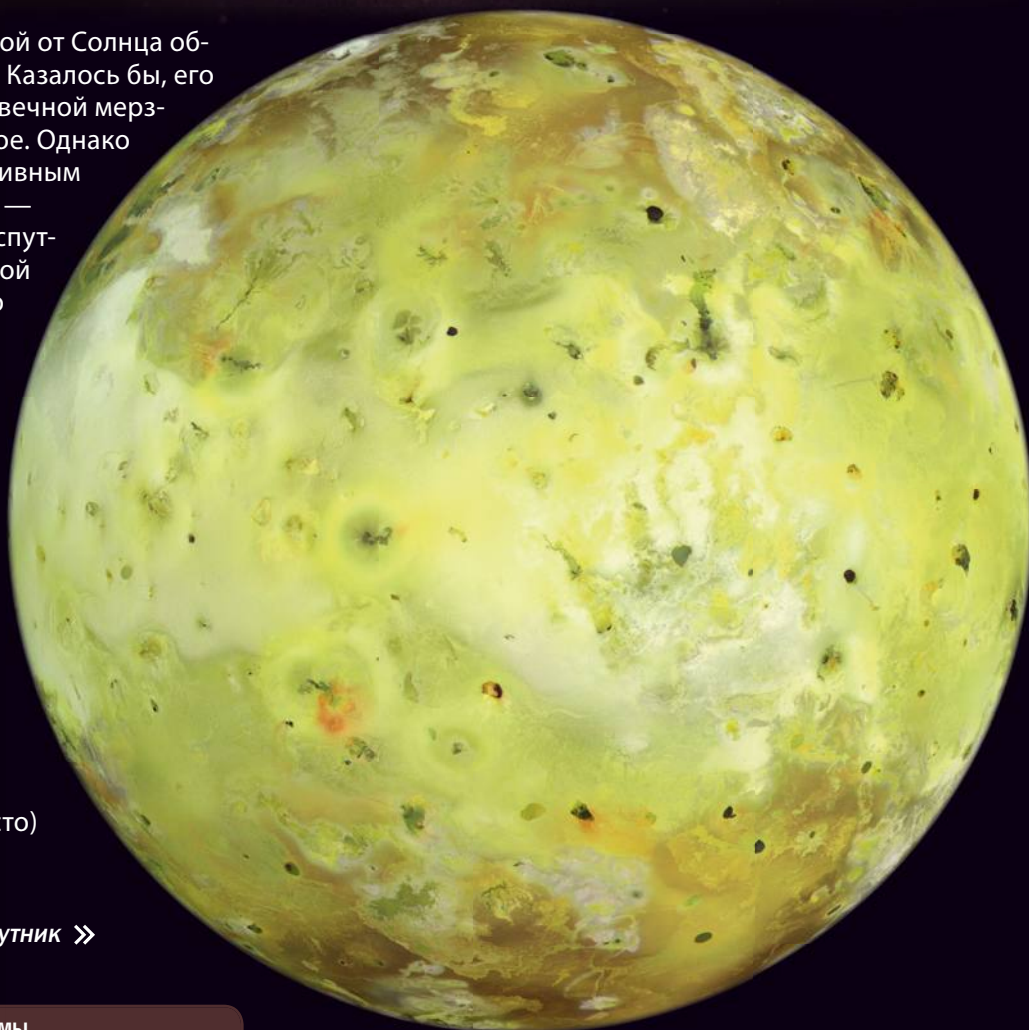
Каллисто

Ганимед

Ио

Юпитер находится в отдаленной от Солнца области нашей планетной системы. Казалось бы, его спутники должны быть покрыты вечной мерзлотой и пребывать в вечном покое. Однако один из них считается самым активным местом в Солнечной системе. Ио — ближайший к Юпитеру крупный спутник, немного больше Луны. На этой маленькой планете расположено более 400 действующих вулканов. Из них извергается сера, и выбросы настолько мощны, что поднимаются на высоту до 500 км. Такой же длины достигают потоки лавы. Некоторые горы, поднявшиеся в результате сжатия коры спутника, выше земного Эвереста.

Большинство ученых причинами такой необыкновенной активности считают трение, возникающее в результате приливного воздействия со стороны Юпитера и других крупных спутников (Европы, Ганимеда, Каллисто) и разогревающее Ио.



Четвертый по величине спутник »
в Солнечной системе — Ио

Европа

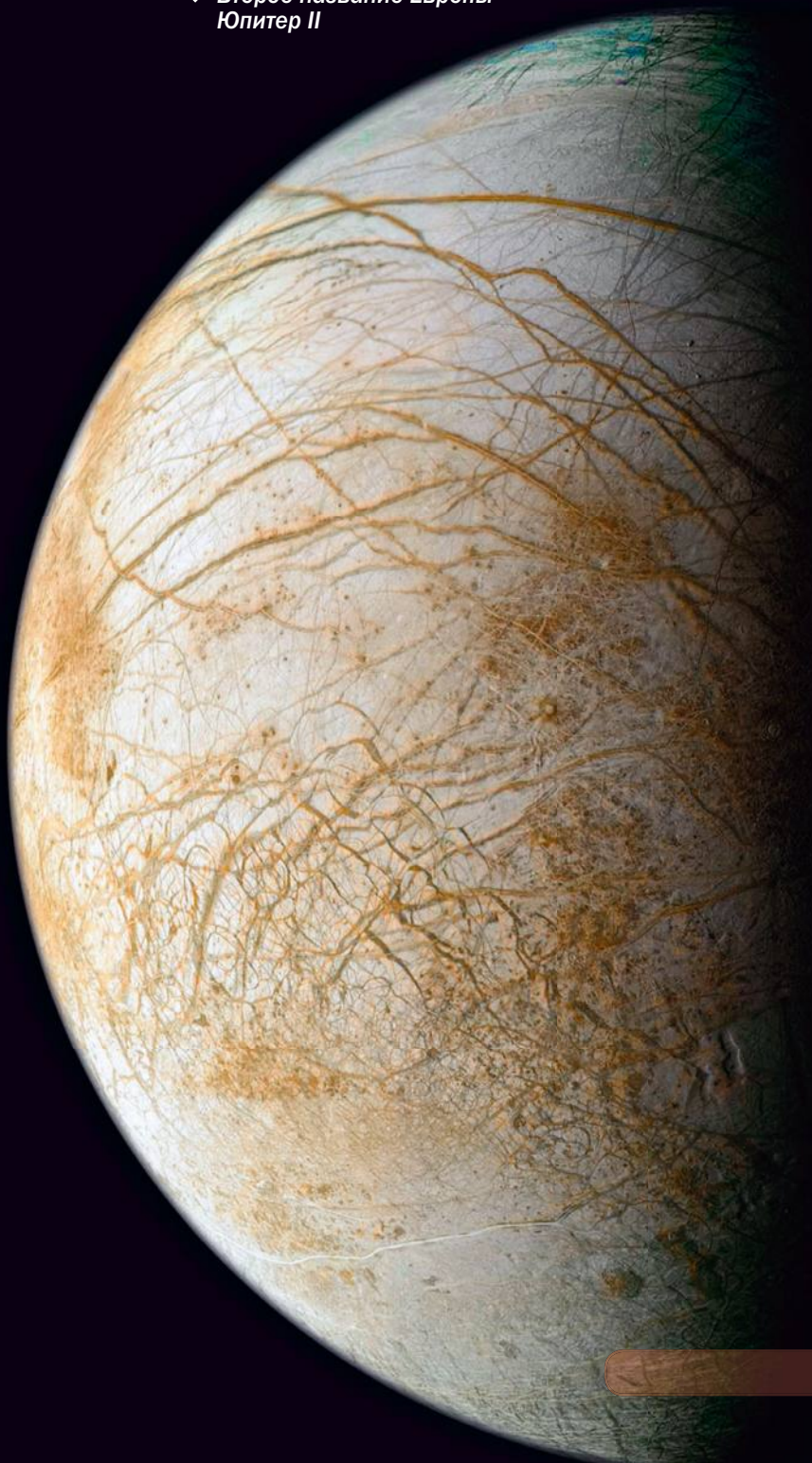
У Юпитера имеется спутник Европа, названный в честь персонажа античной мифологии — финикийской царевны, возлюбленной Зевса-Юпитера. Впрочем, земная Европа тоже обязана своим названием именно ей.

Этот спутник сейчас приковывает к себе внимание ученых. Имеются убедительные доказательства, что под толстой ледяной корой находится океан жидкой воды. Причина его наличия — тот

же разогрев недр спутника приливными силами, который вызвал вулканизм на Ио. Оценка толщины льда, покрывающего спутник, — 10–30 км, а глубины океана — около 100 км. Общий объем океана, согласно расчетам, — в два раза больше Мирового океана Земли.

Оптимисты надеются, что в океане может существовать жизнь. Скептики предполагают, что вода, вероятнее всего, насыщена губительными для жизни веществами, может быть очень холодной или слишком соленой. Все прояснят дальнейшие исследования.

✧ Второе название Европы —
Юпитер II



Ганимед

Ганимед — седьмой по удаленности спутник Юпитера — во многом уникальный объект Солнечной системы. Он обладает рекордной массой среди спутников и является тяжелее Луны более чем в два раза. Ганимед — единственный спутник в Солнечной системе, у которого есть собственная магнитосфера. Кроме того, этот объект, вращающийся вокруг газового гиганта, может похвастаться тонкой кислородной атмосферой. Ганимед вращается, огибая Юпитер, по правильной круговой орбите и совершает один оборот за 7,155 земных суток.

Во внутреннем строении Ганимеда выделяют три слоя: расплавленное железное ядро радиусом 700–900 км, что подтверждается наличием собственного магнитного поля у спутника, силикатную мантию и ледяную тысячекилометровую оболочку.

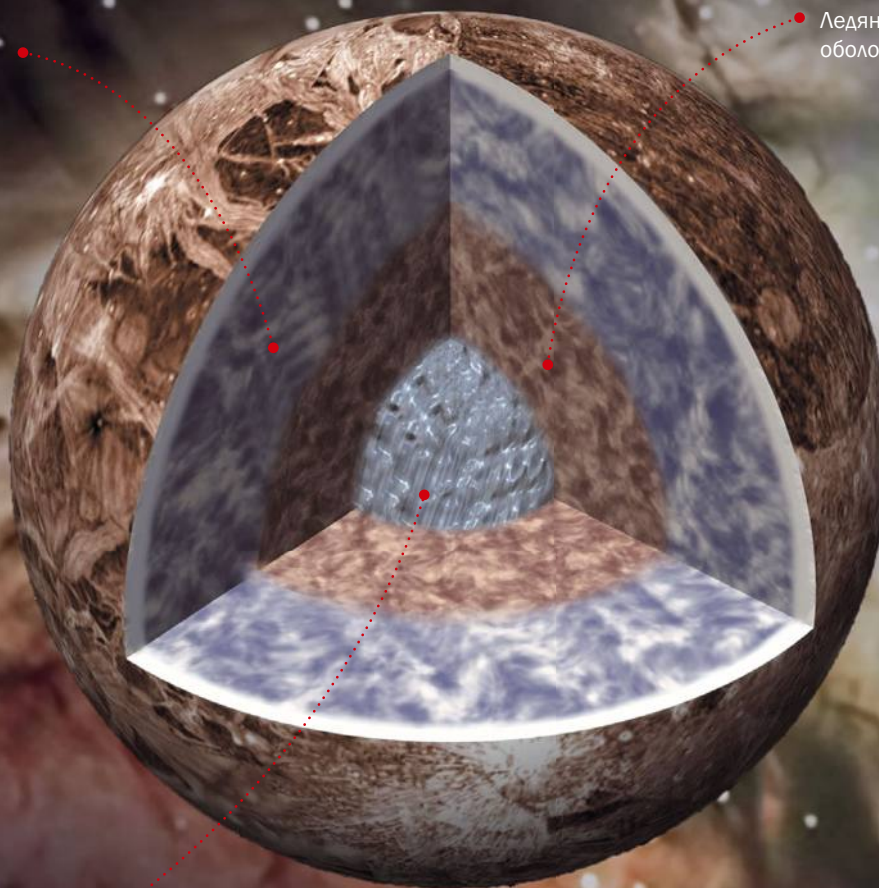
Толщина внешней ледяной оболочки Ганимеда составляет около 1000 км, включая мантию из силикатов. Наличие магнитного поля требует присутствия железного твердого ядра, схожего по структуре с земным. Компьютерные модели такого ядра предсказывают его радиус в 500 км и температуру 1700 К.

✎ Структура одного из спутников Юпитера Ганимеда

Силикатная мантия

Ледяная тысячекилометровая оболочка

Расплавленное
железное ядро



Каллисто

Спутник Юпитера Каллисто — третий по величине после Ганимеда и Титана, а также лидер по числу кратеров на своей поверхности в Солнечной системе, являющихся своеобразной визитной карточкой этого небесного тела. У него обнаружено собственное магнитное поле. Ученые также считают, что поверхность Каллисто имеет одно из самых древних происхождений среди всех объектов Солнечной системы. Диаметр соседа Юпитера приближает размер спутника к размеру Меркурия. По возрасту Каллисто — ровесник Юпитера: ему около 4,5 млрд лет.

Луна Юпитера — Каллисто »



ЗНАЕТЕ ЛИ ВЫ, ЧТО...

Четыре крупнейших спутника Юпитера были открыты Галилео Галилеем в 1610 году. Он смог рассмотреть эти тела с помощью первого в истории телескопа и назвал свою космическую находку планетами Медичи. В наши дни Ио, Европа, Ганимед и Каллисто именуются галилеевыми спутниками.

Кроме крупных галилеевых спутников, в число регулярных спутников Юпитера входят еще Фивы, Метиды, Адрастея и Амальтея. Все они характеризуются сравнительно небольшими круговыми орбитами, лежащими в экваториальной плоскости планеты. Предполагают, что эти спутники возникли на ранних этапах в протопланетном газопылевом диске вокруг Юпитера.

Подавляющее большинство юпитерианских спутников входит в разряд иррегулярных, сильно уступа

в размерах регулярным и двигаясь по удаленным орбитам. Некоторые из них вращаются в направлении, обратном вращению планеты. Предполагается, что это могут быть некогда захваченные газовым гигантом астероиды. Захват их следовало бы объяснить тем, что на ранних этапах эволюции Юпитер имел весьма обширную атмосферу, простирающуюся далеко за пределы настоящих границ. Попадая в такую атмосферу, астероиды и превращались в иррегулярные спутники.

Сатурн

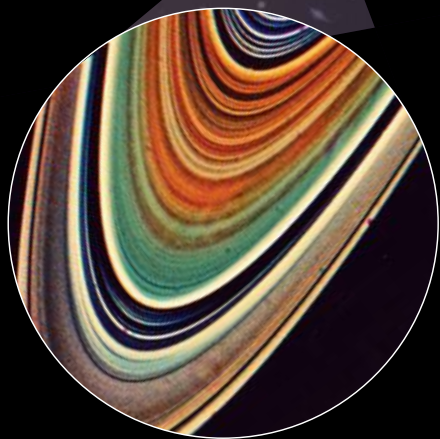
Атмосфера: состав — азот (98,4 %), метан (1,6 %); давление — 146,7 кПа. Сатурн окружает самая заметная система колец среди планет Солнечной системы (тонкие кольца есть у всех планет-гигантов) — миллиарды мельчайших частиц, вращающихся вокруг планеты, ее микроспутников. Состав их в основном ледяной с примесью каменных частиц. В полярных областях Сатурна наблюдаются очень мощные

сияния — самые грандиозные по масштабу явления в Солнечной системе. Несмотря на свои внушительные размеры, Сатурн очень быстро вращается вокруг оси, так что сутки на этой планете длятся всего 10 ч 34 мин 13 с. Это вызывает самую сильную сплюснутость среди газовых гигантов в Солнечной системе. При колоссальной массе, в 95 раз превышающей массу Земли, Сатурн имеет весьма незначительную плотность (меньше плотности воды).

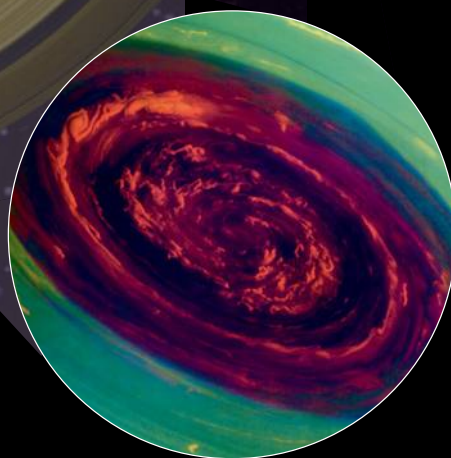
В принципе этот гигант вполне мог бы плыть в некоей фантастической ванне, наполненной обычной водой!

