

ГИГАНТ среди КАРЛИКОВ

Над 13 спутниками Нептуна доминирует их крупный собрат – Тритон, которого называют одним из самых сложных спутников во всей Солнечной системе.

Тритон диаметром 2700 км – седьмой по величине спутник в Солнечной системе. Основательный мирок, даже несмотря на то что он находится не в той же «весовой» категории, что гиганты на орбите Юпитера и Сатурна.

Благодаря его размеру Тритон обнаружили через 17 дней после открытия самого Нептуна, и сделал этого зоркий британский астроном Уильям Лассел (см. «Звезды космоса»). Тритон, похожий на звезду со звездной величиной 13,5, делает оборот вокруг планеты за 5 дней 21 час на среднем расстоянии в 354 800 км.

ОДИН В СВОЕМ РОДЕ

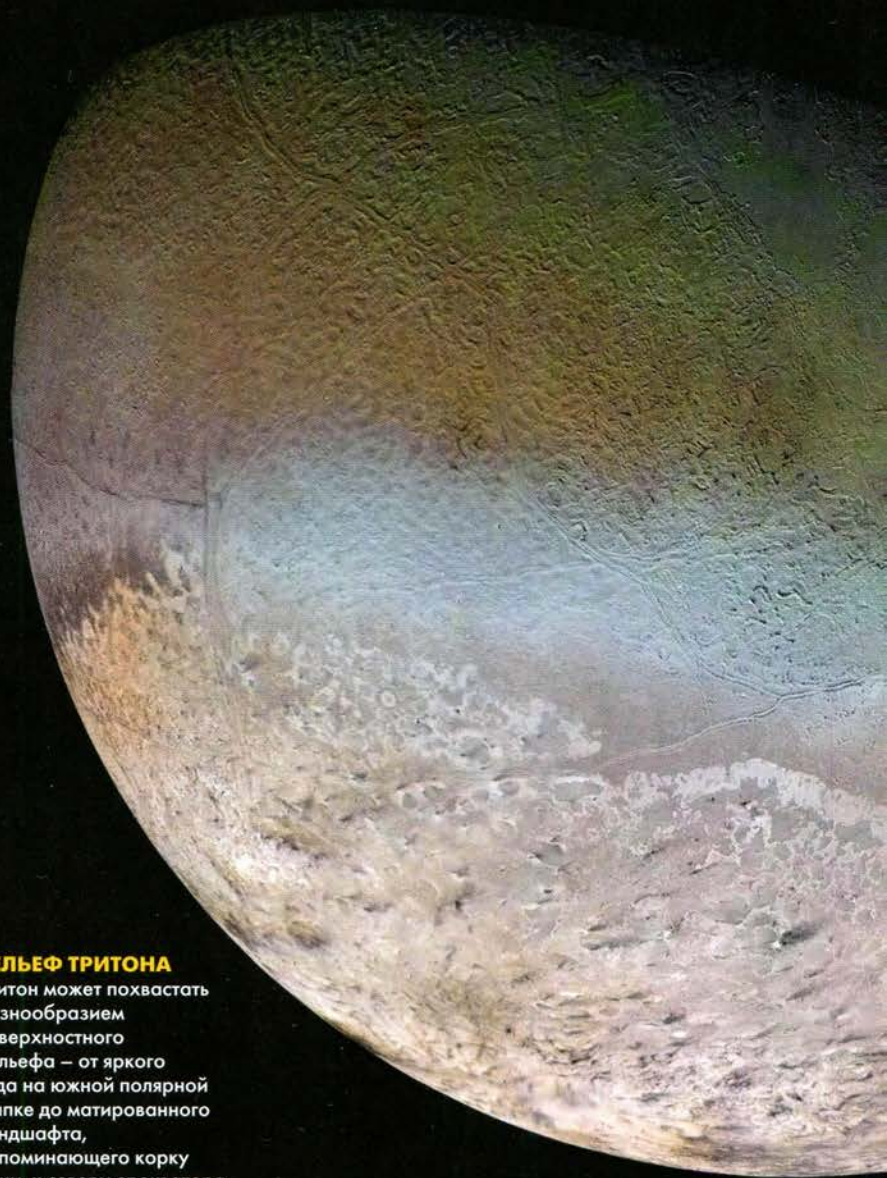
Более столетия Тритон оставался единственным известным спутником Нептуна, что объясняется габаритами объекта, затмевающего другие спутники планеты.

