

НЕПТУН

Лазурный гигант, немного напоминающий Уран, обозначает собой внешнюю границу нашей планетной системы.

Нептун – единственная планета, никогда не попадающая в зону видимости невооруженным глазом. Ее открыл немецкий астроном Иоганн Готтфрид Галле в ночь на 23 сентября 1846 года, однако этого не случилось бы без французского математика Урбена Леверье (см. «Звезды космоса»). Он рассчитал расположение Нептуна и его массу по отклонениям, вызываемым в орбите недавно обнаруженного Урана (см. 32-й выпуск, «Ваша модель Солнечной системы»).

В течение 140 лет восьмая планета Солнечной системы оставалась большой загадкой, поскольку в самые мощные наземные



ПАСПОРТ ПЛАНЕТЫ

НЕПТУН

СРЕДНЕЕ РАССТОЯНИЕ ОТ СОЛНЦА 4,5 млрд км (250 световых минут)	СРЕДНЯЯ ГРАВИТАЦИЯ ПО СРАВНЕНИЮ С ЗЕМЛЕЙ Больше в 1,14 раза
ДИАМЕТР ПО ЭКВАТОРУ 49 528 км	СПУТНИКИ 13
МАССА $1,02 \times 10^{26}$ кг	ВРЕМЯ ОДНОГО ОБОРОТА 16 часов 8 минут
МАССА ПО СРАВНЕНИЮ С ЗЕМЛЕЙ Больше в 17,1 раза	ПРОДОЛЖИТЕЛЬНОСТЬ ГОДА 164,79 земного года
ПЛОЩАДЬ ПОВЕРХНОСТИ Больше в 15 раз земной	ТЕМПЕРАТУРА НА ВЕРХНЕЙ ГРАНИЦЕ ОБЛАКОВ -218 °C
ОБЪЕМ ПО СРАВНЕНИЮ С ЗЕМЛЕЙ Больше в 57,7 раза	НАКЛОН ОСИ 28,3°
УСКОРЕНИЕ СВОБОДНОГО ПАДЕНИЯ НА ЭКВАТОРЕ 11,15 м/с ²	СРЕДНЯЯ ОРБИТАЛЬНАЯ СКОРОСТЬ 5,4 км/с



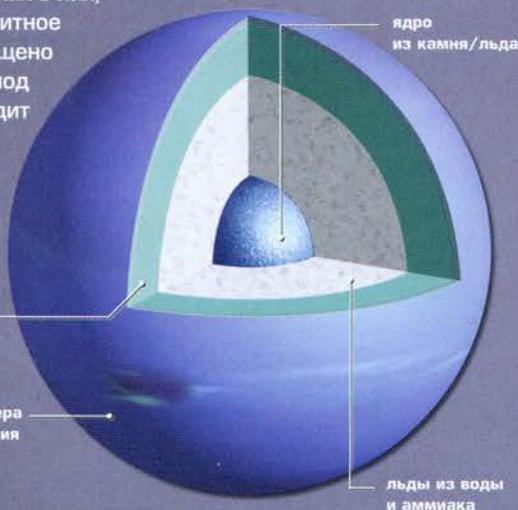
НАШИ СВЕДЕНИЯ

ВНУТРИ НЕПТУНА

Нептун, как и его ближайший сосед Уран, – ледяной гигант, т. е. большая планета, во внутреннем строении которой доминирует смесь химических льдов, в том числе из воды, аммиака и метана. И если в верхних слоях объекта преобладают водород и гелий, то внутренняя часть превращается в жидкую мантию примерно на глубине от 2500 км и ниже. Некоторые слои мантии проводят электричество, и спиралеобразные движения в них, вероятно, формируют магнитное поле Нептуна, которое смещено от оси вращения планеты под углом 45° и даже не проходит через ее центр. Само же ядро представляет собой твердый шар из камня и льда, размер которого, вероятно, равен Земле.

нижняя жидкая атмосфера

верхняя атмосфера из водорода, гелия и метана



телескопы она виднелась как небольшой голубой шарик. Анализ света с Нептуна показал, что, как и у Урана, у него есть небольшое, но существенное количество метана в атмосфере – он поглощает красный компонент солнечного света и придает планете характерный цвет.

Астрономы раньше считали, что разница в цвете между Ураном и Нептуном объясняется разницей в количестве метана в их атмосферах. Подобное утверждение было опровергнуто, так как теперь известно, что оно почти одинаково и примерно равно 1,5 %. Следовательно, разница в цвете между планетами, должно быть, вызывается каким-то другим, пока не выявленным, химическим веществом или физическим процессом.

ФИЗИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА

Огромная дистанция до Нептуна не отпугивает астрономов и позволяет им высчитывать многие физические свойства этой планеты. Расчеты Леверье в свое время дали примерную оценку массы Нептуна.