« Сатурн с его кольцами — самая эффектная планета Солнечной системы

» На Сатурне также имеются вихри огромных размеров. Ученые НАСА назвали это пятно красной розой



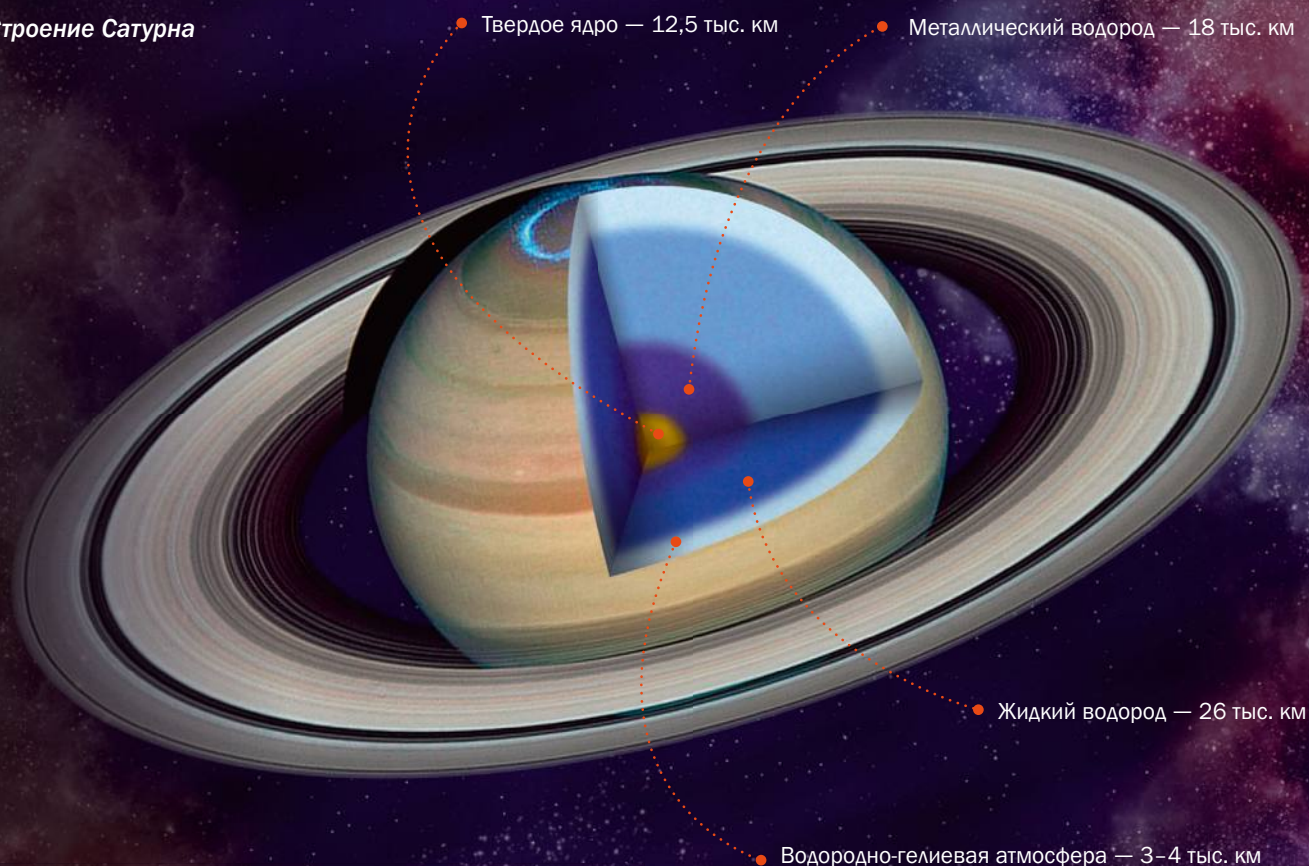
» Структура колец Сатурна (цвет колец изменен)



ЗНАЕТЕ ЛИ ВЫ, ЧТО...

Кольца Сатурна представляют собой не что иное, как скопления пыли и льда различной формы и размеров (от микроскопических частиц до многометровых глыб), вращающихся вокруг планеты в плоскости экватора. Система колец газового гиганта включает три основных кольца и более тонкое четвертое. Вместе они блистают отраженным светом сильнее, чем поверхность диска самого Сатурна.

Строение Сатурна



Титан

Титан — один из самых больших спутников в Солнечной системе: он превосходит размерами и Луну, и даже планету Меркурий. Больше него среди спутников лишь Ганимед у Юпитера.

Титан уникален своей плотной атмосферой. Ни один другой спутник не имеет визуально заметной газовой оболочки, а у Титана она настолько плотная, что затрудняет наблюдения его рельефа. Атмосферное давление у поверхности спутника превышает земное в 1,5 раза.

Атмосфера состоит в основном из азота с примесью метана и аргона. Поскольку на Титане очень холодно ($-179,5^{\circ}\text{C}$), газы встречаются на этом небесном теле и в твердом, и в жидком состоянии. В атмосфере Титана плавают облака из метана, и метано-этановые снег и дождь выпадают на поверхность. Более того, на спутнике плещутся метановые озера, сравнимые по размерам с Каспийским морем! Несмотря на столь экзотические условия, некоторые ученые не исключают существования на Титане жизни (например, на основе метана), а также ее развития в будущем.

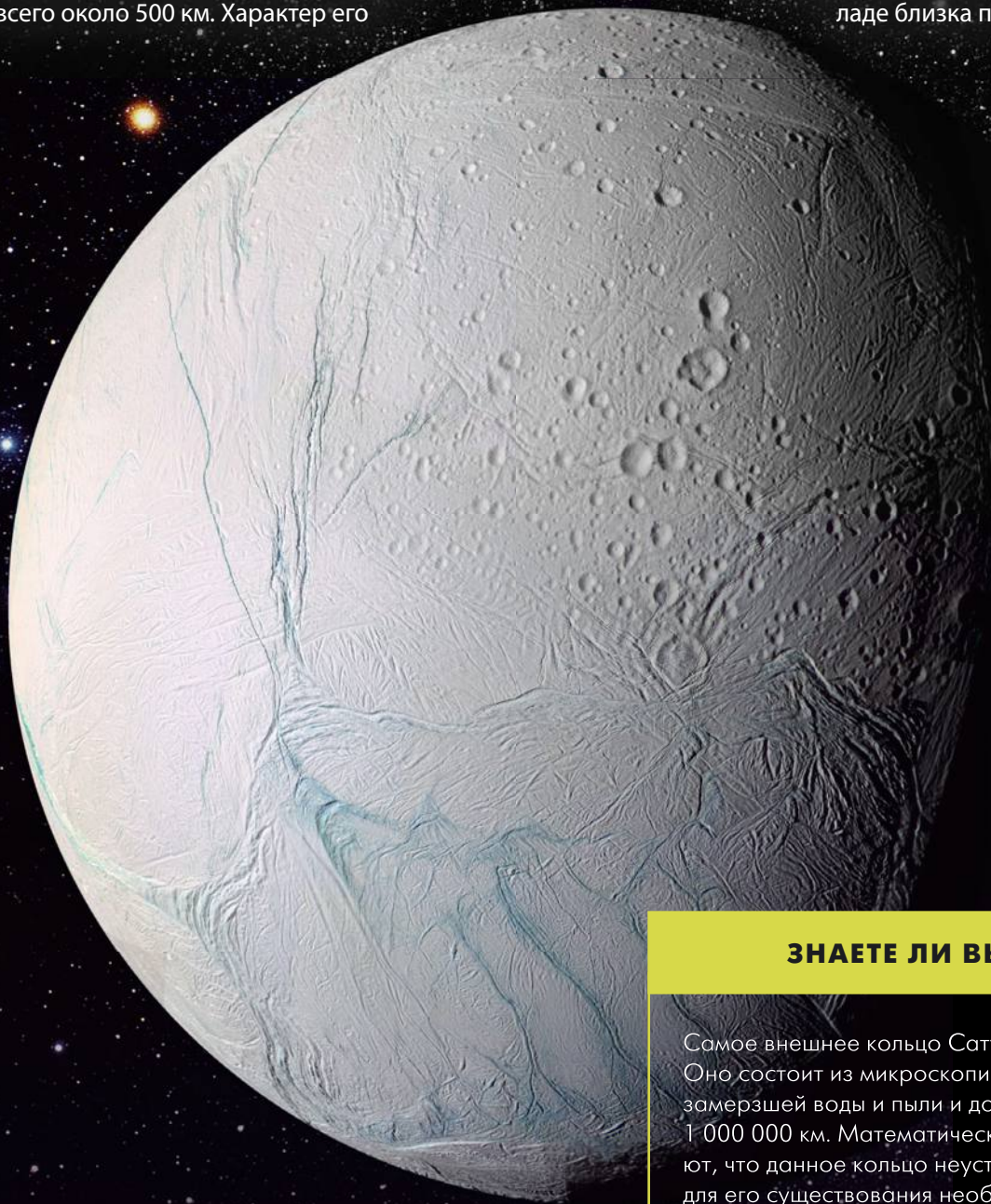
Титан — один из претендентов на колонизацию >> во внешней части Солнечной системы

Энцелад

Земная жизнь существует на водной основе, поэтому понятны попытки ученых искать ее там, где есть жидкая вода. На Марсе ее почти нет, на Европе она скрыта многокилометровым слоем льда.

Однако неожиданно жидкая вода обнаружилась там, где ее совсем не ожидали найти. Энцелад — небольшой спутник Сатурна диаметром всего около 500 км. Характер его

поверхности — ровные поля с затянувшимися «морщинами» — явно указывает на то, что под ледяной корой тоже скрывается океан. К удивлению ученых, на Энцеладе обнаружилось также гейзеры, выбрасывающие воду в космическое пространство. Это снова подняло вопрос о возможности существования жизни. Никогда прежде ее не предполагалось искать на таком маленьком небесном теле. По результатам исследования АМС «Кассини», вода на Энцеладе близка по составу к земной.



⤴ *Несмотря на скромные размеры, Энцелад был открыт в XVIII веке благодаря своей яркости*

ЗНАЕТЕ ЛИ ВЫ, ЧТО...

Самое внешнее кольцо Сатурна — кольцо E. Оно состоит из микроскопических кристалликов замерзшей воды и пыли и достигает ширины около 1 000 000 км. Математические модели показывают, что данное кольцо неустойчиво, поэтому для его существования необходимо постоянное пополнение частицами.

Орбита Энцелада проходит по самой плотной области кольца E и является довольно узкой. Пополнение кольца веществом со спутника предполагалось еще до миссии «Кассини». Его данные подтвердили такую гипотезу.

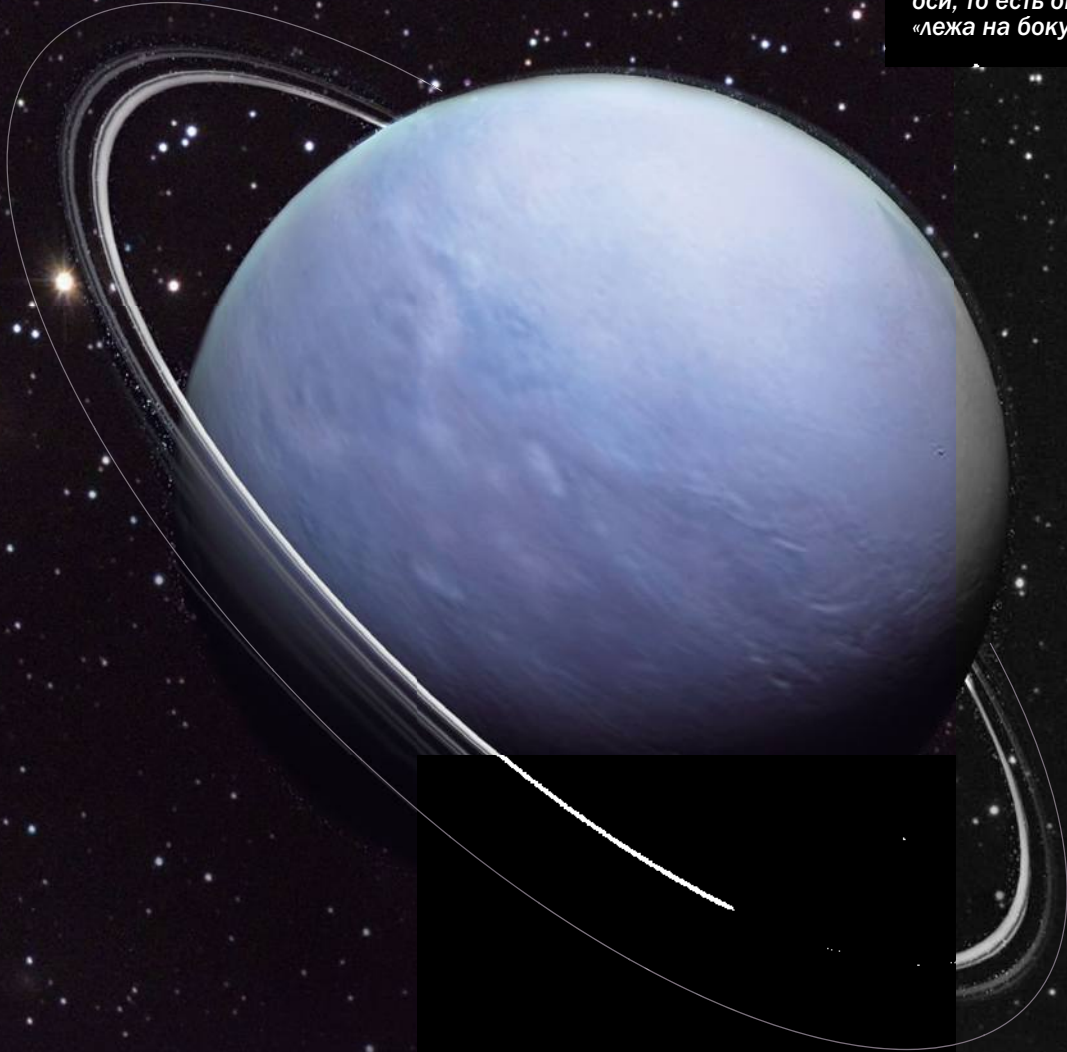
✓ Самый маленький спутник Сатурна по большей части образован льдом



Мимас

В настоящее время принадлежность небесного тела к планетам или карликовым планетам определяется в том числе его формой — она должна быть близкой к шаровой и сформироваться под действием собственной гравитации. Все, что не имеет шаровой формы, — астероид. По этой причине близкие по размеру тела, например Церера и Паллада, относятся к разным типам.

Спутник Сатурна Мимас — всего около 400 км в диаметре. Тем не менее он имеет достаточно правильную форму шара, не считая изрытой кратерами поверхности и одного из кратеров — внушительного даже для большой планеты, а на Мимасе занимающего практически половину полушария. Предположительно, это след от столкновения с астероидом. Данный эффектный кратер получил название в честь открывшего его астронома Уильяма Гершеля.



У Урана очень сильный наклон оси, то есть он вращается «лежа на боку»

Уран

Уран можно увидеть невооруженным глазом. Среди других слабых звезд он настолько не приметен и так медленно движется, что многие астрономы, наблюдая в телескопы, принимали его за звезду и заносили в звездные каталоги под разными номерами. Открыл эту планету великий английский астроном-наблюдатель Уильям Гершель в 1781 году. Скорее всего, у Урана также нет твердой поверхности. Атмосфера планеты очень спокойная: по сравнению с Юпитером, Сатурном

и похожим на него Нептуном, в ней наблюдается мало деталей, полос и вихрей. Возможно, причина в том, что на Уране очень холодно (-224°C) — даже холоднее, чем на более отдаленных Нептуне и Плутоне, хотя объяснения этому пока не найдено. Как и у Венеры, ось вращения Урана сильно наклонена к плоскости орбиты и временами бывает направлена прямо на Солнце, так что планета как бы катится по орбите. Существует гипотеза, что однажды этот небесный объект столкнулся с каким-то очень крупным телом, опрокинувшем его на бок.