До прибытия в эту область станции «Вояджер-2» в 1989 году известны были всего два спутника Нептуна – Нереида, летающая по удлинённой орбите и никогда не приближающаяся к планете на расстояние меньше 9,6 млн км, и Ларисса, которая вращается внутри орбиты Тритона.

«Вояджер-2» открыл еще пять спутников на похожих с Лариссой орбитах. Самым дальним из них является Протей, вращающийся на расстоянии примерно 117 600 км от центра самого Нептуна – как раз внутри орбиты Тритона. По другую сторону от него астрономы недавно обнаружили еще шесть мелких спутников, но все они расположены дальше, чем Нереида.

РЕЛЬЕФ ТРИТОНА

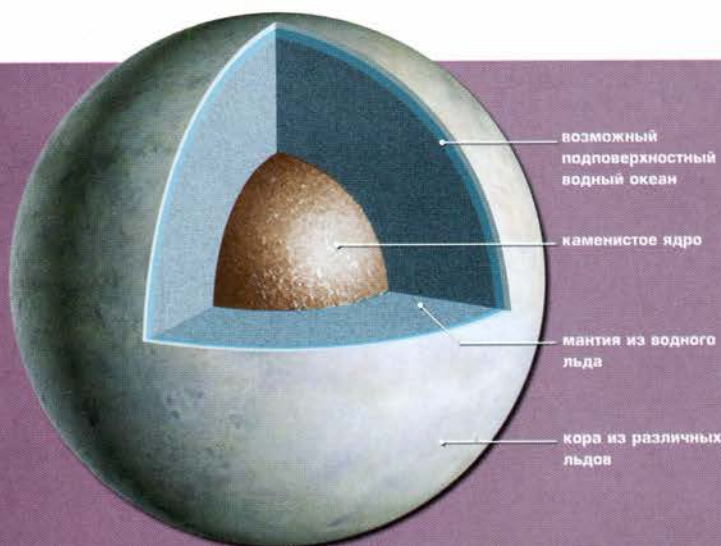
Тритон может похвастать разнообразием поверхностного рельефа – от яркого льда на южной полярной шапке до матированного ландшафта, напоминающего корку дыни, к северу от экватора.



НАШИ СВЕДЕНИЯ
ВНУТРИ ТРИТОНА

Тритон несколько плотнее, чем ледяные спутники Сатурна и Урана, что дает основание предполагать, что в его структуре преобладает скальная порода. По объему у него внутри больше водяного льда. Признаки криовулканической активности на поверхности объекта указывают на то, что внутренняя структура спутника дифференцирована на четко отличимые слои, где ближе к центру располагается каменная порода, а мантию вокруг нее образует лед.

Некоторые астрономы полагают, что условия непосредственно под поверхностью Тритона могут быть теплыми настолько, что способствуют формированию глобального океанического слоя из жидкой воды, наподобие некоторых спутников Юпитера.



Размер и изолированное положение Тритона в середине спутниковой системы Нептуна делает его уникальным, но это далеко не все загадки объекта. Несмотря на идеально круглую орбиту Тритона, этот спутник движется вокруг планеты в противоположном направлении относительно хода вращения самого Нептуна. Такое «ретроградное» движение обычно обнаруживается только у «пленных» спутников, а не у тех, что образовались естественным образом из той же

вращающейся туманности, что и родительская планета.

Еще один ключ к происхождению Тритона – необычный наклон его орбиты. Движение Тритона скошено под углом 157° относительно собственной оси Нептуна. Поскольку спутник отличается синхронное вращение (см. «Глоссарий»), его собственный наклон в сочетании с наклоном оси Нептуна на 28° приводит к тому, что на Тритоне имеются более суровые сезоны года, чем на его родительской планете. На



ЗВЕЗДЫ КОСМОСА
УИЛЬЯМ ЛАССЕЛ (1799–1880)

Родившийся в английском городе Болтон Уильям Лассел считался одним из крупнейших астрономов в середине XIX века, несмотря на то что он был любителем. Успехи в бизнесе позволяли Ласселу финансировать строительство претенциозных телескопов, включая первые большие рефлекторы, установленные на экваторе, для наблюдения за всеми частями неба. Также он создал первый автоматический точно-шлифовальный станок для создания больших точных зеркал.

Лассел очень скоро заслужил отличную репутацию в качестве наблюдателя за планетами после того, как в 1846 году открыл Тритон, обнаружил два спутника Урана и спутник Сатурна Гиперион. Также утверждают, что он открыл кольцо вокруг Нептуна, хотя почти наверняка это была ошибка наблюдения.