Открытие крупного спутника Тритона на орбите планеты позволило уточнить эти



ЗВЕЗДЫ КОСМОСА

УРБЕН ЛЕВЕРЬЕ (1811–1877)

Французский математик и астроном Урбен Леверье родился во французском городе Сен-Ло в Нормандии. Родственники будущего ученого, убежденные в талантливости подростка, пошли на все, чтобы оплатить его образование. После кратковременного обучения химии Леверье поступил в Политехническую школу в Париже, где он впоследствии стал читать лекции уже в 25 лет. Дальнейшую профессиональную жизнь он провел в Парижской обсерватории, став впоследствии ее директором.

Леверье специализировался на динамике планетных орбит; прославился открытием Нептуна. Однако попытка астронома повторить аналогичный ход в расчете с Меркурием, неправильную орбиту которого он пробовал объяснить наличием малой планеты, названной им Вулканом, потерпела неудачу.

ДОЛГ ПАМЯТИ Французский математик Урбен Леверье, на которого ссылаются в связи с его математически обоснованным предсказанием существования Нептуна.



МАКСИМАЛЬНОЕ ПРИБЛИЖЕНИЕ

Серпы Нептуна и Тритона, сфотографированные станцией «Вояджер-2» на расстоянии примерно 4,8 млн км.

расчеты (поскольку масса самого Нептуна влияет на свойства орбиты Тритона). Изредка случавшиеся затмения дальних звезд диском Нептуна дали возможность определить его размер. Нептун оказался меньше Урана, но с несколько большей массой.

ОТКРЫТИЕ «ВОЯДЖЕРА»

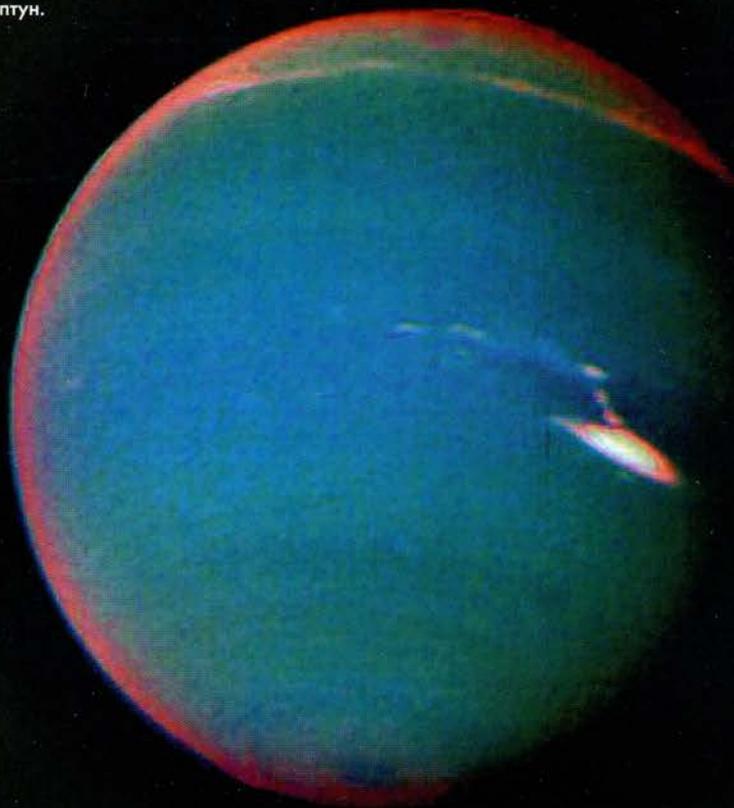
Впервые некоторые характеристики этой лазурной планеты удалось узнать только благодаря пролету «Вояджера-2» в 1989 году. До этого большинству специалистов казалось, что Нептун – это тихий и безмятежный мир, похожий внешне на Уран. Было выведено простое правило, действующее для всех планет: чем дальше планета от Солнца, тем слабее на ней погодные системы.

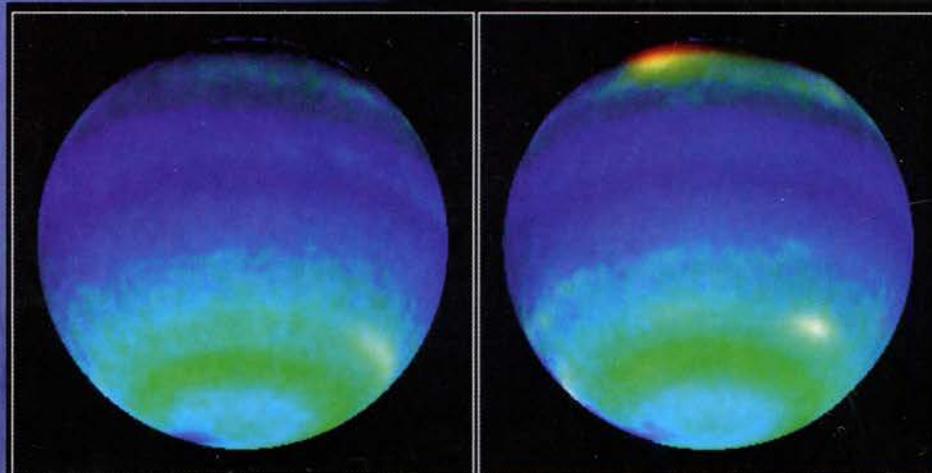
Вот почему довольно неожиданными оказались первые снимки, на которых Нептун показал свое обвеваемое штормом лицо, названное Большим темным пятном. Также обнаружилось полосы более светлых облаков и отчетливый полосатый рисунок, опоясывающий всю планету. Значит, своей погодой Нептун больше походил на Юпитер, чем на Уран.