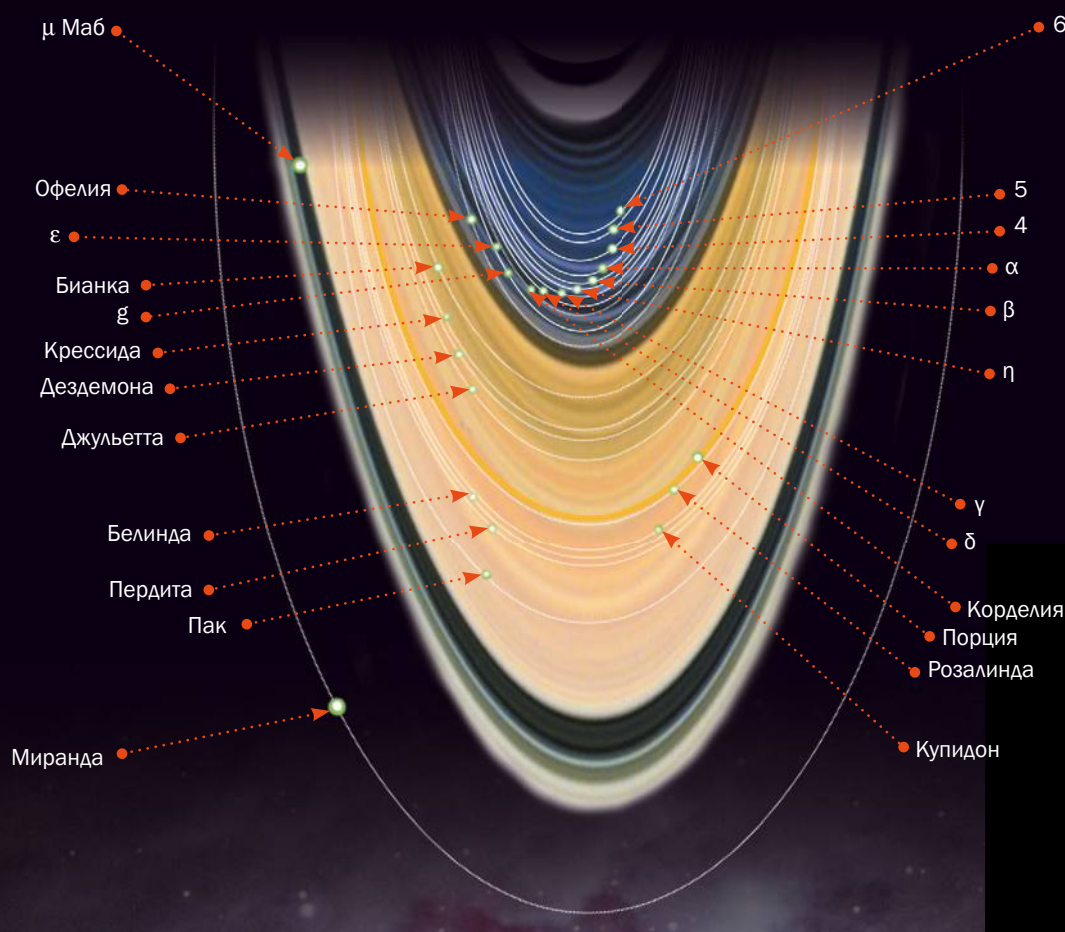
Кольца

Экспедиция «Вояджера-2» в 1986 году и последующие наблюдения космического телескопа «Хаббл» открыли свыше дюжины колец. Более-менее крупных на сегодняшний день насчитывается 13, но между ними находятся еще и неполные дуги с пыльными полосами. Кольца ледяного гиганта состоят из довольно массивных для данных образований фрагментов водяного льда размером от нескольких сантиметров до десятков метров и в большинстве являются непрозрачными.

Выделяются девять узких главных колец, два пылевых и два внешних кольца. Самое обширное и дальнее имеет толщину всего лишь несколько километров при радиусе 98 тыс. км. Его возраст насчитывает около 600 миллионов лет, что совсем немного по космическим масштабам. Предполагается, что

система колец Урана возникла в результате периодических столкновений нескольких его спутников. Значимой и все еще открытой проблемой остается определение неизвестного механизма, который удерживает рубежи колец. Если бы его не существовало, то эти границы постепенно размывались бы. Одну из самых популярных моделей механизма сдерживания предложили Петер Голдрайх и Скотт Тремэйн — пара спутников-«пастухов», которые за счет гравитационного взаимодействия отбирают у кольца излишний или добавляют ему недостающий угловой момент либо энергию. Так «пастухи», которые должны иметь массу в два-три раза больше, чем у кольца, удерживают конструктивные частицы колец. Подобный механизм работает для кольца ϵ , которое «пасут» Корделия и Офелия. Корделия также является внешним «пастухом» для кольца δ , а Офелия — для γ .

✧ Система Урана





« Ариэль

Спутники

Сейчас у ледяного гиганта 27 естественных спутников. По традиции все они названы в честь различных персонажей из произведений Уильяма Шекспира и Александра Поупа.

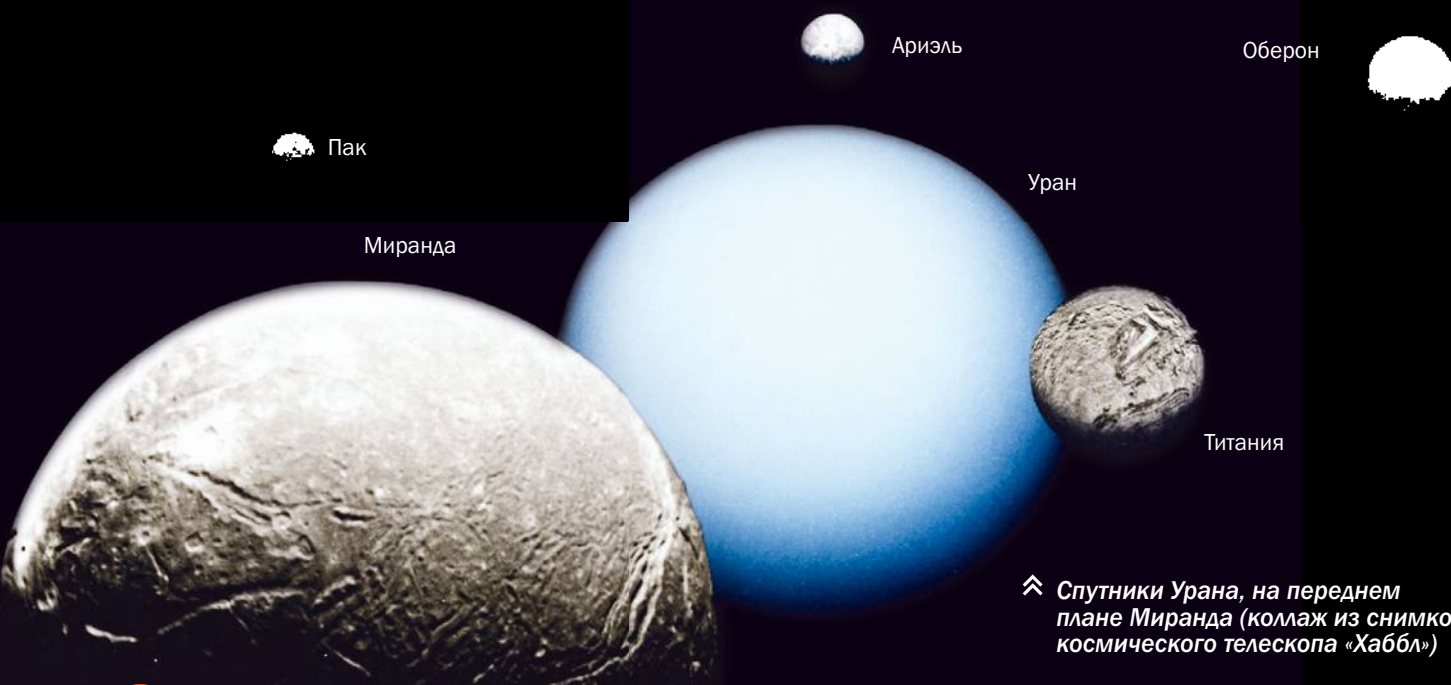
Самые крупные из них — Миранда, Ариэль, Умбриэль, Титания и Оберон. Спутниковая система Урана — самая маломассивная среди всех газовых и ледяных гигантов. Достаточно сказать, что общая масса всех крупных урановых спутников меньше половины массы спутника Нептуна Тритона. Самый крупный спутник Урана, Титания, имеет радиус,

который вполтину меньше лунного (788,9 км). Сателлиты Урана в основном состоят из горных пород и льда с включениями пыли, аммиака и углекислого газа.

Самым молодым спутником считается Ариэль, а самым старым — Умбриэль (возраст их определяют по степени кратерированности, то есть по количеству ударных кратеров).

Самый интересный ландшафт, пожалуй, у Миранды. Это наименьший и самый близкий из пяти крупных спутников планеты, на нем можно встретить каньоны и террасы в окружении скал.

Более детально рассмотреть Миранду удалось в 1986 году во время пролета АМС «Вояджер-2». Аппарат прошел довольно близко и сделал много поразительных снимков ее поверхности с высоким разрешением. Весь спутник оказался изрыт каньонами, глубина которых достигает 20 км. Это при том что

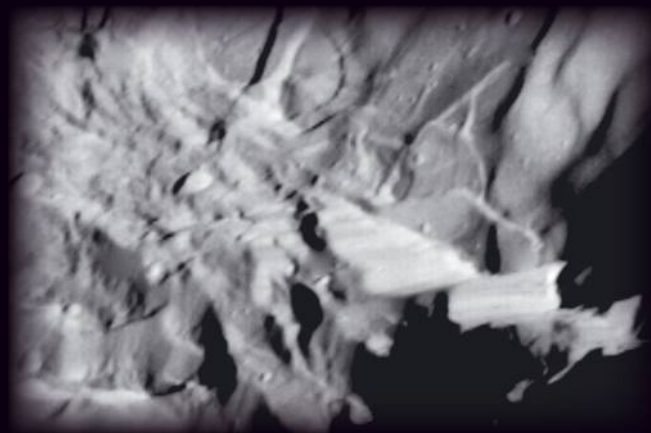


⌘ Спутники Урана, на переднем плане Миранда (коллаж из снимков космического телескопа «Хаббл»)

ЭТО ИНТЕРЕСНО!

Что произойдет, если прыгнуть с самой высокой скалы в Солнечной системе?

Вполне возможно, что вы даже не повредите скафандр, используя обычную автомобильную подушку безопасности. На знаменитом среди планетологов спутнике Урана Миранде вышасяется скала Верона Рупес с перепадом высот более чем 20 км, что в 10 раз больше глубины земного Большого каньона в США. Поскольку гравитация на Миранде довольно незначительна, то в далеком будущем космические туристы наверняка станут прыгать с вершины скалы-рекордсмена, находясь в свободном падении не менее 12 мин. При этом скорость достигнет где-то 200 км/ч, на что и рассчитаны современные автоподушки безопасности. Изображение скалы Верона Рупес было впервые получено с борта «Вояджера-2», и до сих пор планетологи спорят о ее происхождении. Некоторые считают, что это результат катастрофического столкновения, иные отдают предпочтение тектонической активности.



⚡ Уступ Верона (в центре справа) на снимке космического аппарата «Вояджер-2»

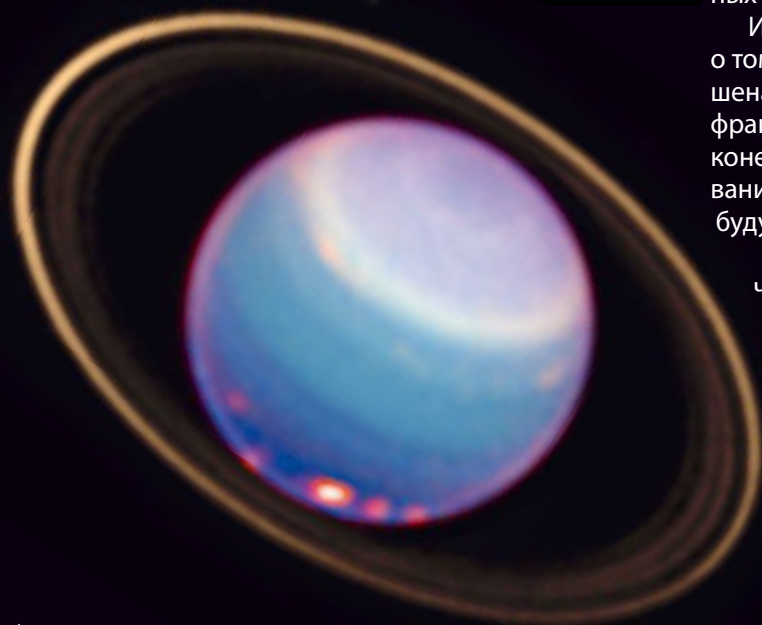
теоритные кратеры, которые напоминают лунные цирки.

Все это стало своеобразной научной сенсацией, ведь Миранда считалась слишком малой для наличия каких-то геологических процессов. Тем не менее на спутнике явно присутствовал весьма своеобразный рельеф, имеющий черты сразу нескольких планетарных образований.

Исходя из полученных данных возникла гипотеза о том, что Миранда когда-то была полностью разрушена, но потом под воздействием силы гравитации фрагменты ее вновь собрались в одно целое. Здесь, конечно же, требуются дополнительные исследования, и астрономам остается только надеяться на будущие космические экспедиции в систему Урана.

Как уже говорилось, единственным космическим аппаратом, изучавшим систему Урана в 1986 году, был зонд НАСА «Вояджер-2», который пересек орбиту ледяного гиганта на расстоянии 81,5 тыс. км от него. Аппарат провел изучение состава, структуры и погоды в атмосфере Урана, открыл 10 новых спутников, сфотографировал пять самых крупных, исследовал систему колец, обнаружив два новых, магнитное поле и строение магнитосферы с необычным закрученным магнитным хвостом.

Сегодня НАСА разрабатывает миссию *Uranus Pathfinder* с запуском *AMC Uranus orbiter and probe* в 2020-х годах. По сообщениям управления, это космическое путешествие предполагает исследование гигантских неизвестных областей в краю газовых и ледяных гигантов, и конечной целью будет Уран, для которого АМС станет первым искусственным спутником. В ходе данной миссии планируется изучить уникальный химический состав атмосферы планеты, ее спутники и кольца, чтобы разрешить множество накопившихся загадок. Предполагается, что экспедиция может занять от 8 до 15 лет.



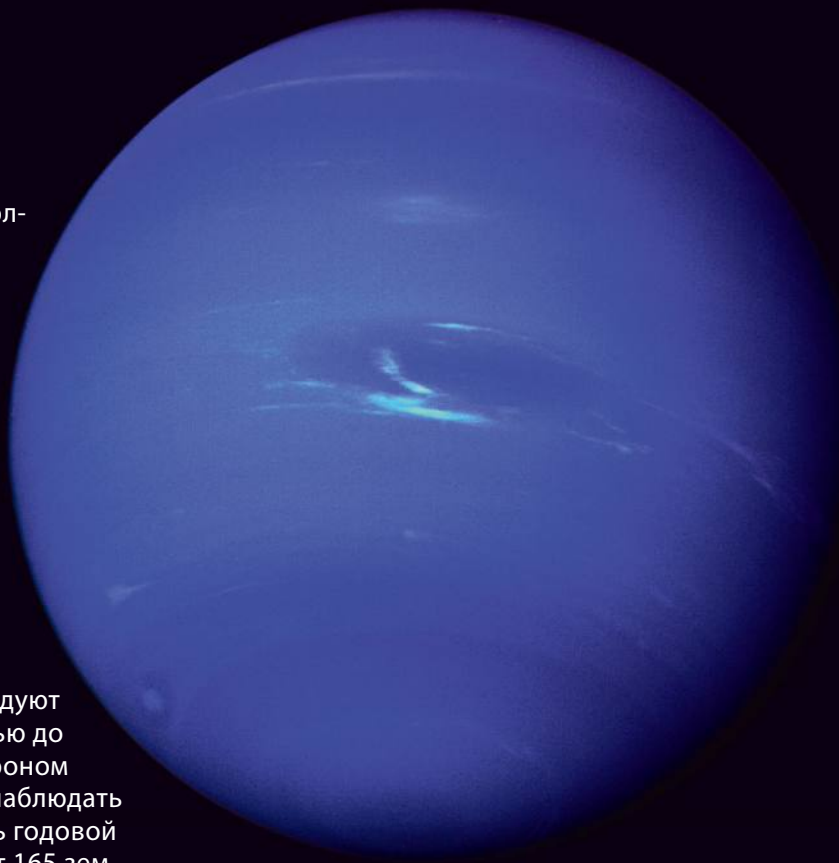
⚡ Панорама Урана, сделанная телескопом «Хаббл»: спутники, кольца, облака, ураганы и полярные сияния

средний радиус самого спутника невелик — он составляет всего 235 км.