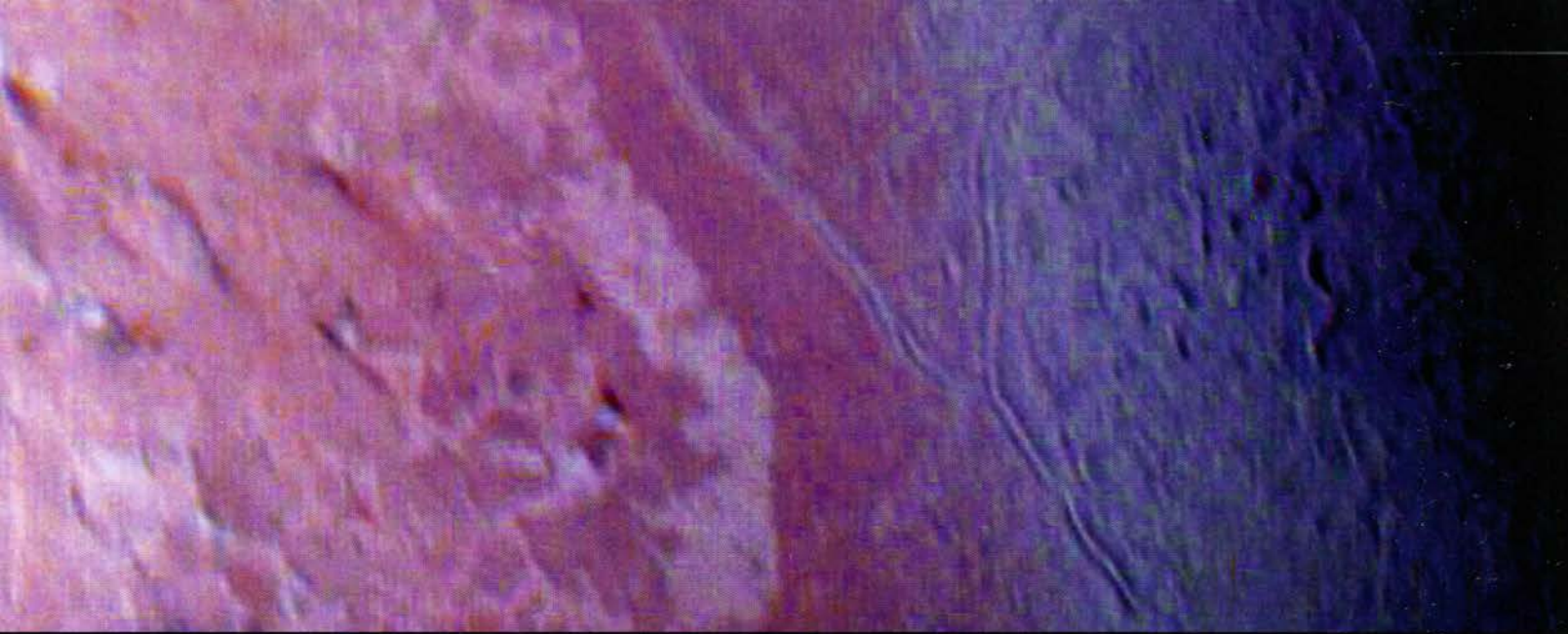
ЧЕСТОЛЮБИВЫЙ ЛЮБИТЕЛЬ

Сколотив состояние на пивоварении, Лассел мог тратить его на свое страстное увлечение астрономией.



ГЛОССАРИЙ

Синхронное вращение – это период вращения спутника, совпадающий с его орбитальным периодом. Вращающееся тело всегда обращено к центральному телу только одной стороной.



большой части зимнего полушария на протяжении 41 года длится ночь, тогда как в летнем полушарии в это время 41 год непрерывно стоит солнечная погода.

До 1989 года астрономы располагали скудными сведениями о Тритоне. Было известно, что температура на его поверхности составляет -235°C , что делало его одним из самых холодных мест в Галактике. Спектральный анализ обнаружил характерные признаки азота, водяного льда и углекислого газа, поэтому большинство ученых полагает, что эти элементы формируют лед на поверхности объекта.

ЗНАМЕНАТЕЛЬНЫЕ КАРТИНКИ

Пролет космической станции совпал с летом на южной половине спутника, поэтому «Вояджер-2» сфотографировал только 40 % его поверхности, освещенной дневным светом. Обнаружен разнообразный рельеф, который, очевидно, имел очень бурную историю. Ударные кратеры на Три-

тоне довольно редки, следовательно, в течение пары миллионов лет в результате каких-то других видов геологической активности поверхность Тритона была покрыта новым слоем, смывшим начисто прежние образования.