Анализ полос позволил ученым уточнить характер вращения Нептуна и выяснить, что планета совершает виток вокруг своей

ВЫСОТНОЕ ОБЛАКО

Фото «Вояджера-2», демонстрирующее усеянный облаками Нептун.





ПОГОДНЫЕ СИСТЕМЫ Фото с «Хаббла» показывают противоположные полушария Нептуна с облаками и синим реактивным потоком на экваторе.

ОБЛАКА Снимок с «Вояджера» обнажает вертикальный рельеф в облачных полосах.

ные пятна, вероятно, рождаются в нижней части атмосферы Нептуна и открывают просветы, позволяющие видеть сквозь более темные и глубокие слои облаков. На сегодня ни одно погодное явление, наблюдаемое на Нептуне, не длится больше, чем пару месяцев.

Активные погодные модели или высокоскоростные ветры дают основание полагать, что у Нептуна должен быть внутренний источник энергии. Именно он подпитывает климат планеты там, где солнечное излучение едва достигает тысячной доли излучения, поступающего на Землю.

И действительно, инфракрасные измерения атмосферной температуры толь-

оси каждые 16 часов. Поскольку ось планеты отклонена на 28° от вертикали, смена сезонов года на Нептуне должна быть довольно похожей на земную. Основная разница заключается в том, что, учитывая орбиту Нептуна, каждый сезон на нем длится 41 год.

СКОРОСТЬ ВЕТРА

На Нептуне, оказывается, бушуют самые мощные ветры во всей Солнечной системе, и вокруг планеты носятся облака со сверхзвуковой скоростью до 600 м/с.

Среди погодных моделей на Нептуне есть высотные реактивные струи из белых облаков, которые отбрасывают тени на голубые слои внизу. Также для здешней погоды характерны «скутеры» – высотные, но относительно небольшие штормы с яркими белыми облаками,двигающимися вокруг планеты с большой скоростью.

Но самые эффектные явления на планете – большие темные штормы. Такие тем-

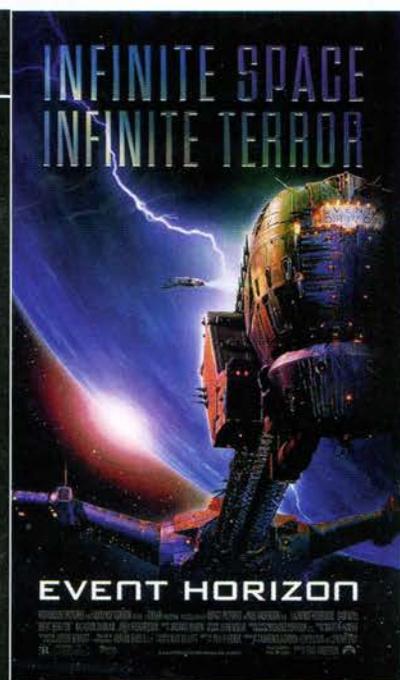


НАУЧНАЯ ФАНТАСТИКА «ГОРИЗОНТ СОБЫТИЙ»

Научно-фантастический фильм ужасов Пола Андерсона 1997 года «Горизонт событий» рассказывает историю об экспедиции, исследовавшей брошенный космический корабль на орбите Нептуна.

Экипаж станции исчез во время тестирования экспериментального звездного двигателя, направленного на обуздание кротовых нор в пространстве-времени, чтобы двигаться быстрее света.

Когда команда спасателей занялась обследованием этой станции, стало ясно, что новый метод движения открыл портал в другое измерение где-то внутри Большого темного пятна на Нептуне. И оттуда выползло безмолвное зло.



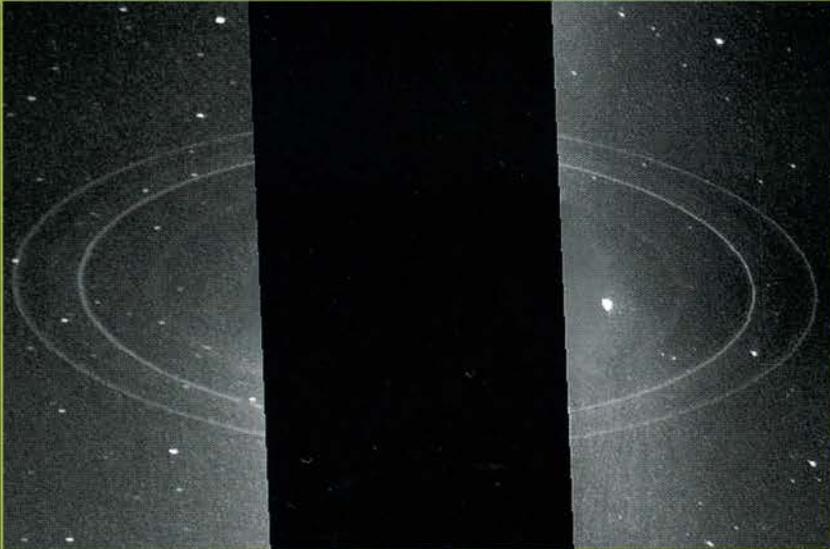
УЖАС На горизонте событий появилось зло.