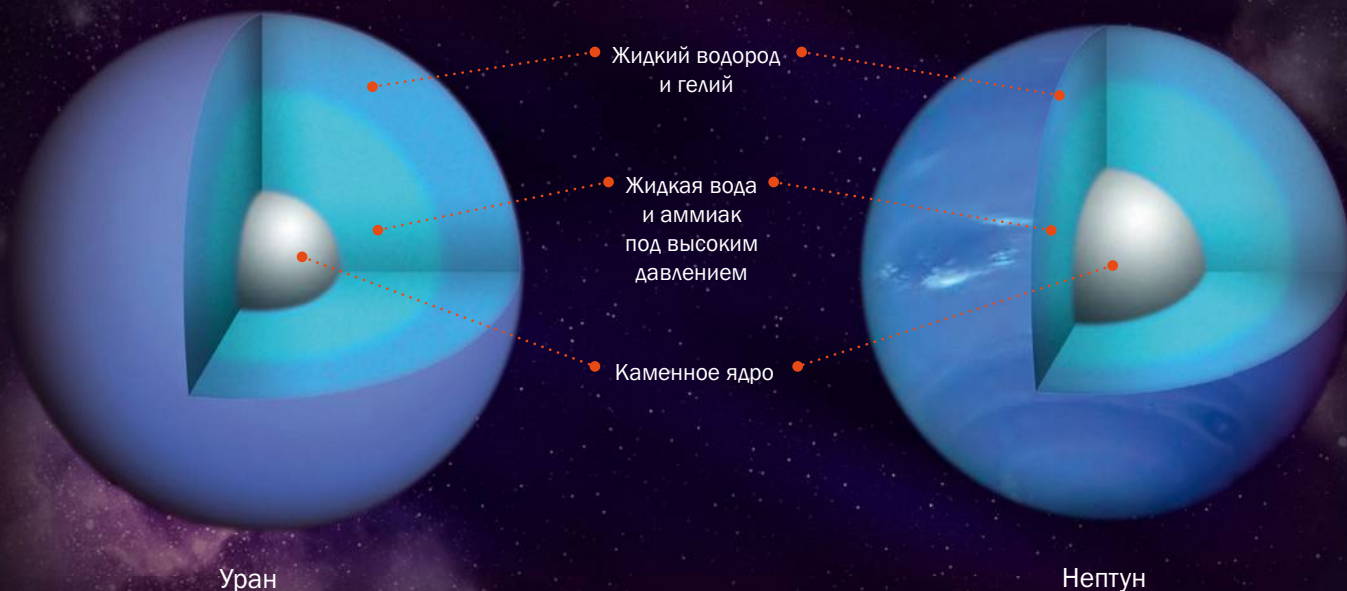
По словам очевидцев, первое, что бросилось в глаза, — горные хребты Миранды с зубьями тысячеметровых пиков, белеющих на черном горизонте. Среди них разбросаны странные детали рельефа в виде темных и светлых прямоугольников и ме-

Нептун

В настоящее время Нептун является самой большой отдаленной планетой Солнечной системы. После того как Уильям Гершель открыл Уран, астрономы стали находить неправильности в движении этого небесного объекта по рассчитанной для него орбите. Возникла гипотеза, что маршрут Урана искажается гравитацией еще одной, до сих пор неизвестной планеты. Математики Джон Адамс и Урбен Леверье рассчитали орбиту и положение этого небесного тела на небе, и 23 сентября 1846 года оно было найдено. Нептун очень похож на Уран, но его атмосфера намного более активна: облачные полосы и вихри — частое явление. Кроме того, здесь дуют чрезвычайно мощные ветры со скоростью до 600 км/ч. Интересно то, что ни один астроном на протяжении своей жизни не сможет наблюдать смену всех времен года на Нептуне, ведь годовой цикл этого ледяного гиганта захватывает 165 земных лет. Так, в 1960-х годах в Южное полушарие планеты пришла весна, в 2005 году здесь началось астрономическое нептунское лето.



⌘ Фотографии из космоса показывают облачную поверхность Нептуна



⌘ Строение ледяных гигантов

Тритон необычен тем, что он движется по ретроградной орбите. Это означает, что он образовался не на орбите, а, вероятно, где-то в другом месте и впоследствии был захвачен Нептуном. Вполне возможно, раньше Тритон был объектом пояса Койпера, который попал в гравитационное поле гиганта.

Тритон имеет небольшую атмосферу, которая состоит в основном из азота (99,9%) с примесью метана (0,01%). Он также считается одним из немногих спутников, которые проявляют геологическую активность. Последнее означает, что его поверхность относительно молодая. На нем были обнаружены извержения гейзеров, но эти извержения состоят из аммиака и воды, а не из лавы, как на Земле.

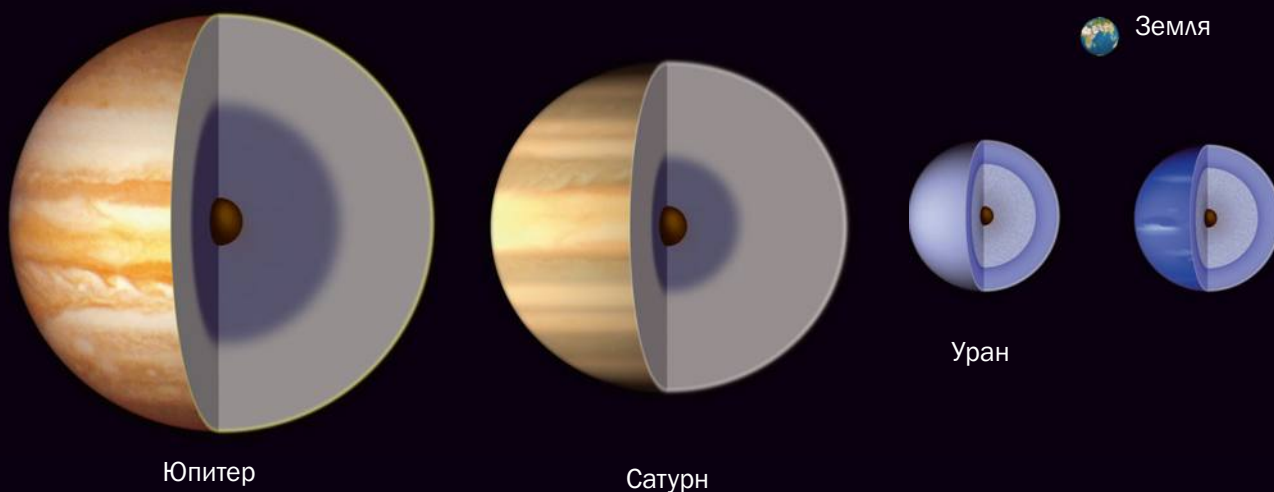
Тритон приливных сил Нептуна всегда повернут к планете одной стороной. Его орбита постепенно сни-

жается, и приблизительно через 3,6 млрд лет газовый гигант разорвет его на части. После этого у Нептуна будет огромное кольцо, как у Сатурна.



⤴ Тритон на фоне Нептуна

⤵ Строение газовых гигантов и их размер в сравнении с Землей



■ Молекулярный водород
■ Металлический водород

■ Водород, гелий, метан
■ Мантия: вода, аммиак, метан
■ Ядро: камень, лед

Полет кометы над Землей »
представляет собой
невероятно красивое
зрелище



Кометы

Вещественную основу комет как малых тел Солнечной системы составляет твердое ядро. Скорее всего, кометные ядра являют собой конгломерат из водяного льда и льда газов с мелкой космической пылью. По мере приближения к Солнцу с поверхности кометы начинается процесс бурного испарения всяческих летучих веществ. Так возникает подсвеченный лучами Солнца гигантский газовый шлейф, который тянется за кометным ядром на десятки миллионов километров.

» Вид кометы Чурюмова — Герасименко с посадочного модуля «Филы» 12 ноября 2014 года. Впервые в истории человечества осуществлена посадка зонда на комету



Комета Хейла — Боппа

Люди с древних времен наблюдали странные светила с длинными туманными хвостами. В них видели то пугающие, то счастливые знамения. Теперь известно, что ядра комет состоят из льда и камня, а хвосты возникают, когда Солнце испаряет лед с поверхности ядра. Комета Хейла — Боппа стала самой наблюдаемой кометой XX века. Ее открыли в 1995 году, за два года до прохождения перигелия — точки максимального приближения к Солнцу, и сразу стали предсказывать очень большую яркость. В мае 1996 года комету можно было наблюдать невооруженным глазом. В марте — апреле 1997 года ее блеск превышал одну величину, и только в конце года она перестала быть видимой без помощи оптики, просияв на небе 18 месяцев — больше, чем все остальные известные кометы.

Если с кометой ничего не случится в космических просторах, то она вернется приблизительно в 4390 году.

Комета-марафонец, >>
открытая в 1995 году



Комета ISON

Непредсказуемость комет часто играет злую шутку с учеными и публикой, охочей до сенсаций. Комету ISON открыли в 2012 году астрономы Виталий Невский (Беларусь) и Артем Новичонок (Россия). В ноябре 2013 года она должна была приблизиться к Солнцу. Исходя из того, что было известно о комете, некоторые ученые предположили, что она может стать очень яркой, сравнявшись в блеске с полной Луной, и видимой на дневном небе. С начала 2013 года появились сомнения в оправданности этих прогнозов — комета не набирала яркость. Однако СМИ уже вовсю трубили о «комете века».

В ноябре ISON все-таки начал разгораться и в последние недели перед сближением с Солнцем стал виден невооруженным глазом, хотя обнаружить его на фоне утренней зари было трудно. Предполагалось, что подобно некоторым своим предшественницам комета устроит «шоу» после прохождения перигелия. Однако 28 ноября, пролетев всего в 1 млн км от поверхности Солнца, она разрушилась. Теперь по ее орбите движутся лишь мелкие частицы пыли.

⚡ Комета ISON могла стать самой яркой в первой половине XXI века

✧ Последний перигелий кометы Макнота наблюдался 12 января 2007 года, следующий неизвестен



Комета Макнота

Кометы — очень непредсказуемые светила. Довольно трудно предугадать их яркость и поведение при сближении с Солнцем.

Эта комета была обнаружена в 2006 году и названа по фамилии открывателя Роберта Макнота. Предполагалось, что она будет видна невооруженным глазом, но не достигнет высокой яркости. Приблизившись к Солнцу, комета начала набирать блеск гораздо более быстрыми темпами, чем предсказывали ученые. В январе 2007 года ее яркость некоторое

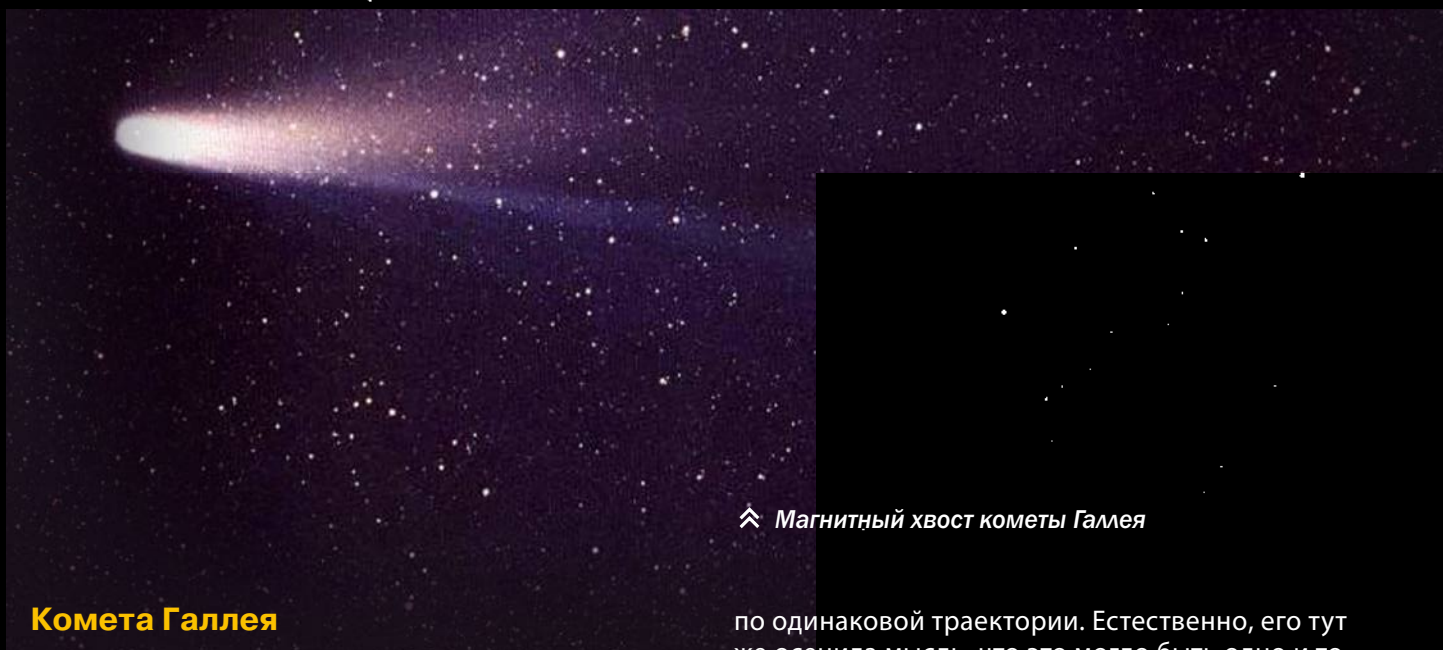
время превышала яркость Венеры. Комета устроила феерическое зрелище для жителей Южного полушария Земли, распустив по небу огромный изогнутый хвост.

Орбиты комет — сильно вытянутые конические сечения: эллипсы, параболы и гиперболы. Нередки случаи, когда комета приближается к Солнцу один-единственный раз и, обогнув его, улетает навсегда. По такой орбите двигалась и комета Макнота. Однако притяжение Солнца и планет изменило ее, теперь она будет вращаться вокруг Солнца с колоссальным периодом порядка 92 000 лет.

ЗНАЕТЕ ЛИ ВЫ, ЧТО...

Как археологи раскапывают артефакты из далекого прошлого, восстанавливая историю земной цивилизации, так и астрономы, изучая кометное вещество, надеются заглянуть в далекое время рождения Солнечной системы. Существует даже экзотическая гипотеза, что химические реакции на поверхности кометных ядер под воздействием космической радиации могли бы быть причиной появления в первичной земной атмосфере органических соединений, ставших основой для

зарождения жизни. Изучение кометы Галлея АМС, конечно же, не закончилось ее недавним посещением, более того, иногда речь даже заходит о пилотируемом полете с посадкой на поверхность этой вечной космической странички. Ничего недостижимого здесь на самом деле нет, ведь приблизительно в тот же период планируются полеты и на другие планеты Солнечной системы. Впрочем, киноволшебники Голливуда давно уже демонстрируют нам впечатляющие картины высадки десанта на кометное ядро.



⚡ Магнитный хвост кометы Галлея

Комета Галлея

Самая известная из комет Солнечной системы — это, несомненно, комета Галлея. Она сыграла в истории астрономии, да и небесной механики большую роль и тесно связана с открытием закона всемирного тяготения. Дело в том, что коллега и друг Исаака Ньютона астроном и математик Эдмунд Галлей был автором первого каталога по всем ранее наблюдавшимся кометам. Обработывая данные, Галлей обратил внимание на странную закономерность: три кометы возникали с четкой периодичностью в 76 лет, двигаясь практически

по одинаковой траектории. Естественно, его тут же осенила мысль, что это могло быть одно и то же небесное тело. На основании своей гипотезы Галлей предсказал следующее появление странной планеты — и не ошибся, а Ньютон использовал его расчеты для построения своей теории гравитации, которая позже получила название закона всемирного тяготения.

Сейчас по хроникам и документам определено ровно 30 проходов кометы вблизи Солнца вплоть до 240 года до н. э. В последний раз она наблюдалась в 1986 году, а следующее ее появление стоит ожидать в середине 2061 года.

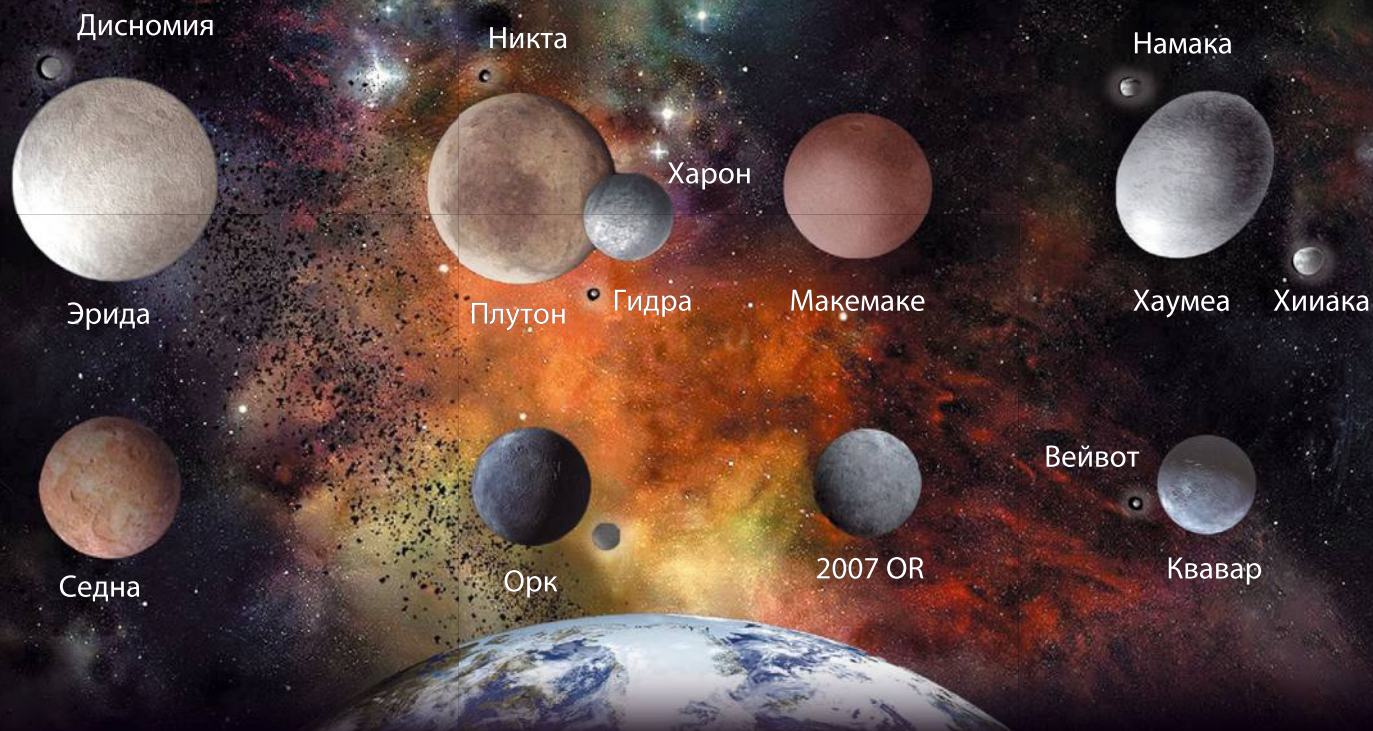
Транснептуновые объекты

Когда наука ощутимо шагнула вперед и дала человечеству высокочувствительное оборудование для исследования космоса, астрономы стали открывать транснептуновые объекты (ТНО). Ученым удалось заглянуть дальше Нептуна и обнаружить в этой неизвестной доселе области ряд небесных тел Солнечной системы. Было открыто, что ТНО вращаются вокруг нашего светила на расстоянии свыше 4,5 млрд км.