Видимые части спутника делятся на три отличимых ландшафта: ледяная шапка вокруг Южного полюса, преобладающие в восточном полушарии равнины и «дынная» местность в западном полушарии. Всю поверхность пересекают горные хребты и долины, что свидетельствует об активных тектонических силах, действовавших здесь в прошлом.

Шапка на Южном полюсе Тритона состоит преимущественно из яркого азотного льда, однако покрыта заметными параллельными серо-голубыми полосками. Фотографии, полученные под разными углами, раскрывают происхождение этих полос – на дне каждой из них есть трещины во льду, сквозь которые «Вояджер»

ЦВЕТНОЙ КРУПНЫЙ ПЛАН

Изображение карты местности в условных цветах позволяет ближе рассмотреть «дынный» ландшафт Тритона (серо-голубые фрагменты) и более гладкую соседнюю зону (красноватые оттенки) с трещинами и следами криовулканической активности.

ЮЖНОЕ ПОЛУШАРИЕ

Проекционное изображение фантастического вида на шапку Южного полюса Тритона с ее яркой бахромой из азотного инея, который выдувается в виде лучей ветрами, движущимися на север.



КАК ЭТО РАБОТАЕТ

ЛЕДЯНЫЕ ГЕЙЗЕРЫ ТРИТОНА

Необычная орбита Тритона приводит к тому, что каждый полюс спутника по очереди проводит по 41 году в зоне полной освещенности Солнцем. Хотя на таком отдалении солнечная радиация очень слабая, ее все-таки хватает на то, чтобы создавать некоторого рода парниковый эффект под азотным льдом, преобладающим в поверхности Тритона. Слой льда сверху начинает истончаться и растрескиваться, позволяя подповерхностному льду выкипать вверх в космос, унося с собой и пыль. Когда ледяной гейзер поднимается вверх в тонкую атмосферу, его перехватывают и уносят с собой господствующие ветры, формируя знакомые полосатые отметины.



1 КРАЙНОСТИ: Расположение орбит Тритона и Нептуна дарит спутнику крайние по проявлениям сезоны года, когда летние дни и зимние ночи длятся по 41 году.



2 ГАЗОВЫЕ ЛОВУШКИ:

Солнечный свет поглощается ледяной шапкой на юге и ловит в ловушку газ азот под поверхностью.

запечатлел вырывающиеся вверх запыленные облака (см. «Как это работает»).

Открытие гейзерной активности на таком холодном объекте было совершенно неожиданным. Сегодня большинство астрономов полагает, что эта активность запускается тепловым эффектом от солнечного света на полярной шапке. Если они правы, то эта активность, вероятно,

перемещался от одного полюса к другому на протяжении долгого года на Нептуне (см. «Как это работает»).

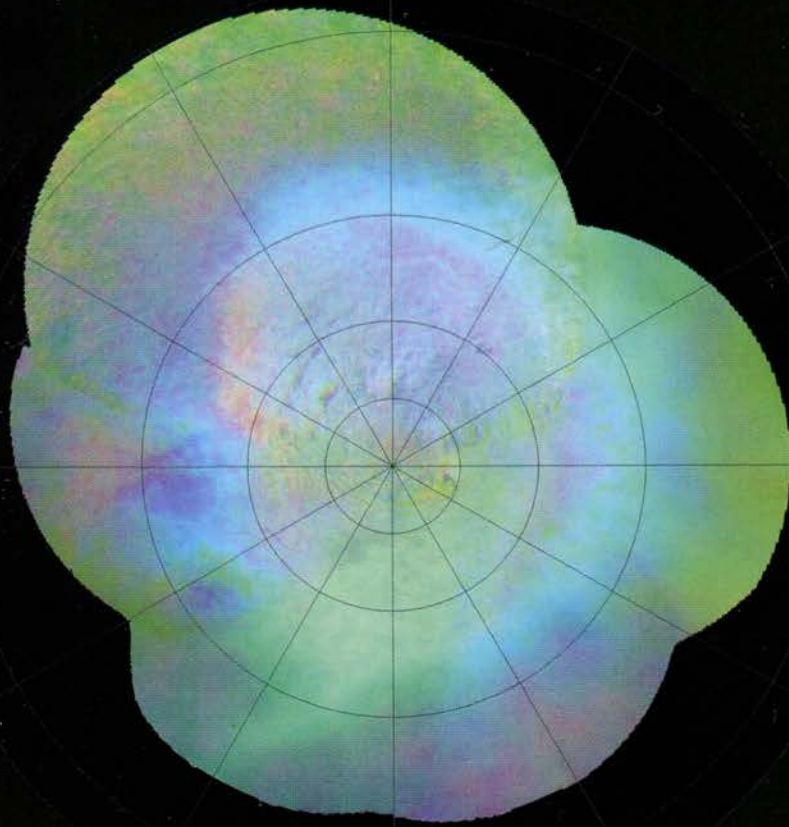
Восточные же равнины на Тритоне не показывают признаков имеющейся на сегодня активности. Широкие равнины твердого льда часто прослеживаются до вулканоподобных кальдер и других трещин в коре, и, по всей видимости, криовулканизм был доминирующей силой, формировавшей ландшафт объекта.