**ВАЖНЫЕ ОТКРЫТИЯ
КОЛЬЦА НЕПТУНА**

После неожиданного открытия колец вокруг Урана в 1977 году астрономам стало интересно, а есть ли кольца у Юпитера и Нептуна. В 1982 году Эдвард Гвинан из Университета Вилланова в штате Пенсильвания пересмотрел свои собственные наблюдения за 1968 год и посчитал, что он сфотографировал два бледных кольца, однако доказательства были слишком призрачными. Попытки обнаружить затмения, которые вызываются кольцами, были противоречивыми, но в конце концов ученые сделали вывод, что у Нептуна должны быть неполные кольцевые арки, а не полные круги вокруг планеты.

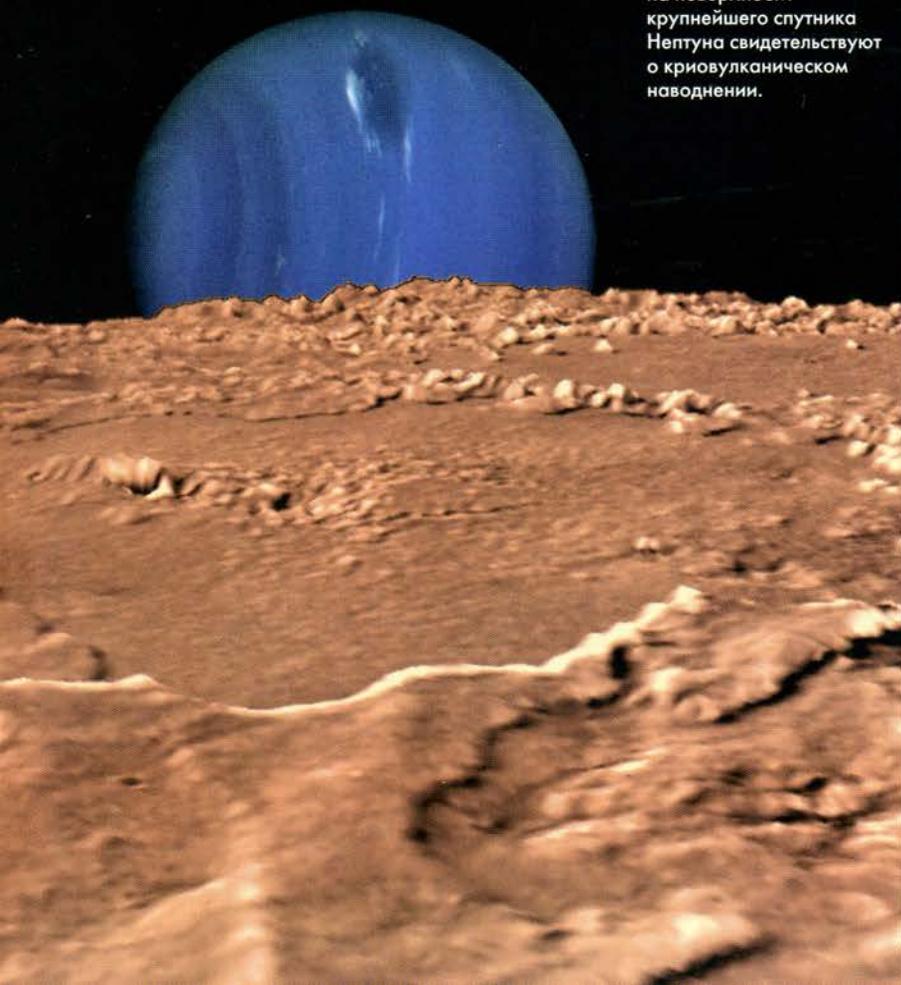
Пролет станции «Вояджер-2» доказал, что это не так уж далеко от истины – хотя кольца можно проследить по полному кругу вокруг планеты, большая часть материала, из которого они состоят, собирается в определенных областях, возможно, под влиянием гравитации внутренних спутников-пастухов Нептуна. На других же участках тонким слоем распределены мелкие частицы из льдистого материала, который видится прозрачным.



КОЛЬЦА Пара фотографий с «Вояджера» показывает систему колец Нептуна.

ВОСХОД НЕПТУНА

На составном изображении виден Нептун на горизонте Тритона. Неровности на поверхности крупнейшего спутника Нептуна свидетельствуют о криовулканическом наводнении.



ко подтвердили это. Они показали, что на вершине облаков Нептуна температура составляет -218°C , что очень похоже на Уран, хотя первый находится в два раза дальше от Солнца. Природа этого источника энергии привела к некоторым фантастическим предположениям (см. «Космическая наука»).