Эти объекты образуют пояс Койпера, рассеянный диск и облако Оорта.

Одним из первых известных ТНО стал Плутон, обнаруженный в 1930 году. Целых 76 лет он считался девятой планетой в Солнечной системе. Следующее открытие ТНО состоялось в 1978 году — в космосе был зафиксирован спутник Плутона Харон. Очередной ТНО был открыт в 1992 году. К настоящему моменту известно около 1,5 тыс. подобных небесных тел.

Крупнейшие из известных транснептуновых объектов



Название	Экваториальный диаметр, км	Перигелий, а. е.*	Афелий, а. е.	Период обращения вокруг Солнца, лет	Открыт, год
Эрида	2330	38,16	97,52	559	2003
Плутон	2390	29,57	49,32	248	1930
Макемаке	1500	38,22	52,75	307	2005
Хаумеа	~1500	34,83	51,55	284	2005
Харон	1207	29,57	49,32	248	1978
2007 OR	875–1400	33,60	101,00	553	2007
Квавар	~1100	41,93	45,29	288	2002
Орк	946,3	30,39	48,05	246	2004

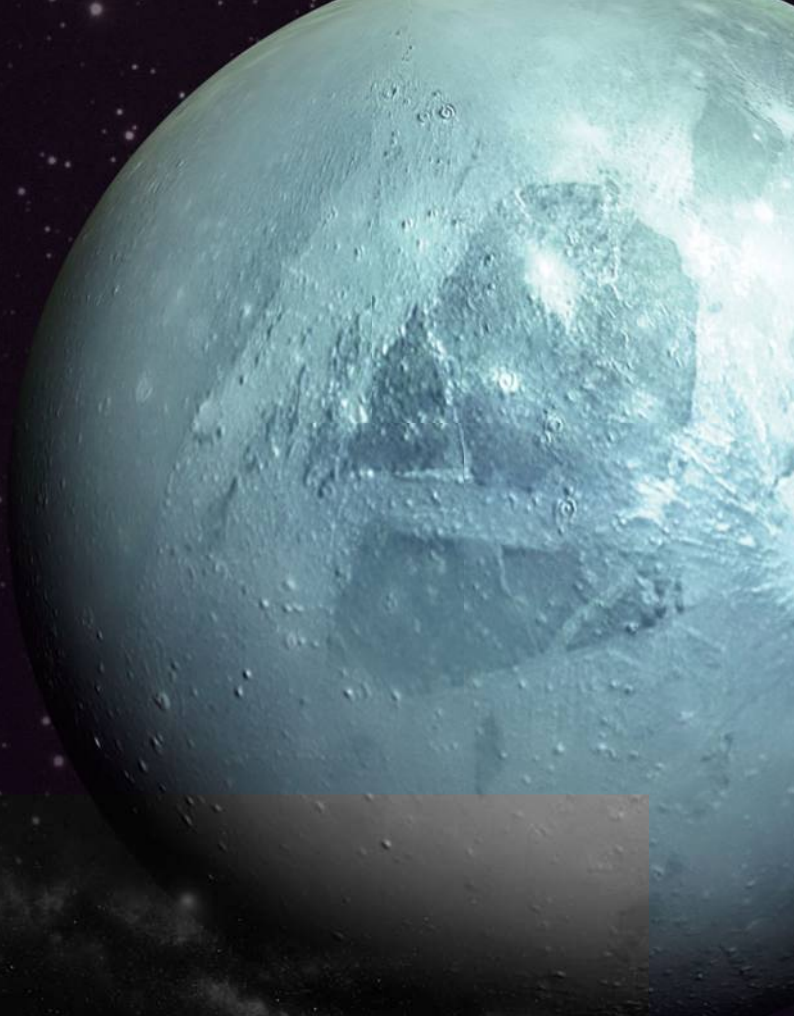
* Астрономическая единица (а. е.) — единица измерения в астрономии, равная примерно среднему расстоянию от Земли до Солнца.

Плутон

В начале XX века ученые искали планету X, ответственную за все еще остававшиеся неправильности движения Урана. В результате 13 марта 1930 года в окрестностях предсказанного участка неба был открыт Плутон. Позднее оказалось, что он слишком мал, чтобы влиять на Уран, да и отклонения в орбите последнего получили другое объяснение — была неверно определена масса Нептуна. В 2006 году ученые лишили Плутона статуса планеты, переведя его в группу карликовых планет. Их отличие от астероидов — в правильной шарообразной форме, а от планет — в неспособности очистить своим гравитационным полем окрестности орбиты от других крупных тел.

Плутон действительно особый случай. По размерам это небесное тело вполне сопоставимо с земной группой, хотя представляет собой всего лишь гигантский массив льда различных летучих элементов и горных пород. Масса Плутона в пять раз меньше Луны, а объем — в три раза.

Плутон и его спутник Харон часто рассматриваются в качестве двойной планеты, поэтому после понижения в ранге его можно считать даже не отдельной малой планетой, а кратной системой карликовых планет Плутон — Харон, поскольку ее центр тяжести лежит в космосе на соединяющей эти два объекта линии. У Плутона есть еще три меньших спутника — Никта, Гидра и не имеющий пока названия P4.



⌘ Крупнейшая из известных карликовых планет Солнечной системы — Плутон

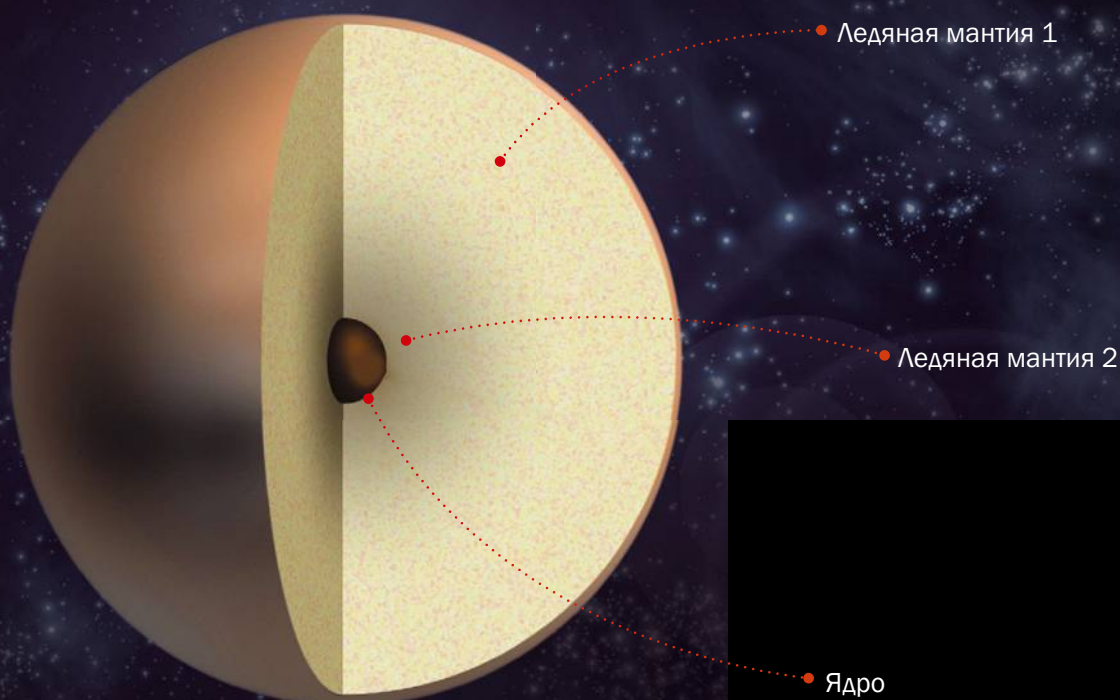


⌘ Система карликовых планет Плутон — Харон (художественная реконструкция)

≡ Вид с поверхности Харона на Плутон
(художественная реконструкция)

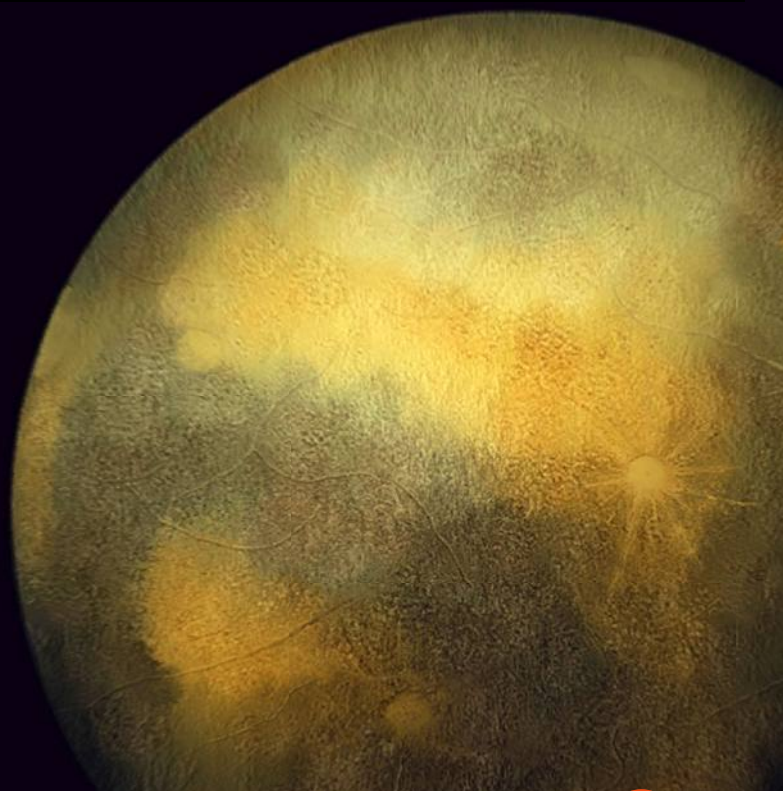
Плутон с атмосферой из тяжелых газов больше напоминает спутник планет-гигантов, уступая некоторым из них по массе и диаметру. В то же время плотность Плутона в два раза больше, чем у воды. Его орбита выделяется вытянутостью и большим наклоном к плоскости эклиптики (более чем на 17°), что позволяет Плутону изредка приближаться к Солнцу на расстояние в 4,4 млрд км и быть к нему ближе Нептуна.

✧ Структура Плутона



При максимально доступном увеличении Плутон предстает светло-коричневым диском со слабым оттенком желтоватого цвета. Анализ поверхности показывает, что он практически полностью (более чем на 98 %) состоит из азотного льда с очень малыми добавками метана и окиси углерода. На приблизительных картах, составленных по данным телескопических наблюдений, видно, что она крайне неоднородна. Об этом свидетельствует и изменение блеска карликовой планеты вместе с измерениями в его инфракрасном спектре.

✧ Атмосфера Плутона по наблюдениям космического телескопа «Хаббл»



ЗНАЕТЕ ЛИ ВЫ, ЧТО...

За 248 земных лет своего годичного обращения вокруг Солнца Плутон то обретает, то практически теряет азотную атмосферу. При отдалении от светила она постепенно замораживается и оседает на поверхности. При приближении к Солнцу температура на Плутоне существенно повышается и позволяет сублимировать льды, превращая их в газы.

✧ В поясе Койпера (художественная реконструкция)



Пояс Койпера

Лишь сравнительно недавно, в начале 1990-х годов, астрономы с помощью высокочувствительного оборудования смогли открыть эту область Солнечной системы. Там оказались ледяные и каменные астероиды, некоторые из них настолько велики, что заслуживают ранга карликовой планеты. Большинство этих гигантских астероидов принадлежит так называемому поясу Койпера, названному в честь астронома Джерарда Койпера, предсказавшего его существование еще в 1951 году. По своей форме пояс Койпера напоминает геометрическую фигуру тор и простирается на расстояние от 4,5 до 7,5 млрд км от Солнца.

Первым доказательством существования пояса Койпера стало открытие в 1992 году астрономами Дэвидом Джуиттом и Джейном Лу из Гавайского университета с помощью новых мощных телескопов довольно слабого объекта в виде 200-километрового ледяного шара, вращающегося вокруг Солнца на расстоянии около 7,5 млрд км. В течение следующих лет обнаружили еще несколько сотен

подобных объектов, что сыграло свою роль в понижении планетного статуса Плутона и отнесении его к сообществу малых планет пояса Койпера. После ввода в строй гигантских наземных и космических телескопов астрономические открытия пошли непрерывным потоком, и сегодня в поясе Койпера обнаружены тысячи самых разных объектов. Большинство планетоидов расположено на удалении от 7 до 10 млрд км от Солнца, но встречаются и отдаленные астероиды, которых отделяет от нашего светила более 50 млрд км!

Что же населяет эти далекие уголки нашего солнечного дома? Еще до открытия пояса Койпера ряд астрономов высказывали предположение, что за границей орбиты Плутона (тогда эта планета считалась последней и самой далекой от Солнца) существует особое скопление объектов. Данная гипотеза долго не находила надежного подтверждения, ведь единственными выходцами из тех темных далей являются кометы с очень вытянутыми орбитами, которые астрономы называют долгопериодическими. Причем сопоставить, одна ли это космическая странница или их несколько, довольно сложно, ведь, например,

ярчайшая комета Хейла — Боппа посетит нас снова лишь через четыре тысячелетия.

Далеким объектам вне планетарных границ Солнечной системы пока еще трудно отнести к какому-либо классу малых тел, таким как астероиды или ядра комет. Известно только, что наблюдаемые объекты имеют диаметр от 100 до 800 км и темно-красную с коричневатым оттенком поверхность, свидетельствующую о ее солидном возрасте в сотни миллионов, а может быть — и в миллиарды лет. Существуют версии, что подобным цветом транснептуновые тела обязаны неким таинственным органическим соединениям. Сегодня крупное население пояса Койпера составляют 50–100 тыс. стокилометровых карликовых планет, что делает это скопление малых тел в сотни раз массивнее главного пояса астероидов. Гипотетически эта область может быть сохранившимися остатком протопланетного газопылевого облака, из которого возникла Солнечная система.

➤ *Пояс Койпера*

ЭТО ИНТЕРЕСНО!

Вполне может быть, что существенную часть пояса Койпера составляют кометные ядра из смеси пыли и замерзших газов, по виду похожие на гигантские грязные снежки. По мере приближения к Солнцу поверхность кометных ядер начинает нагреваться и с нее испаряются газы, светясь под солнечными лучами. Так

возникает кометный хвост, направленный от Солнца, поскольку его отбрасывает прочь солнечный ветер. Обычно размеры и массы комет близки к средним астероидам, а их орбиты могут иметь самую различную конфигурацию, причем движутся они вокруг Солнца и в прямом, и в обратном направлении.