КРАСНОРЕЧИВЫЙ ЛАНДШАФТ

«Дынный» рельеф в западном полушарии совсем иной, из мелких ямок, напоминающий корку упомянутого плода. Состоит он из смешанных в кучу циркулярных низин шириной 30 км и больше и гладких холмистых стенок между ними. Эта часть Тритона, по-видимому, образована из затвердевшего водяного льда, а ямки, вероятно, возникли над диапирами.

Равнины из ледяной лавы и диапиры на «дынном» рельефе могли образоваться только при участии тепла внутри Тритона. Это дает основание считать, что до самого недавнего в геологическом представлении времени спутник был теплым.

Ученые полагают, что необычную активность на спутнике, его странную орбиту и загадочное положение других спутников Нептуна можно объяснить одной теорией: Тритон – проходившее мимо небесное тело, которое Нептун смог выхватить и вывести на орбиту вокруг себя.



В СЛЕДУЮЩЕМ ВЫПУСКЕ: КАК ПЯВЛЯЮТСЯ БОЛЬШИЕ КОМЕТЫ? ИЗУЧАЕМ ПОДРОБНЕЕ САМЫЕ ЯРКИЕ ИЗ НИХ.



НАШИ СВЕДЕНИЯ

СПУТНИКИ НЕПТУНА

Название	Диаметр (км)	Приближение к Нептуну	Удаление от Нептуна
Наяда	96x60x52	48 208 км	48 246 км
Таласса	108x100x52	50 065 км	50 085 км
Деспина	180x150x130	52 515 км	52 537 км
Галатей	204x184x144	61 953 км	61 953 км
Ларисса	216x204x164	73 427 км	73 574 км
Протей	436x416x402	117 588 км	117 706 км
Тритон	2707	354 800 км	354 800 км
Нереида	340	1 372 000 км	9 655 000 км
Галимеда	60	6 747 000 км	24 709 000 км
Сао	38	15 852 000 км	28 992 000 км
Лаомедея	38	13 557 000 км	33 565 000 км
Псамафа	28	25 682 000 км	67 708 000 км
Несо	60	24 435 000 км	73 339 000 км

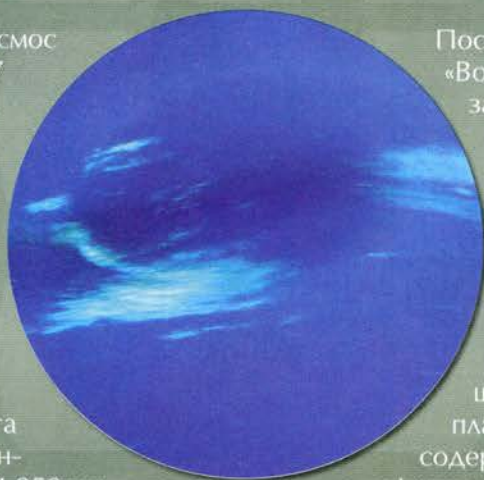


3 ГЕЙЗЕРЫ: Там, где поверхность слабее всего, азот силой проталкивается наверх, выкипает в тонкую атмосферу и переносится ветрами из южного в северное полушарие.

«ВОЯДЖЕР-2» на НЕПТУНЕ

В первом выпуске журнала мы провели обзорную экскурсию по экспедициям «Вояджер». Пришло время узнать, что произошло со второй станцией из этой серии во время встречи с Нептуном.

Запущенная в космос 20 августа 1977 года станция «Вояджер-2» сначала посетила Юпитер в 1979-м, затем Сатурн в 1981-м и Уран в 1986-м. После этого станция направилась к Нептуну, ближайшая встреча с которым произошла 25 августа 1989 года, когда станция прошла всего в 4 950 км от Северного полюса планеты. На пути к планете, расположенной в 30 раз дальше от Солнца, чем Земля, станция пропутешествовала 12 лет со скоростью 19 км/с.