СИСТЕМА НЕПТУНА

Как и все планеты-гиганты, Нептун обладает мощной гравитацией, которая превращает его в центр собственной системы колец и спутников. Кольца у него крайне узкие и очень туманные (см. «Важные открытия»). Есть три полных кольца и ряд неполных кольцевых арок. Спутниковая система Нептуна состоит из одного крупного спутника Тритона и целой группы мелких миров. Некоторые из них могут быть естественными спутниками, которые образовались на орбите вокруг планеты, а другие – это, вероятно, притянутые планетой астероиды, кометы или кентавры. Собственная история происхождения Тритона, его влияние на другие спутники – отдельный рассказ, интересный сам по себе, поэтому к нему мы вернемся в очередном журнале.

В СЛЕДУЮЩЕМ ВЫПУСКЕ: ОБРАТИМ СВОЙ ВЗГЛЯД НА ТРИТОН, КРУПНЕЙШИЙ СПУТНИК НЕПТУНА, И УЗНАЕМ, ПОЧЕМУ ОН ВРАЩАЕТСЯ В ПРОТИВОПОЛОЖНОМ НАПРАВЛЕНИИ.



ТЕЛЕСКОП «ХАББЛ»



СТАТИСТИКА МИССИИ

ЗАПУСК: 24.04.1990

РАКЕТА-НОСИТЕЛЬ: Шаттл «Дискавери»

ГЛАВНЫЕ ДОСТИЖЕНИЯ: Первый большой орбитальный телескоп, который изучал Вселенную в видимом свете

МАССА: 11 110 кг

Космический телескоп «Хаббл», отправивший на Землю сотни тысяч фотографий, помог ученым разрешить многие величайшие загадки астрономии.

Идею о космическом телескопе впервые предложил в 1923 году немецкий ученый Герман Оберт. Однако реализация подобного проекта стала возможной многие годы спустя. Его назвали «Большим космическим телескопом». Работы над ним в НАСА начались в 1969 году. Случилось это благодаря американскому астрофизика Лайману Спитцеру.

ТЕХНИЧЕСКИЕ ДЕТАЛИ

Диаметр главного зеркала телескопа «Хаббл» – 2,4 м, его оптическая система удерживается в графитовом каркасе длиной 5,3 м и 2,9 м в диаметре. На аппарате установили два основных компьютера: первый управлял передачей данных; второй следил за гироскопами и системами, которые направляли телескоп в нужном направлении. По

«КОСМИЧЕСКИЙ ТЕЛЕСКОП „ХАББЛ“ ПРОДОЛЖАЕТ ОСТАВАТЬСЯ ОТПРАВНОЙ ТОЧКОЙ ДЛЯ АСТРОНОМИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ ВО ВСЕМ МИРЕ».

Профессор Сандра Фабер, Калифорнийский университет, Санта-Крус



НАШИ СВЕДЕНИЯ

ЗАЧЕМ НУЖЕН КОСМИЧЕСКИЙ ТЕЛЕСКОП?

Запуск телескопа в космос решает две важные проблемы, с которыми сталкиваются наземные приборы, и обе они связаны с атмосферой. Неважно, какого размера и насколько технически совершенен телескоп, атмосфера всегда и везде нарушает обзор. Именно из-за этого атмосферного искажения кажется, что звезды на небе мерцают.

Другая проблема состоит в том, что атмосфера блокирует и поглощает некоторые виды излучения, например ультрафиолетовые, гамма и рентгеновские лучи. Расположив телескоп над атмосферой, можно с успехом избавиться от обеих проблем.

бокам телескопа находятся две солнечные батареи, генерирующие приблизительно 2800 ватт электричества.

«ДЕТСКИЕ» БОЛЕЗНИ

Хотя «Хаббл» подготовили к запуску в октябре 1986 года, катастрофа шаттла «Челленджер» в январе того же года заставила отложить запуск телескопа до 24 апреля 1990 года, когда его отправили в космос на борту шаттла «Дискавери». Однако первые снимки аппарата оказались очень размытыми. Выяснилось, что в конструкции главного зеркала допущена ошибка.

ГЛАВНОЕ ЗЕРКАЛО
Рабочие исследуют главное зеркало телескопа «Хаббл». На фото: центральное отверстие в зеркале, через которое отражаются лучи света.



ПУЗЫРЬ ОТ «ХАББЛА»

Фото туманности Пузырь, выполненное с беспрецедентной четкостью широкоугольной камерой телескопа.

РЕМОНТНАЯ ЭКСПЕДИЦИЯ

Астронавты заменяют широкоугольную планетарную камеру размером с рояль, которая на Земле весит 227 кг, а в космосе – почти ничего.

Сотрудники НАСА отправили на телескоп ремонтную экспедицию в декабре 1992 года. Инженеры установили новую оптическую систему, которая смогла компенсировать его недостатки.

Первая серия новых фотографий, выданная 13 января 1994 года, была просто потрясающей. В дальнейшем были проведены еще четыре ремонтные экспедиции для обновления приборов.