Транснептуновые »
объекты вблизи
Плутона

Облако Оорта

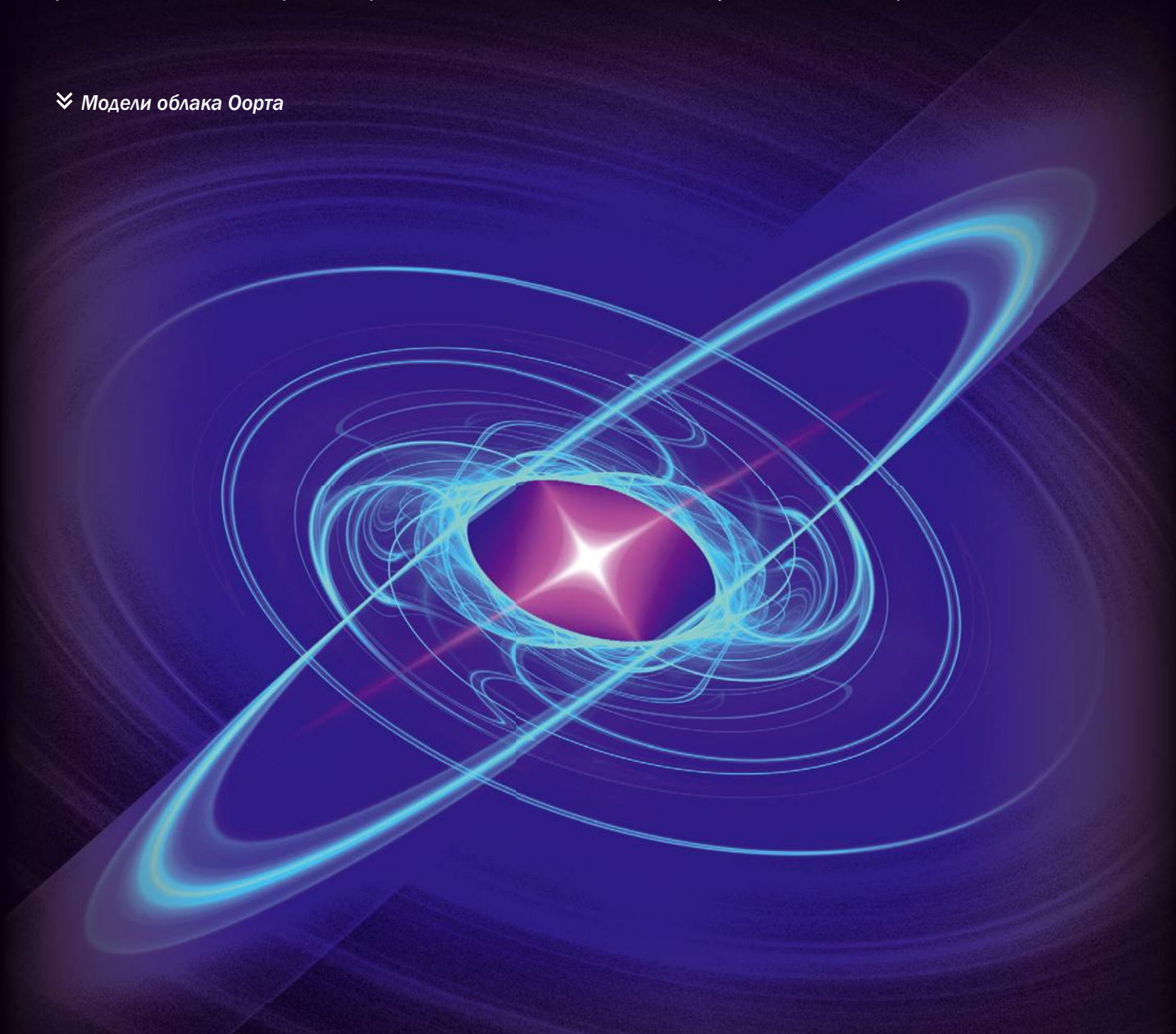
Астрономы полагают, что облако Оорта должно включать чуть ли не миллиарды ледяных тел, которые очень чувствительны к постороннему гравитационному воздействию, выталкивающему их во внутреннюю часть Солнечной системы. Там космические айсберги превращаются в кометные ядра, окутываются слабой газовой оболочкой и выбрасывают феерический хвост. Правда, поскольку большинство таких комет движутся по чрезвычайно большой вытянутой орбите, они наблюдались всего лишь раз в истории человеческой цивилизации.

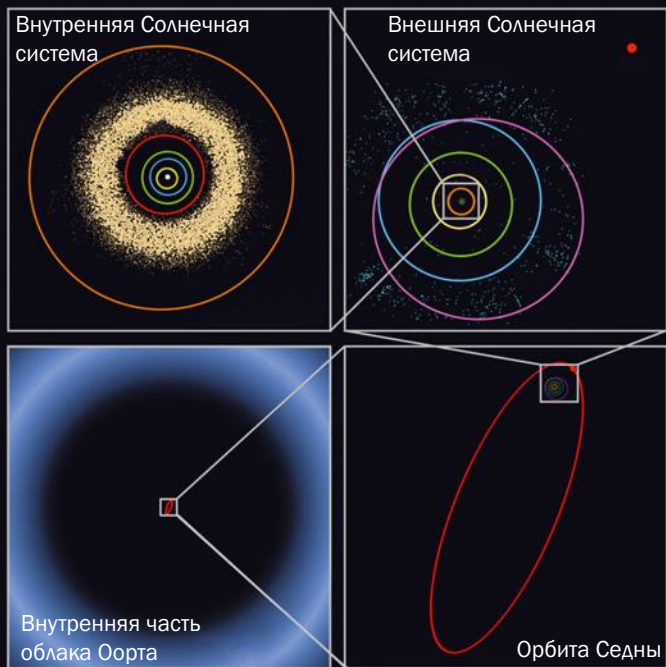
Астрономы долго спорили между собой о том, откуда же прилетают на земной небосклон «хвостатые странницы»? В конце концов победила точка зрения, которую наиболее четко сформулировали эстонский астроном Эрнст Эпик и голланд-

ский астрофизик Ян Оорт. По разработанной ими модели Солнечной системы за поясом Койпера находится еще более удаленное и масштабное образование, получившее название облака Оорта. По современным представлениям, облако Оорта имеет форму неправильного сфероида, пересеченного объемными кольцами и вздутиями. Оно так или иначе простирается до 1800 млрд км от Солнца. На таком удалении массивные тела начинают испытывать силу «гравитационных щупалец» ближайших звезд и других объектов нашей Галактики.

Считается, что поскольку большинство населения облака Оорта представляет собой «строительный мусор» от возникновения Солнечной системы, то и вращаться эти карликовые планеты с астероидами должны в плоскости эклиптики, где расположены орбиты всех планет. Вместе с тем получается, что пространство за облаком Оорта Солнечной системе уже как бы и не принадлежит, а попавшие

✧ Модели облака Оорта



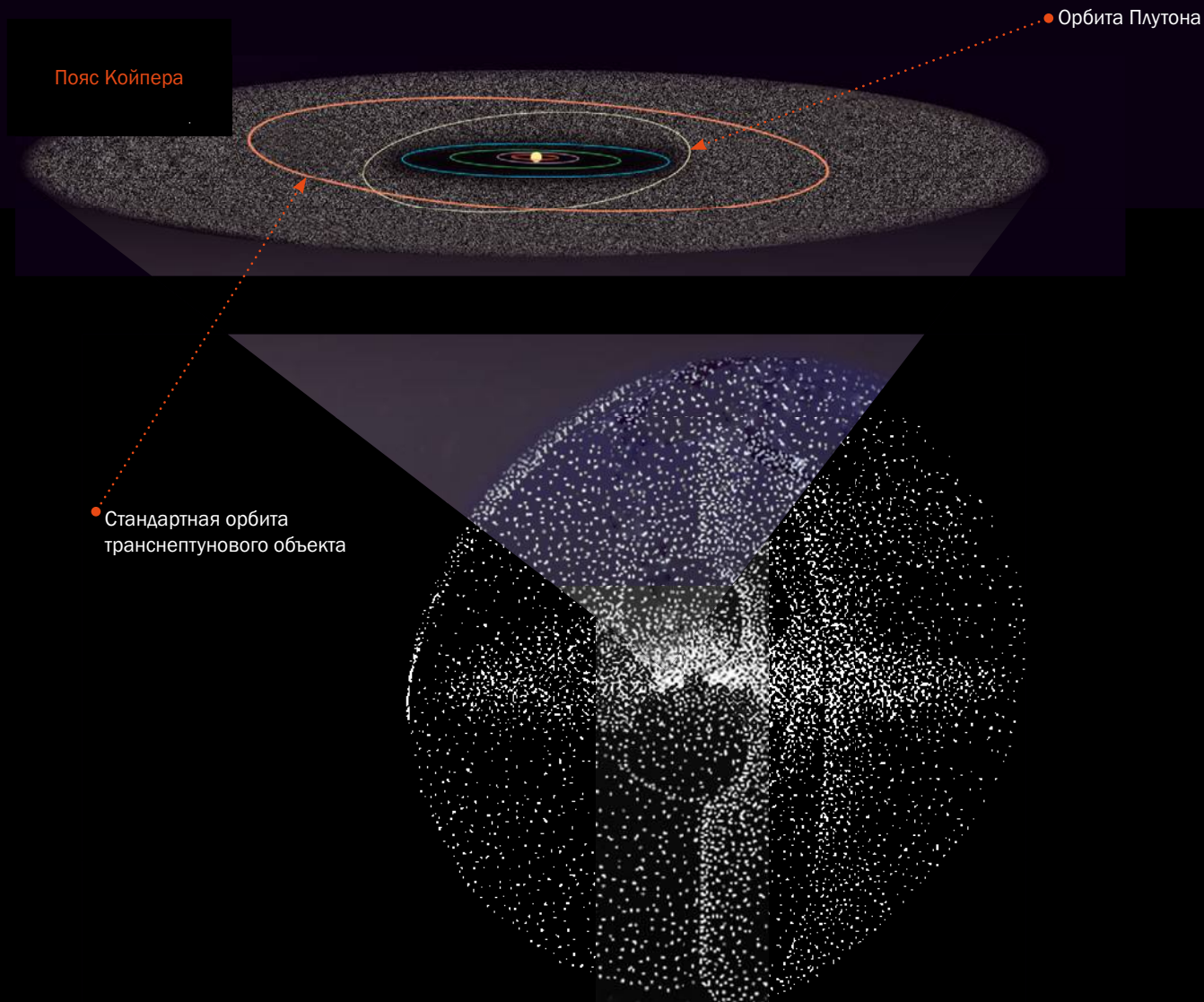


« Сравнительные параметры облака Оорта

сюда объекты вполне могут начать свое межзвездное путешествие.

Можно попробовать оценить космические просторы, на которых раскинулся наш солнечный дом, следующим образом: представим себе, что время, за которое солнечный свет доходит до планет земной группы и газовых гигантов, сравнимо с нашими поездками в центр и на окраины большого города. Для времени достижения лучами Солнца ледяных гигантов подойдет аналогия с поездками в соседние города, а вот чтобы осветить пояс Койпера и облако Оорта, надо представить, что мы отправились путешествовать по другим странам и континентам.

» Пояс Койпера и облако Оорта



Эрида

Свое имя Эрида самый удаленный из всех регулярно наблюдаемых объектов Солнечной системы получил в честь древнегреческой богини раздора. У него был обнаружен спутник, официально названный Дисномия. Анализ его движения позволил «взвесить» центральное тело — его масса оказалась равна $1,67 \pm 0,02 \times 10^{22}$ кг. Поперечник Эриды, по данным инфракрасных наблюдений, не превышает 2330 км. Период планеты обращения вокруг Солнца составляет 557 лет, а вокруг своей оси — чуть больше 8 ч. В зависимости от положения в пространстве температура на поверхности этой карликовой планеты изменяется от 30 до 55 К. Из-за огромной удаленности и, как следствие, малой видимой яркости мы пока знаем об Эриде очень мало.

Седна

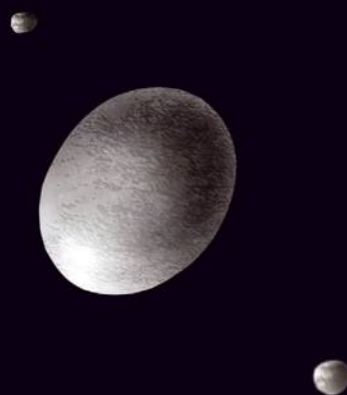
В 2003 году в 15 млрд км от Солнца была обнаружена малая планета, названная Седной. Параметры орбиты не позволили отнести ее к населению пояса Койпера, ведь в своем максимальном удалении (афелии) Седна отдалается от Солнца на расстояние 135 млрд км, а в максимальном сближении (перигелии) подходит на 12 млрд км. Все это позволило предположить, что астрономия впервые встретилась с небесным телом из внутренней области облака Оорта, потому как даже в перигелии Седна проходит в полтора раза дальше от Солнца, чем расположена внешняя граница пояса Койпера.

✧ *Новые жители солнечной семьи — карликовые планеты Эрида и Седна*

Хаумеа

Четвертый по величине в Солнечной системе карлик был открыт в 2005 году на снимках, сделанных двумя годами ранее. Его предварительно обозначили 2003 EL61, а после определения орбиты дали номер 136108. Планета названа в честь гавайской богини плодородия и деторождения. Позже у нее обнаружили два спутника, получившие имена дочерей Хаумеа: Хииаки и Намака. Диаметр Хииаки может достигать 1350 км, период ее обращения равен 49,12 суткам, радиус орбиты — 49,5 тыс. км. Намака примерно <170 км, она движется вокруг Хаумеа по орбите с большой полуосью 39,3 тыс. км, затрачивая на один оборот 34,7 суток.

✧ Хаумеа со спутниками
(художественная реконструкция)



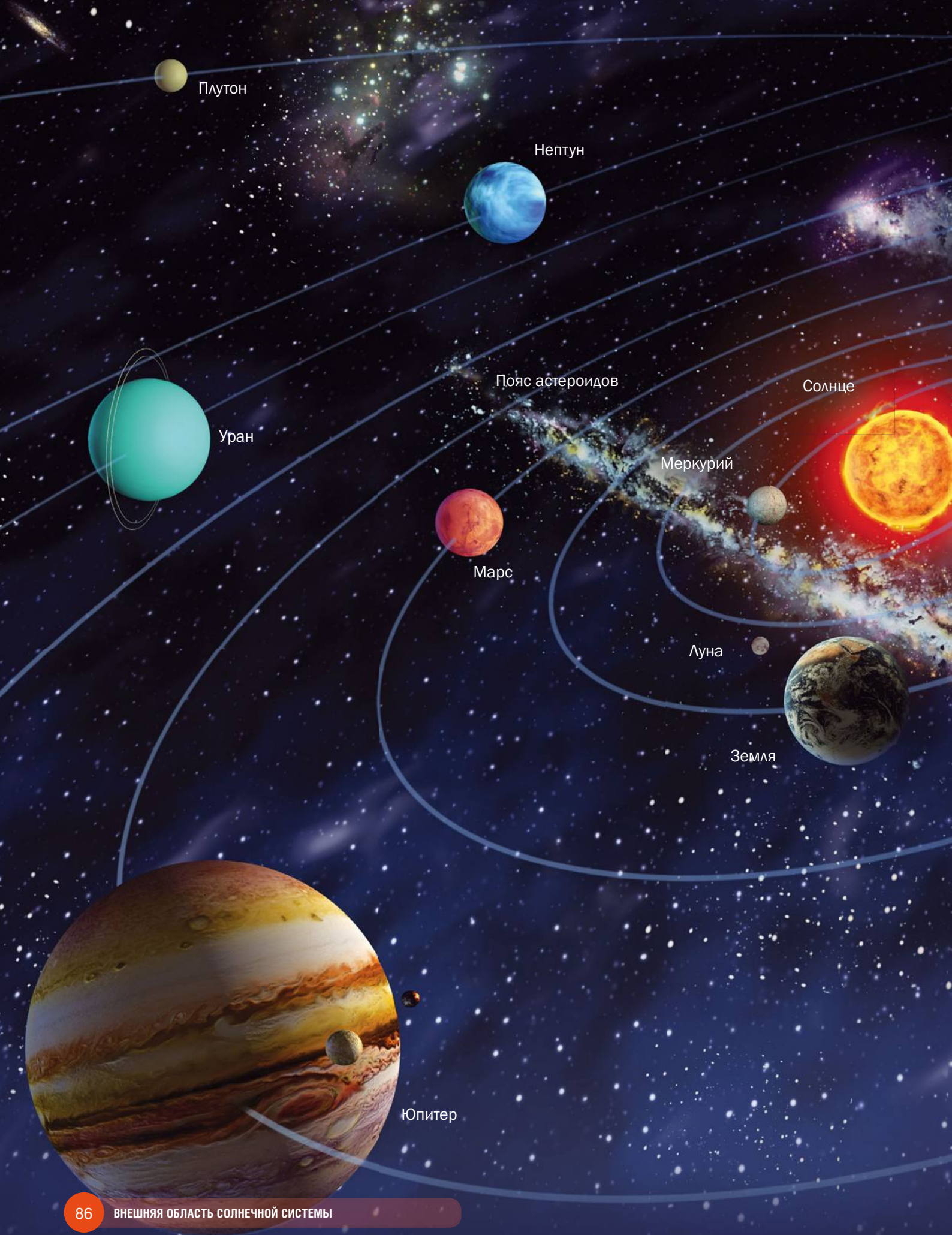
Макемаке

Последним из известных объектов, отнесенным к категории карликовых планет, стал Макемаке. Он является классическим объектом пояса Койпера и назван в честь божества мифологии аборигенов острова Пасхи. В отличие от остальных крупных койпероидов, у Макемаке пока не обнаружили спутников, поэтому его массу и плотность на данном этапе установить невозможно. Оценки его размеров, сделанные по результатам наблюдений покрытия слабой звезды, показывают, что он представляет собой эллипсоид.