ПЯТНО
Фотография Большого темного пятна, полученная «Вояджером-2» с расстояния 2,8 млн км.

После прибытия «Вояджер-2» наблюдал за Нептуном почти непрерывно с июня по октябрь 1989 года, сделав около 10 000 его снимков. Самой очевидной приметой на фотографиях является красивейший лазурный цвет планеты – результат содержания в ее атмосфере метана.

БОЛЬШОЕ ТЕМНОЕ ПЯТНО

Как удалось выяснить «Вояджеру-2», Нептун – вполне динамичная планета. Были об-



СТАТИСТИКА МИССИИ

ЗАПУСК: 20.08.1977

МАКСИМАЛЬНОЕ ПРИБЛИЖЕНИЕ:
25.08.1989

РАКЕТА-НОСИТЕЛЬ: Titan III-E/Центавр

ГЛАВНЫЕ ДОСТИЖЕНИЯ: Первый аппарат, приблизившийся к Нептуну

МАССА: 722 кг

наружены несколько больших темных пятен. Крупнейшее из них назвали Большим темным пятном. Оно столь велико, что в нем спокойно поместилась бы Земля. Пятно оказалось антициклоном, похожим на Большое красное пятно на Юпитере.

«Вояджер-2» также измерил тепло, излучаемое атмосферой Нептуна. Выяснилось, что атмосфера над облаками горячее ближе к экватору, холоднее в средних широтах и снова теплее на Южном полюсе. Температуры в стратосфере достигают испепе-



ВАЖНЫЕ ОТКРЫТИЯ

НОВЫЕ СПУТНИКИ

«Вояджер-2» обнаружил пять маленьких темных спутников, невидимых с Земли.

Необычно красный Протей – один из самых темных объектов Солнечной системы. Хотя он крупнее Нереиды, для наблюдателей с Земли он теряется в слепящем сиянии солнечного света, отраженном от расположенного чрезвычайно близко к нему родителя – Нептуна.

Другими впервые обнаруженными спутниками Нептуна стали Деспина, Галатhea, Таласса и крошечная Наяда. Все движутся по орбитам в том же направлении, что и Нептун, ближе к плоскости экватора планеты.



ПРОТЕЙ Второй по размеру спутник Нептуна, а также крупнейший из несферических спутников в Солнечной системе.



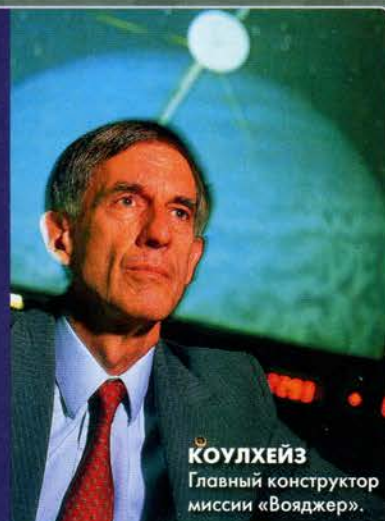
ЗВЕЗДЫ КОСМОСА

ЧАРЛЬЗ КОУЛХЕЙЗ (РОД. В 1935 ГОДУ)

В Лабораторию реактивного движения Чарльз Коулхейз пришел в 1959 году. Работал над несколькими ранними проектами, преимущественно над аппаратами «Маринер». В 1974 году был назначен главным конструктором проекта «Вояджер». Он должен был ставить научные цели и выстраивать вокруг них космическую экспедицию.

После «Вояджера» Коулхейз стал главным научно-техническим специалистом в проекте «Кассини – Гюйгенс», которые отправлялись на Сатурн и Титан. На волне этого успеха он был консультантом проектов Genesis, «Кеплер» и программы по изучению Марса Mars Exploration.

Сегодня он является членом Консультативного совета Планетарного общества. Также работает как фотограф и художник, специализируясь на монтаже компьютерной графики и фотографии.



КОУЛХЕЙЗ

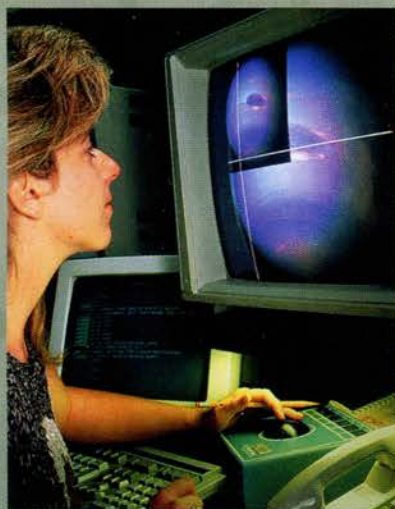
Главный конструктор миссии «Вояджер».