УСПЕХ «ХАББЛА»

«Хаббл» совершает оборот вокруг Земли за 97 минут, двигаясь со скоростью 8 км/с. Связь с телескопом осуществляется через спутниковую систему слежения и ретрансляции данных, которая передает информацию на наземные станции в Нью-Мексико и Мэриленде в США.

Среди достижений телескопа, например, его помощь в расчете возраста Вселен-

ной. Телескоп показал, что черные дыры, вероятнее всего, обычное явление для центра галактик. «Хаббл» был размещен настолько удачно, что ему удалось стать свидетелем столкновения кометы Шумейкеров – Леви 9 с Юпитером в 1994 году. «Хаббл» также использовали для изучения объектов во внешней части Солнечной системы, включая карликовые планеты Плутон и Эрида.

ВЕЛИКАН

«Хаббл» пристыковывают к шаттлу для проведения ремонта. Этот телескоп размером с автобус целиком заполнил грузовой отсек шаттла «Дискавери», на котором он отправился в путь с Земли.



КАК ЭТО РАБОТАЕТ

ОПТИКА НА «ХАББЛЕ»

«Хаббл» – это зеркальный телескоп системы Кассегрена. Свет падает на основное, или главное, зеркало телескопа, после чего он отражается от него и встречается с вторичным зеркалом. Последнее фокусирует свет через отверстие в центре главного зеркала, которое ведет к научным приборам, установленным на телескопе. По состоянию на 2008 год на «Хаббле» находились:

- ♦ **усовершенствованная обзорная камера (ACS)** – помогает составлять карту распределения темной материи и выявляет самые отдаленные объекты во Вселенной;
- ♦ **камера ближней инфракрасной области и многообъектный спектрометр (NICMOS)**, наблюдающие за объектами глубокого космоса, спрятанными под толщей межзвездной пыли;
- ♦ **регистрирующий спектрограф космического телескопа (STIS)**, сообщающий данные по температуре, химическому составу, плотности и движению;
- ♦ **широкоугольная и планетарная камера 2 (WFPC2)** – наиболее используемая камера для съемок;
- ♦ **датчики системы точного наведения (FGS)**, удерживающие «Хаббл» в правильном направлении.





[1] ЛАЗОРЕВЫЙ ГЛОБУС На рисунке – Нептун на фоне Млечного Пути в далеком космосе. Также показано Большое темное пятно, увиденное впервые в 1989 году станцией «Вояджер-2».

[2] ПРИБЛИЖЕНИЕ ТРИТОНА Фотомонтаж, демонстрирующий, как бы смотрелся Нептун с космической станции, приближающейся к южной полярной шапке Тритона.

[3] ОГЛЯДЫВАЯСЬ НАЗАД Вид освещенного Южного полюса Нептуна с «Вояджера-2», удаляющегося от планеты по траектории на юг.

ЛАЗУРНЫЙ КРАСАВЕЦ

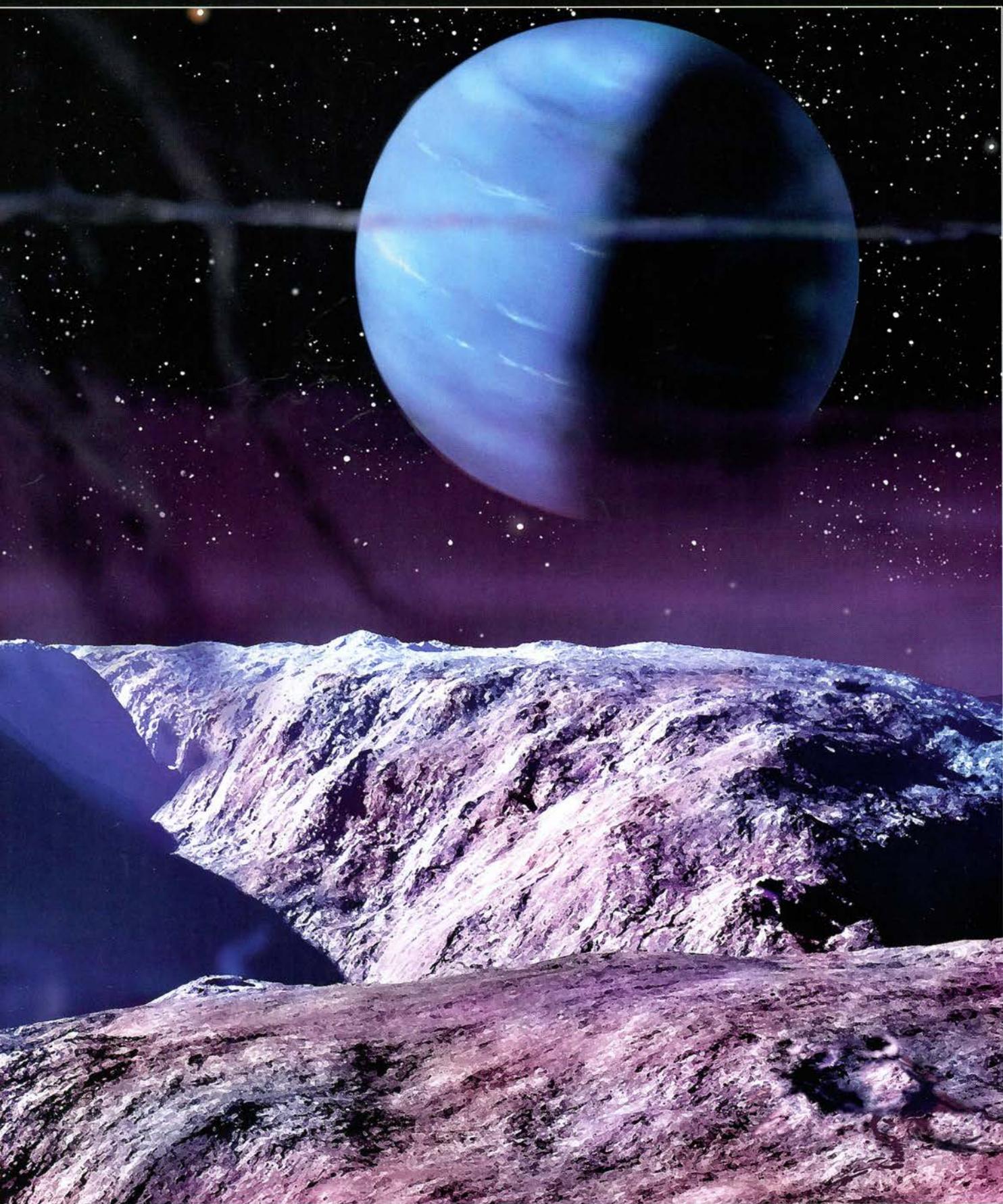
Самая далекая планета от Солнца – загадочный и удивительно красивый лазурный мир.