В настоящее время Макемаке является вторым по яркости койпероидом после Плутона. Наблюдения в видимом и инфракрасном диапазонах указывают на схожесть состава их поверхностей. Спектры свидетельствуют о присутствии полос поглощения твердого метана, сконденсированного в хлопья сантиметровых размеров. Не исключается наличие заметных количеств этана, а также толина — смеси смолистых полимеров оранжевого оттенка, образующейся из метана под действием высокоэнергетического солнечного излучения.

ЗНАЕТЕ ЛИ ВЫ, ЧТО...

О выделении в классе карликовых планет подкласса плутоидов было объявлено 11 июня 2008 года. В эту категорию зачислили Плутон, Эриду, Хаумеа и Макемаке. Плутоид — объект, обращающийся вокруг Солнца по орбите, большая полуось которой превышает радиус орбиты Нептуна, а масса оказывается достаточной для придания его телу формы, близкой к сферической, но недостаточной для «расчистки» пространства в окрестностях его орбиты от сравнимых по размеру тел.



Плутон

Нептун

Пояс астероидов

Солнце

Меркурий

Марс

Луна

Земля

Юпитер

Уран



Сатурн

Венера

Характеристики Солнечной системы

Выйдя из пояса транснептуновых тел, окинем еще раз мысленным взором все солнечное семейство и попытаемся понять некоторые общие правила поведения его членов.

1

Первое, что бросается в глаза, — это то, что все без исключения планеты летят по своим орбитам в одном направлении, которое совпадает с вращением Солнца вокруг своей оси. Для землян им станет направление против часовой стрелки, если они будут рассматривать Солнечную систему с Северного полюса.

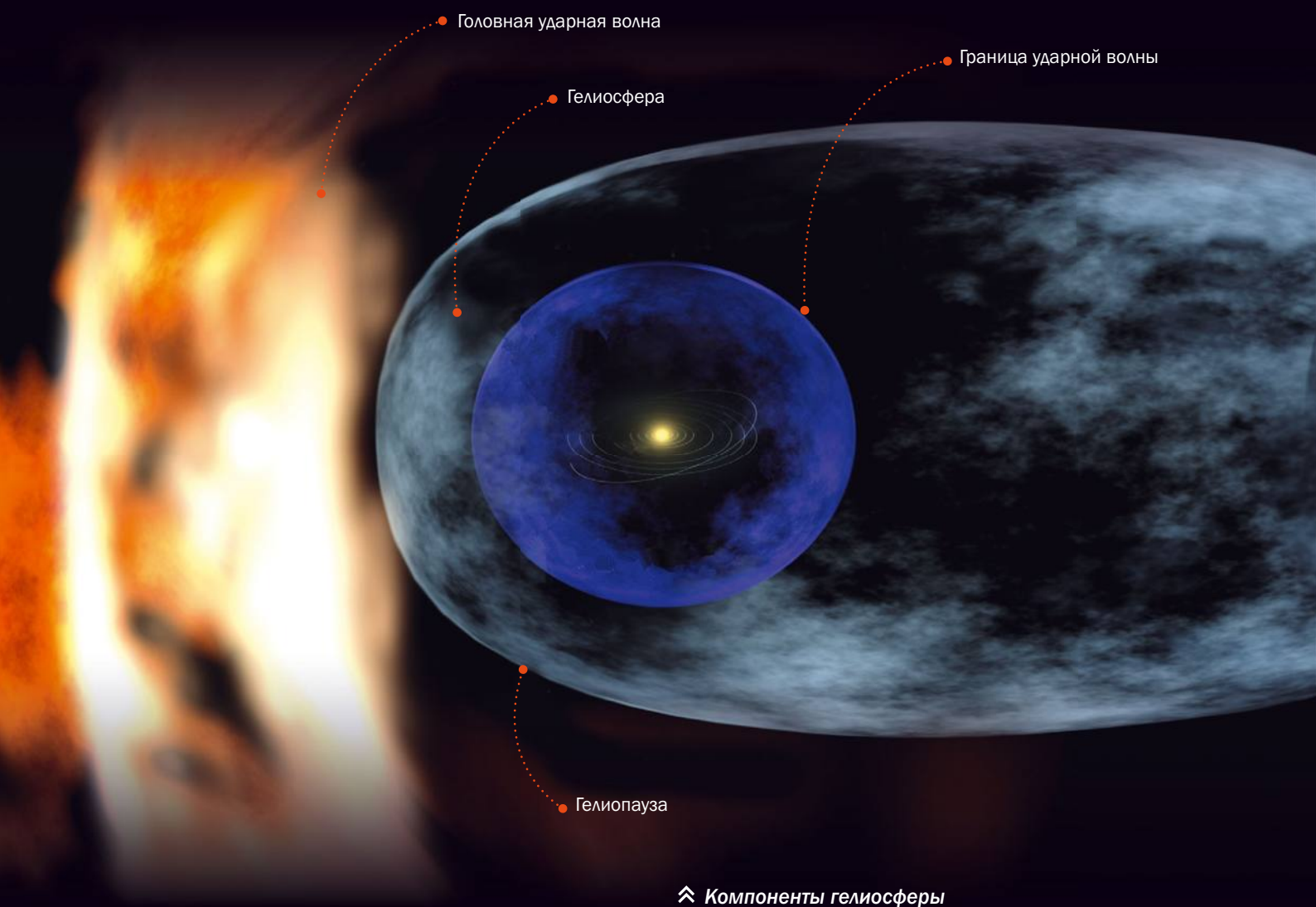
2

Вторая особенность связана с суточным движением, которое для большинства планет также происходит в прямом направлении с запада на восток. Лишь Уран и Плутон вращаются будто лежа на боку, в обратном направлении, как и Венера.

3

Третья особенность: плоскости почти всех планетных орбит расположены вблизи плоскости солнечного экватора. Исключение (и то неполное) составляет только орбита Плутона, отклоняющаяся более чем на 15° от среднего уровня. Да еще Меркурий в своем движении имеет наклон орбиты менее 7° , для остальных планет этот параметр меньше 5° . Меркурий и Плутон, таким образом, имеют самые наклоненные орбиты по отношению к некоторой усредненной плоскости, за которую в астрономии условно принимается плоскость орбиты Земли. Для землян эта плоскость совпадает с плоскостью годового пути Солнца по небу — эклиптики, по сути дела являющейся следствием вращения Земли вокруг Солнца.

Отдаленные и пограничные области Солнечной системы



⚡ Компоненты гелиосферы

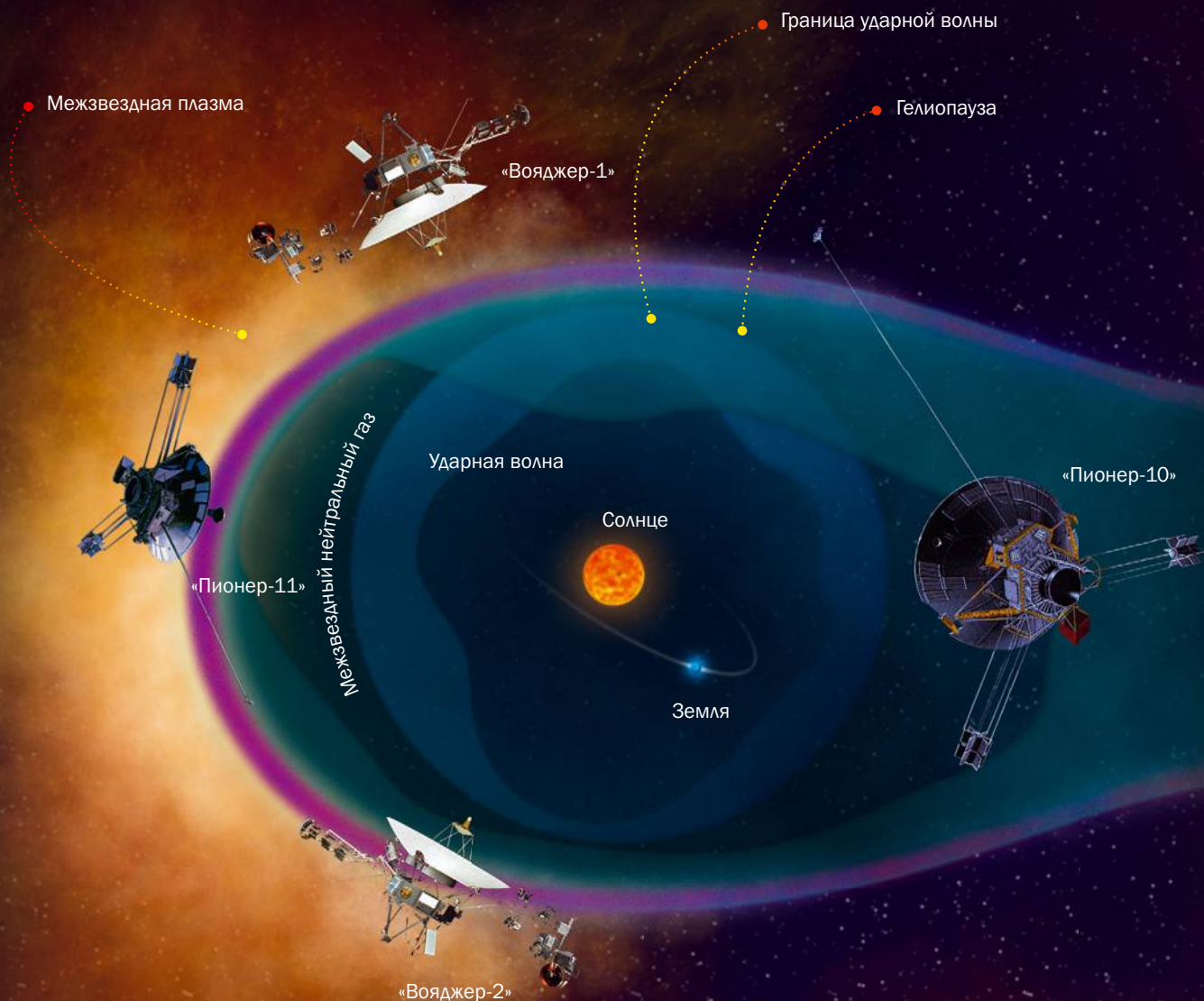
Гелиосфера

До сих пор астрономы могут только гадать, где в точности кончается влияние нашего светила. Даже за самой удаленной точкой сильно вытянутой орбиты малой планеты Плутона простирается область, называемая гелиосферой, в которой сильно влияние солнечного ветра и солнечного магнитного поля.

Пояс Койпера, по мнению некоторых астрономов, изучающих солнечное излучение, еще далеко не окончательная граница Солнечной системы! Дело в том, что за внешним тором Койпера из асте-

роидов и планетоидов существует еще один рубеж. Он как незримая черта, вернее, расплывчатая область, разделяет внутреннюю зону, заполненную ионизированными частичками (плазмой) солнечного ветра, и внешнюю, где уже доминирует чрезвычайно разреженная межзвездная плазма.

Дальняя граница гелиосферы, по достижении которой скорость солнечного ветра уменьшается до скорости звука, называется поверхностью ударной волны. Этому соответствуют довольно сложные пространственные фигуры, получаемые в процессе электронного моделирования на суперкомпьютерах.

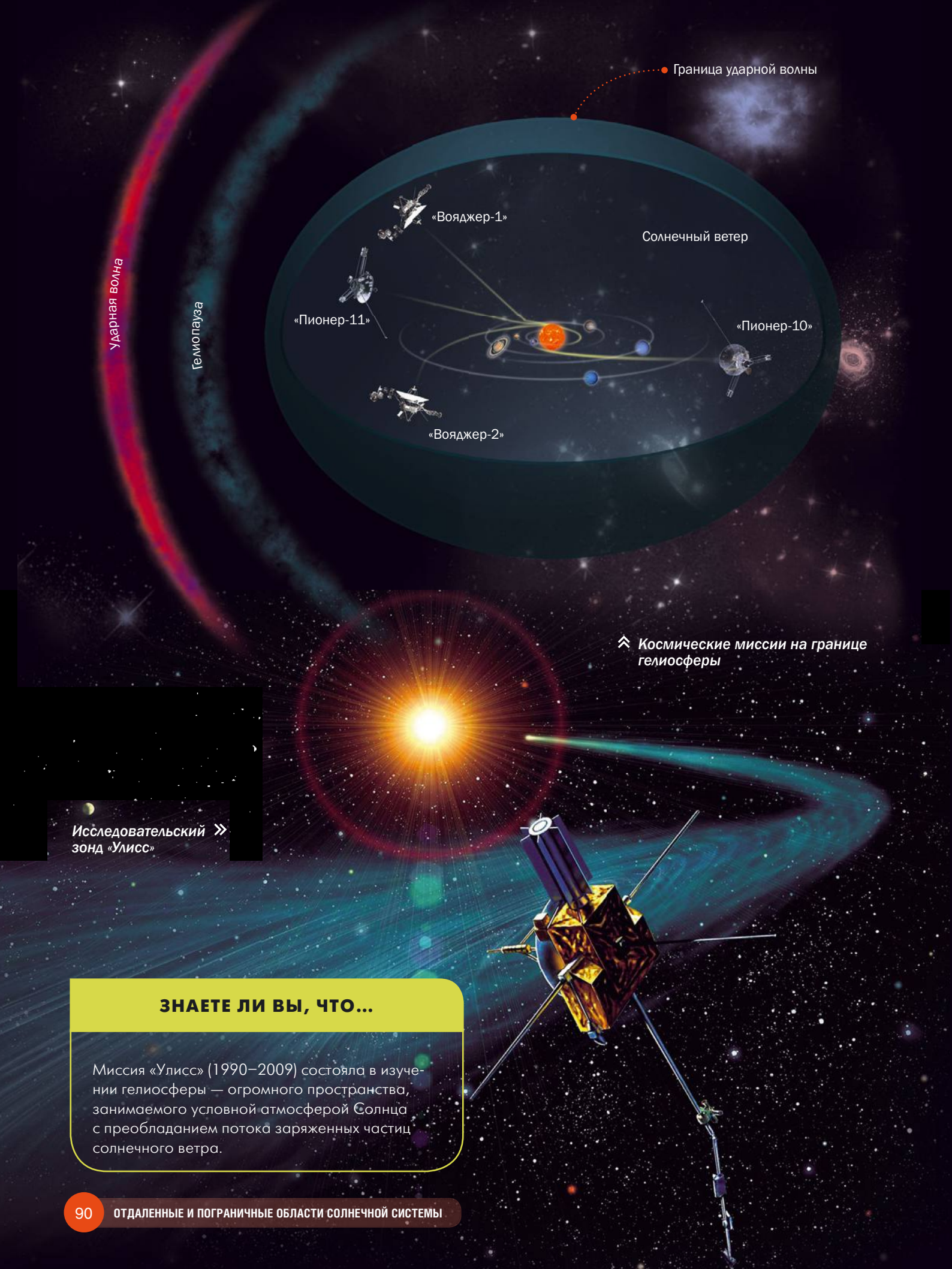


⌘ Образование гелиопаузы

В этих моделях поверхность гелиосферы от Солнца отделяет около 15 млрд км. Пространственная оболочка, на которой солнечные элементарные частицы и ионы вступают во взаимодействие с межзвездной плазмой, называется гелиопаузой (расположена на расстоянии свыше 15 млрд км). На компьютерных анимациях прекрасно видно, как солнечная гелиопауза пронизывает местное межзвездное облако пыли и газа. Это чем-то напоминает полет реактивного самолета, создающего перед собой атмосферную ударную волну, распространяющуюся на расстояние порядка 37,5 млрд км.