ВСТРЕЧА

На рисунке: «Вояджер-2» возле Нептуна. Яркая звезда сверху – Солнце.

ПОСТРОЕНИЕ ИЗОБРАЖЕНИЯ

Член команды, специализировавшейся на построении изображений в рамках проекта «Вояджер», работает над снимками в Лаборатории реактивного движения НАСА в Калифорнии.



ляющих $+480\text{ }^{\circ}\text{C}$, тогда как в глубине гиганта температура опускается до $-220\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Что касается ветров на Нептуне, большинство из них, как выяснилось, дуло в западном направлении, противоположном вращению планеты. Ближе к Большому темному пятну ветры дуют со скоростью до 2400 км/ч – самые мощные ветры из всех планет, включая ветреный Сатурн.

Также «Вояджер-2» выявил, что магнитное поле Нептуна скошено под большим углом.

ПРОЛЕТ МИМО ТРИТОНА

Поскольку это была последняя из планет, которую мог посетить «Вояджер-2», специалисты проекта решили выполнить близкий пролет мимо спутника Тритона. Полученные данные показали, что общий размер, плотность, химический состав и температура объекта аналогичны Плутону. «Вояджер-2» продолжил свое путешествие и на сегодня он подошел к границе Солнечной системы.

БЕЛЫЕ ОБЛАКА Выполненное широкоугольной камерой «Вояджера-2» изображение обработали, чтобы отобразить истинные цвета облаков Нептуна.

КОЛЬЦА НЕПТУНА Фото, сделанное «Вояджером-2» через очищающий фильтр, впервые показало нам детально главные кольца планеты.



ЧТО СЛУЧИЛОСЬ СО СПУТНИКАМИ НЕПТУНА?

Все указывает на то, что Тритон был притянут гравитацией Нептуна и что он разрушил его первоначальную спутниковую систему. Как это произошло и куда исчезли оригинальные спутники?

Многие астрономы считают, что Тритон был перехвачен в момент прохождения мимо Нептуна по внешней половине Солнечной системы. Все свидетельствует о том, что силы, участвовавшие в захвате, запустили вулканическую активность, которая переименовала поверхность спутника. И как же Тритон оказался на орбите вокруг Нептуна на первом месте?

ПОИСК РЕШЕНИЙ

Чтобы Тритон удалось перехватить, он должен был потерять существенную долю своего импульса и скорости, да и гравитации Нептуна было бы недостаточно, чтобы притянуть такое большое тело.

ГЛОССАРИЙ

Закон сохранения

импульса – принцип, который утверждает, что весь импульс системы (зависит от массы и скорости составляющих) сохраняется во время столкновений или других взаимодействий – проще всего это понять на примере бильярда.



КАК ЭТО РАБОТАЕТ

ПЛАНЕТНЫЙ ПИНБОЛ

Первоначально Тритон был захвачен Нептуном на гораздо большем расстоянии от планеты, и он до сих пор продолжает очень медленно сворачивать по спирали внутрь. Объект уже успел разрушить орбиты существовавших внешних спутников, и по мере его спуска он будет разрушать или сбрасывать оставшиеся спутники.

Примерно через 3 млрд лет Тритон подойдет к Нептуну настолько близко, что он либо развалится на части, которые образуют кольцевую систему, как у Сатурна, или упадет на саму планету.

круговые орбиты



1 В НАЧАЛЕ

Нептун формирует нормальную систему спутников вокруг себя.

удар



2 И ТУТ СЛУЧИЛОСЬ СТОЛКНОВЕНИЕ

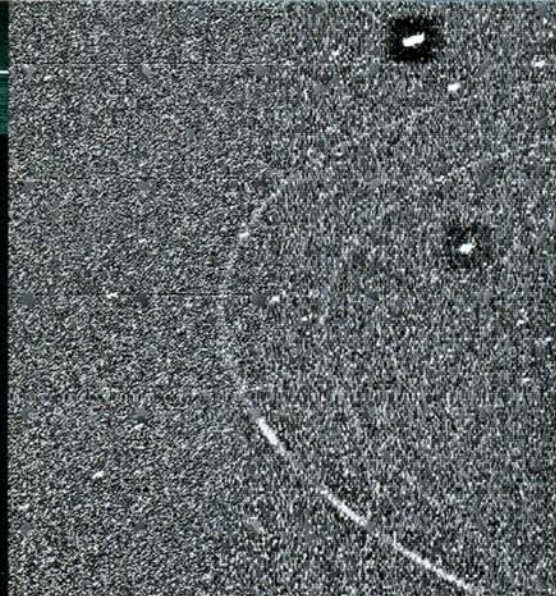
Тритон проваливается в систему и сталкивается с одним из спутников. Или наоборот...