Планету Нептун, находящуюся на расстоянии 4,5 млрд км от Солнца, увидеть непросто. И только благодаря пролету космической станции «Вояджер-2» мимо Нептуна 25 августа 1989 года мы смогли получить информацию об этой планете. Данные достигали Земли только через 246 минут, но присланные фото были потрясающими.

Голубой облик Нептуна остается загадкой: на нем такое же количество метана, поглощающего красный свет, что и в атмосфере Урана, но его лазурный цвет намного ярче и сочнее, чем более бледный, аквамаринный оттенок у соседа. Без сомнения, ученым предстоит раскрыть еще много тайн Нептуна, а пока давайте просто восхищаться его видом.



[4] ИЗВЕРЖЕНИЯ НА ТРИТОНЕ Рисунок, изображающий, как должен выглядеть Нептун при взгляде с поверхности его спутника Тритона диаметром 2700 км. Этот объект удивил ученых извергающимися гейзерами, которые выбрасывают высоко в воздух жидкий азот. Тритон – ретроградный спутник,



что необычно для крупного небесного тела. Это может указывать на то, что первоначально Тритон самостоятельно вращался вокруг Солнца до того, как Нептун захватил его в гравитационный плен. Подробнее об этом удивительном спутнике читайте в 37-м выпуске.

НЕБО В АЛМАЗАХ

Глубоко внутри Нептуна загадочные процессы генерируют тепло, которое питает погодные системы на планете. Но могут ли эти же процессы способствовать образованию дождя из бриллиантов?

ГЛОССАРИЙ

Молекула водорода – пара атомов водорода, связанных друг с другом; обычная форма, в которой обнаруживается чистый водород, если атомы не разбиваются какой-то энергией.

Алмазная наковальня – лабораторный прибор для изучения малых образцов веществ под огромным давлением. Сжимая материал между плоскими поверхностями из двух алмазов, можно добиться давления до 1 млн земных атмосфер.

Внутренний «тепловой двигатель» Нептуна производит в 1,6 раза больше энергии, чем планета получает от Солнца. Это помогает питать энергией ветры на большой высоте и сильные штормы, оказавшиеся типичными явлениями для погодной системы планеты. С учетом его размеров источник энергии Нептуна существенно мощнее, чем у Юпитера и Сатурна (у Урана, похоже, такой «двигатель» отсутствует).

ПОД ДАВЛЕНИЕМ

Теория, поясняющая существование подобных источ-

ников энергии, утверждает, что подпитываются они гравитационным сжатием внутренних слоев планеты.

У Юпитера и Сатурна, состоящих из жидкого водорода и гелия, частицы более плотного материала устремляются к ядру. Это создает тепло

« КАК ТОЛЬКО ЭТИ АЛМАЗЫ ОБРАЗУЮТСЯ, ОНИ ПАДАЮТ, СЛОВНО ДОЖДИНКИ, В СТОРОНУ ЦЕНТРА ПЛАНЕТЫ. »

Лаура Робин Бенедетти, физический факультет Калифорнийского университета, Беркли, 1999

в силу трения по мере их проталкивания вниз через более легкий материал.

Нечто похожее, вероятно, происходит и внутри Нептуна, но на этот процесс влияет еще и характерный состав

планеты. Нептун и Уран – ледяные гиганты, содержащие в атмосфере значительное количество метана.

Метан весит в восемь раз больше водорода (см. «Глоссарий») и гелия, из-за чего при смешении с этими веществами под высоким давлением во внутренней структуре ледяного гиганта метан опускается вниз к ядру.