⌘ Гелиосферный токовый слой, прозванный юбкой балерины (художественная реконструкция)



Ударная волна

Гелиопауза

«Вояджер-1»
«Пioneer-11»
«Вояджер-2»

«Пioneer-10»
«Вояджер-2»

Солнечный ветер

Граница ударной волны

Космические миссии на границе гелиосферы

Исследовательский зонд «Улисс»

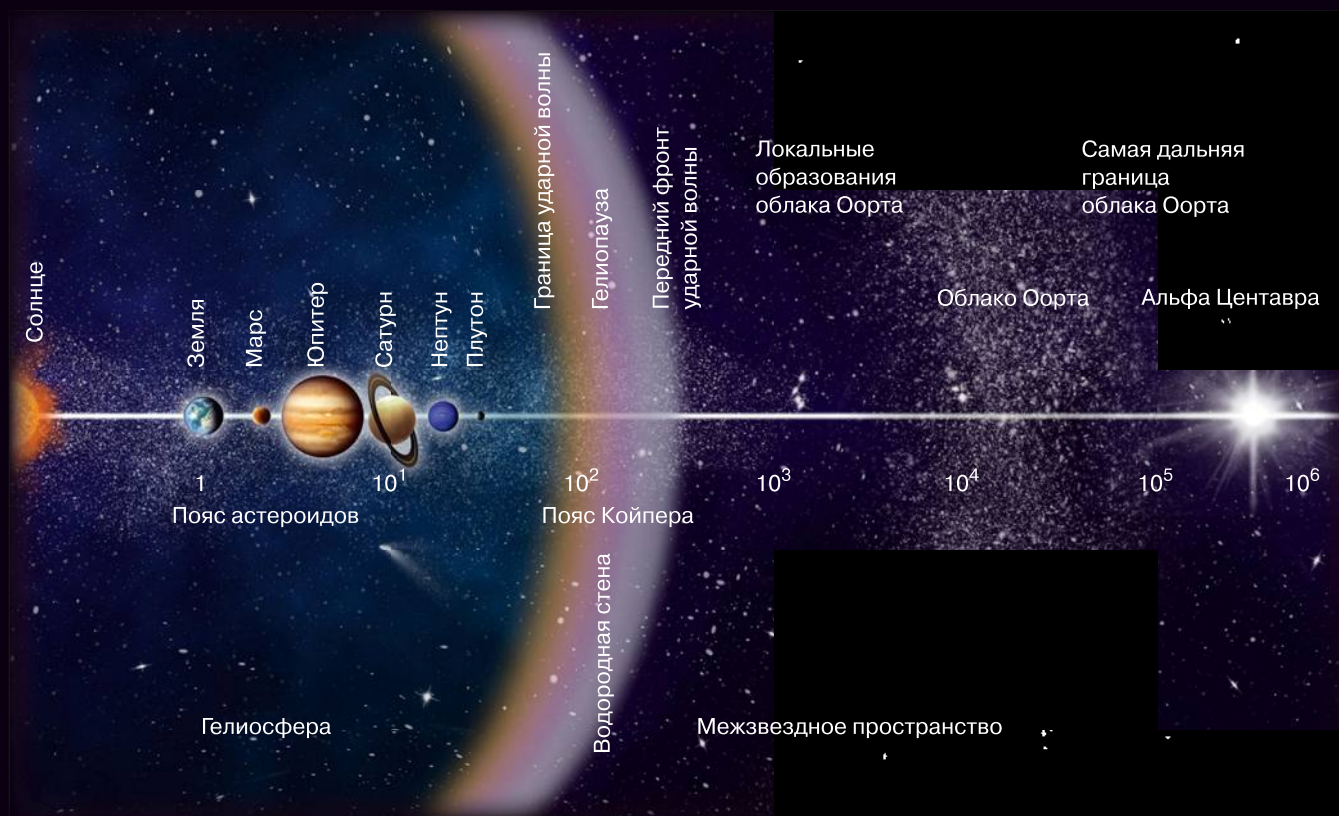
ЗНАЕТЕ ЛИ ВЫ, ЧТО...

Миссия «Улисс» (1990–2009) состояла в изучении гелиосферы — огромного пространства, занимаемого условной атмосферой Солнца с преобладанием потока заряженных частиц солнечного ветра.

ЭТО ИНТЕРЕСНО!

Чтобы наглядно представить себе масштабы Солнечной системы, попробуем «оседлать» луч света на поверхности нашего дневного светила. Тогда, поглощая пространство со скоростью около 300 тыс. км/с, уже через 3 мин нам удастся оказаться на первой планете от Солнца — Меркурии, а еще через 3 мин — созерцать плотный облачный покров Венеры. Следующий молниеносный трехминутный прыжок — и мы уже дома, на Земле. На поверхность Марса солнечный луч попадет через 12,6 мин, освещая внутренний пояс астероидов, который разделяет между собой планеты земной группы и газовые гиганты, и покидает его внешние края через

полчаса. К самой большой планете солнечного семейства — Юпитеру — свет будет добираться 43,2 мин, а к следующему газовому гиганту — Сатурну — уже 1 ч 19,3 мин. К Урану мы прибудем за 2 ч 39,6 мин, а Нептун встретит нас синеватым сиянием своей мощной атмосферы через 4 ч полета. Когда-то последней планетой Солнечной системы считался Плутон, и вместе с солнечным светом мы могли бы добраться до него за 5,5 ч. Правда, сейчас это карликовая планета, кружащаяся вместе с другими гигантскими колоссальными обломками льда пояса Койпера, которого можно достигнуть с лучом света после почти семичасового путешествия.



⚡ Межзвездное пространство (шкала расстояний дана в а. е.)

Самые первые межзвездные посланцы человечества АМС «Пионеры» и «Вояджеры» уже вот-вот должны пересечь эту зыбкую грань и выйти на космический простор за пределы Солнечной системы, удаляясь от нас со скоростью около 0,45 млрд км в год.

Во времена Коперника, который наконец-то прояснил, что же и вокруг чего вращается в Солнечной системе, границей гелиосферы считалась орбита последней из известных планет — Сатурна. А дальше,

как и в античной схеме Клавдия Птолемея, располагались только далекие звезды. Таким образом, очень долго солнечный мир лежал в границах сферы радиусом в десяток расстояний от Солнца до Земли.

Чтобы преодолеть это гигантское, по земным меркам, расстояние (почти 1,5 млрд км) шагом со средней скоростью 5 км/ч, землянину потребуется не менее 35 тысячелетий — вполне соизмеримое время с самым возрастом существования человека разумного.

Вулканоиды

Так называют гипотетические астероиды, которые могут находиться внутри орбиты Меркурия. Название этим телам было дано по имени теоретически возможной планеты Вулкан, которую безуспешно искали астрономы XIX века, чтобы объяснить наличие аномальной орбиты Меркурия. В итоге было установлено, что она — следствие, растолковать которое может теория относительности. Гипотеза о существовании Вулкана оказалась несостоятельной.

Вулканоиды до сих пор не обнаружены. Поиски чрезвычайно сложно проводить из-за яркости Солнца.

Если вулканоиды где-то и есть, то предполагается, что их диаметр не превышает 60 км, иначе более крупные объекты были бы обнаружены ранее.

Считается, что гипотетические астероиды действительно существуют, поскольку поисковый район гравитационно стабилен. Кроме того, испещренная кратерами поверхность Меркурия может означать, что популяция вулканоидов, вероятно, была уже на самой ранней стадии формирования Солнечной системы. Для будущих поисков этих вероятных астероидов, скорее всего, будут использованы небольшие телескопы космического базирования, которые способны вести наблюдения за окосолнечными областями.

✧ Кто знает, возможно, когда-нибудь современные технические средства помогут ученым сделать революционные открытия в космосе

Немезида

Исследователи космических просторов именно так окрестили гипотетическую погасшую звезду, которую трудно обнаружить. Считается, что она обращается вокруг Солнца на расстоянии 7500–1500 млрд км за пределами облака Оорта.

Предположение о существовании такой звезды было сделано в попытке объяснить наблюдаемую периодичность массовых вымираний биологических видов на Земле, которые, по мнению ученых, происходят примерно каждые 26 млн лет. Кроме того, как подмечено астрономами, край облака Оорта Солнечной системы является резким, как у двойных звезд, а у одиночных он размыт.

В настоящее время гипотеза о периодичности массовых вымираний считается сомнительной, и большинство ученых полагают, что Солнце — одиночная звезда. Однако не исключается наличие одной или нескольких неоткрытых транснептуновых планет. На сегодняшний день факты и гипотезы, служащие доказательством существования планеты X, считаются лишь косвенными.

Большая часть нашей Солнечной системы остается неизученной. По оценкам астрономов, гравитационное поле Солнца доминирует над силами притяжения окружающих звезд на расстоянии около 18 750 млрд км. После открытия ТНО — Седны — стало все больше очевидно, что область между поясом Койпера и облаком Оорта, само облако Оорта и то, что может находиться за ним, почти не исследованы. Кроме того, продолжается изучение зоны между Меркурием и Солнцем.

⤴ Немезида (художественная реконструкция).
Светлая точка в центре — Солнце

Метагалактика

Наша Галактика является структурной единицей Метагалактики — части Вселенной, которая доступна современным астрономическим методам исследования и содержит несколько миллиардов галактик. В ближних окрестностях Млечного Пути расположено еще около 40 галактик, которые образуют так называемую Местную группу. Подобные скопления считаются самыми крупными из устойчивых систем во Вселенной.

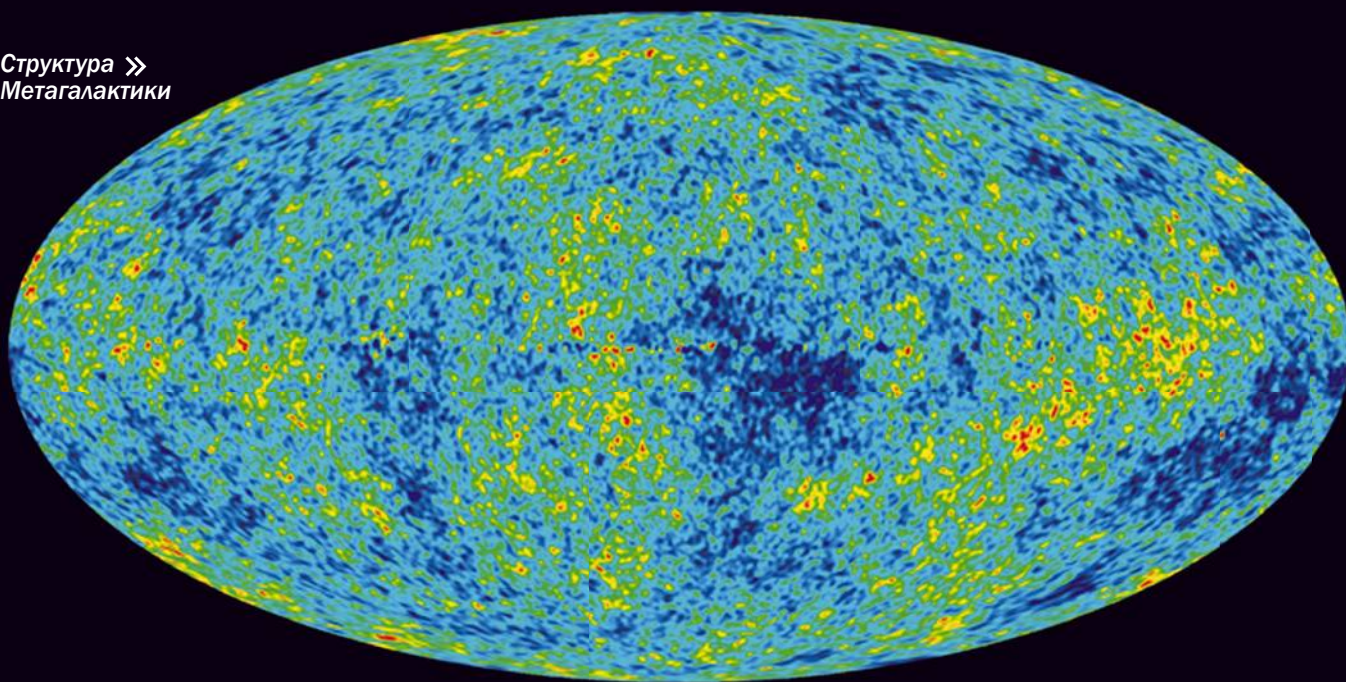
По космологической теории, структура Метагалактики возникла из первоначальных гравитационных возмущений космической среды, связанных с физическими процессами на ранних стадиях эволюции Вселенной.

Современные астрономические наблюдения позволяют утверждать, что основная составляющая

межзвездной среды — чрезвычайно разреженный водород с незначительными добавками других газов и пыли. Межзвездная среда пронизана во всех направлениях потоками электромагнитного излучения, космическими лучами и звездным ветром. В оптическом диапазоне хорошо видны горячие туманности, подсвеченные массивными звездами, и небольшие темные зерна.

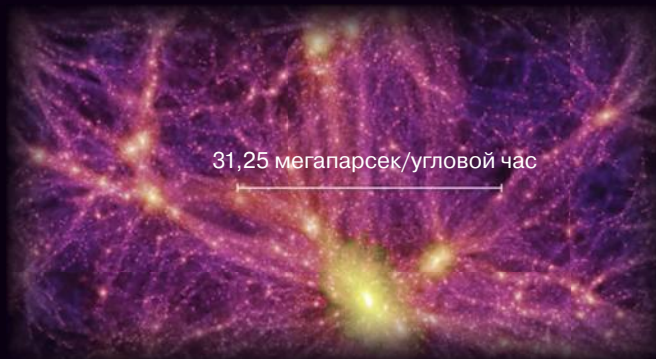
Перспективные исследования крупномасштабных структур Метагалактики в виде галактических скоплений включают построение их компьютерных моделей. Реализация подобной масштабной программы считается приоритетной задачей космологии на ближайший период. Дальнейший поиск в этом направлении может помочь предсказать судьбу нашей Вселенной, включая дату конца мироздания через многие сотни миллиардов лет.

Структура >>
Метагалактики



ЭТО ИНТЕРЕСНО!

Скопление галактик на компьютерной модели — одно из самых плотных в Метагалактике. Оно состоит из нескольких тысяч звездных систем с миллиардами обитателей, как и в нашем Млечном Пути. Даже от этого, ближайшего по космическим масштабам, звездного архипелага свет идет к Солнечной системе несколько сотен миллионов лет, а от одного его края до другого луч путешествует миллионы лет!



⌘ Скопление галактик в Метагалактике

Алфавитный указатель

А

А. е. 76
Альфа Центавра 9, 12
Амуры 47
Андромеда 8, 14
Аполлоны 47
Астрофизика 24
Афелий 35, 76, 86

Б

Белый карлик 10, 24
Большой взрыв 6

В

Вулканы 30, 31, 40, 59,
см. также Горная система Маат

Г

Газгиг 20
Газовый шлейф 72
Галактическое скопление Дева 9
Гелиопауза 35, 88–90
Геоид 32
Гершель Уильям 65, 70
Глизе 581 7
Голдрайх Петер 67
Горная система Маат 31
Гравитация 6, 8, 9, 37, 65, 69, 70
Гранулы 22
Гринвич 39
Гумбольдт Александр 46

Д

«Двойная планета» 36, 77

Ж

Желтый карлик 24

З

Зона конвективного переноса 23

И

Ионосфера 45

К

Камертон Хаббла 14
Карликовая планета 28, 37, 46,
54, 65, 77, 79, 80, 84, 86, 87, 91

Квадрупольное магнитное
поле 20

Кластер 6

Койпероид 87

Кольца 21, 62, 67, 69, 71

Кора 28, 31, 49, 52, 58, 64

Корона 24, 26

Космическая погода 26

Космические лучи 26–27, 94

Космогоническая теория Канта —
Лапласа 16

Красная роза 62

Красный карлик 7, 9, 12, 23

Кратер 28, 39, 40, 55, 61, 65,
68–69, 92

Л

Лунация 38

Лучистая зона 23

М

Магелманов поток 11

Магелмановы облака 8, 11

Магнитное поле 13, 19, 20, 26,
27, 29, 31, 33, 60, 88

Магнитный полюс 27, 33

Магнитосфера 20, 27, 33, 69

Мантия 28, 31, 36, 49, 60, 71

Международный
астрономический союз 46

Местная группа галактик 8–9,
12, 94

«Миллениум» 6

Млечный Путь 6, 8, 10, 12,
14, 24

Море Спокойствия 39

Н

НАСА 62, 69

Невский Виталий 26, 27, 73

Нейтральный газ 89

Новичонок Артем 73

О

Озоновая дыра 45

П

«Пастух» 67

Перигелий 35, 73, 86

Планетоид 80, 88

Поверхность ударной волны 88

Полярное сияние 33, 69

Полярные воротнички 30

Прецессия 35

Приливные явления 37

Проксима Центавра 9, 12, 23

Протуберанцы 22, 24

Пульсар 25

С

Сателлиты 21, 48, 61, 68

Сверхновая 11, 24

Снеговая линия 50

Солнечный ветер 26–27, 29, 33,
40, 81, 88, 90

Спектральные классы звезд 25
«Спирит» 43

Суперкластер 6, 9

Т

Тремэйн Скотт 67

Тропический (солнечный) год 17

Ф

Фаэтон 47, 53

Фландерн Ван 53

Фотон 22, 23

Фотосфера 22–24

Х

«Хаббл» 24, 67, 69, 79

Хаббл Эдвин 14

Хромосфера 24

Ц

Цикл Шваббе — Вольфа 26

Э

Экватор 20, 32, 62, 83:
небесный 35

Эклиптика 35, 51, 78, 83

Электромагнитное излучение 26,
27, 94

Эллипсоид 32, 34, 87

Эпик Эрнст 84

Эффект динамо 29

Занимательная ЭНЦИКЛОПЕДИЯ

По бескрайним просторам Вселенной, преодолевая громадные расстояния за считанные секунды, летит сквозь время планета Земля, которую мы называем своим домом. Сотканная из звездной пыли, она кажется нам огромным миром, центром всего, но это – лишь иллюзия. В обычной жизни мы редко поднимаем голову и всматриваемся в звездное небо, не осознавая, что в этой безграничной, необъятной пустоте космоса Земля – не более чем песчинка, затерянная в бесконечном пространстве, песчинка, на которой по какой-то невероятной причине возникла жизнь...

Из книги вы узнаете:

- Где в Галактике расположена Солнечная система?
- Что входит в Солнечную систему?
- Почему у планет-гигантов так много спутников?
- Как возникли астероиды и кометы?
- Что такое Пояс Койпера и облако Оорта?
- и многое другое...

ISBN 978-5-699-81137-3



9 785699 811373 >