ОБНАРУЖЕНЫ

На фото «Вояджера-2» – два ярчайших кольца Нептуна. Оба они лежат за пределами орбиты впервые найденного спутника.

ПЛЕННЫЙ СПУТНИК?

Действительно ли Нептун является родительской планетой для Тритона, или же этот объект был захвачен в плен мощной гравитацией гиганта? На рисунке изображены Тритон, Нептун и часть тонкой кольцевой системы этой планеты.



Два других варианта также укладываются в рамки имеющихся фактов. Первый вариант гласит, что Тритон напрямую столкнулся с каким-то крупным спутником, который уже существовал на орбите вокруг Нептуна (см. «Глоссарий»).

Второй вариант более интригующий: если предположить, что Тритон был когда-то объектом в поясе Койпера, то, может быть, он первоначально был двойной системой? В таком случае эта система могла потерять необходимый импульс, выбросив «Тритон В» на собственную орбиту вокруг Солнца.

ПОТЕРЯННЫЕ МИРЫ

Утверждение о возможно потерянном Тритоном спутнике рождает другой волнующий вопрос. Если формирование Нептуна шло по пути других планет-гигантов, то он должен был иметь несколько естественных спутников. Даже если один из них пал жертвой столкновения в целях захвата Тритона, то другие были выброшены в результате воздействия мощной гравитации этого незваного гостя. Невредимыми остались только внутренние спутники-пастухи, в результате

чего система естественных спутников Нептуна заканчивается на Протее.

ГДЕ ЖЕ ОНИ СЕЙЧАС?

Но что же произошло с остальными спутниками? Некоторые из них, вероятно, направились по другим орбитам, которые привели их к столкновению с самим Нептуном, другие, вероятно, получили импульс, достаточный для того, чтобы вылететь за пределы Солнечной системы. Вполне возможно, что Нептун смог уцепиться за один из своих маленьких спутников – есть версия, что Нереида первоначально была естественным спутником, который вращался по более круговой орбите ближе к планете.

Но самым заманчивым представляется тот вариант, что некоторые из спутников все-таки вышли на собственные орбиты вокруг Солнца (см. «Наши сведения»). Они вполне могли терпеливо дожить до сегодняшнего дня и до сих пор ждать своего открытия или распознавания их настоящего происхождения.



НАШИ СВЕДЕНИЯ

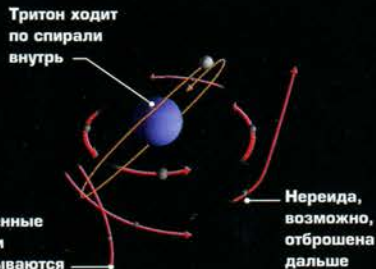
ПОТЕРЯННЫЕ СПУТНИКИ НЕПТУНА

Некоторые астрономы предполагали, что Плутон – потерянный спутник Нептуна, но, увы, факты не укладываются в данную теорию. Хотя орбита Плутона подходит к Солнцу ближе, чем орбита Нептуна, сами эти планеты никогда не приближаются друг к другу.

Теперь же мы знаем, что Плутон – это один из многочисленных ледяных объектов в поясе Койпера на аналогичных орбитах. Возможно, что и Тритон начал свою жизнь как один из таких объектов. Среди них с большей вероятностью мы можем найти один из потерянных спутников Нептуна.



3 ДВОЙНАЯ ПРОБЛЕМА Тритон прибыл на Нептун в виде двойной планеты. Другой член его системы был выброшен на другую орбиту.



4 ТОЧКА РАЗРЫВА Гравитация Тритона разрывает орбиты других спутников, которые отбрасываются прочь от Нептуна.



5 ВУЛКАНИЧЕСКОЕ ДЕЙСТВИЕ Приливные силы растапливают внутренность Тритона, запуская киривулканическую активность.



6 СЕГОДНЯШНЯЯ Система Нептуна. Тритон продолжает медленно вращаться по спирали на пути к своей гибели.