Более того, молекула метана состоит из нескольких атомов, и под высоким давлением она распадается на несколько составляющих, а именно: четыре атома водорода и один атом углерода. Атом углерода обеспечивает большую часть веса метана, а весит он в 12 раз больше атома водорода.



КАК ЭТО РАБОТАЕТ

ОТ МЕТАНА ДО АЛМАЗОВ

Метан составляет всего 1,5% от общего состава верхней атмосферы Нептуна, однако считают, что во внутренней структуре планеты он сконцентрирован в гораздо большем количестве. На глубине свыше 3000 км метан сжат до жидкой формы. На еще большей глубине давление становится настолько высоким, что атомы метана расщепляются на составляющие их водород и углерод. Именно этот углерод в конце концов сжимается в затвердевшие алмазные кристаллы.

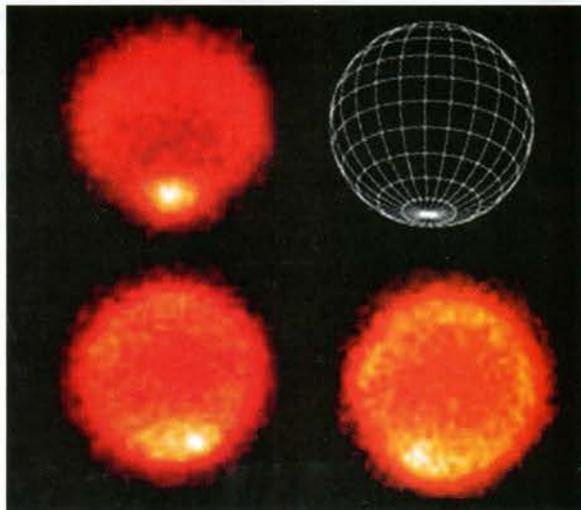




АЛМАЗЫ В КОСМОСЕ

На рисунке изображено множество крошечных алмазов рядом с горячей звездой. Ученые полагают, что внутренняя структура Нептуна может содержать «фабрику» по производству алмазов, которую питает метан.

примерно десятую часть силы давления внутри Нептуна. Результаты оказались впечатляющими. Эти бесцветные образцы жидкого метана стали темными, поскольку внутри образовались микроскопические алмазы. Сформировавшиеся в алмазной наковальне (см. «Глоссарий»), эти частицы испарились, как только были выпущены из «заточения». Однако в атмос-



ГОРЯЧАЯ ТОЧКА Тепловые изображения Нептуна показывают «горячий» Южный полюс, через который улетучивается метан.

фере Нептуна, находящейся под давлением, такое освобождение невозможно.

Слой аккумулярованных частиц могут превратиться в более крупные кристаллы, которые, вероятно, покрывают все ядро, образуя навеки недоступные поля алмазов.

Именно углерод оседает на ядра этих планет-гигантов. В 1981 году Марвин Росс из Ливерморской национальной лаборатории им. Лоуренса в Калифорнии сделал поразительное предположение: а что если сжатый углерод внутри Нептуна ведет себя так же, как углерод под давлением на Земле, атомы которого связываются до образования кристаллической формы, более известной как алмаз?

ЛАБОРАТОРНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ

Алмаз – самое твердое из всех известных веществ благодаря решетчатой структуре химических связей, которые образуются между атомами углерода под мощ-

ным давлением. На Земле он формируется, как правило, в подземных углеродных отложениях, таких как угольные пласты. Но могут ли процессы внутри такой планеты, как Нептун, оказывать столь же мощное давление и концентрировать атомы углерода в маленьком пространстве?

Недавние лабораторные эксперименты показали, что такое возможно. В 1999 году группа специалистов Калифорнийского университета под руководством профессора Раймона Жанло (см. «Звезды космоса») успешно произвела сжатие метана под давлением, составлявшем

ЗВЕЗДЫ КОСМОСА РАЙМОН ЖАНЛО

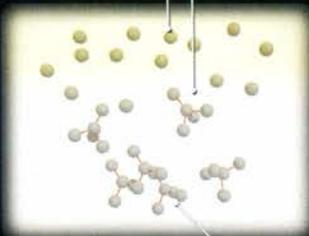
Профессор астрономии, землеведения и планетоведения Раймон Жанло из Калифорнийского университета в Беркли возглавляет команду специалистов, изучающих физику внутренней структуры планет. Для воссоздания экстремально высокого давления, существующего в таких условиях, они обрабатывают нагреваемые лазером образцы в алмазных наковальнях. Жанло доказал,

в условиях, похожих на существующие внутри ледяных гигантов, могут образовываться алмазы. Профессор также показал, что граница между ядром и мантией нашей Земли представляет собой динамичную и агрессивную область.

ЖАНЛО Эксперт по внутренней структуре планет.



сгруппированные в плотную атомы углерода
каждый атом связывает четыре других



3 КРИСТАЛЛЫ Атомы углерода вынужденно слипаются, образуя алмазные кристаллы.

алмазные кристаллы крупнеют